



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORIA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
VICERRECTORIA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

INFORME FINAL SEMILLERO DE INVESTIGACION
MODELO LAVRA

ESTUDIANTE:
FABIAN LEONARDO MARTINEZ AREVALO

CÓDIGO:
2168243

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA
CENTRO DE ATENCIÓN UNIVERSITARIO
CHIKINQUIRA DICIEMBRE 09 DEL 2019

CONTENIDO

Semestre I	03
Semestre II	08
Semestre III	17
Semestre IV	37
Conclusiones.....	106

Semestre 1 fecha: 06/06/2017

Diseños

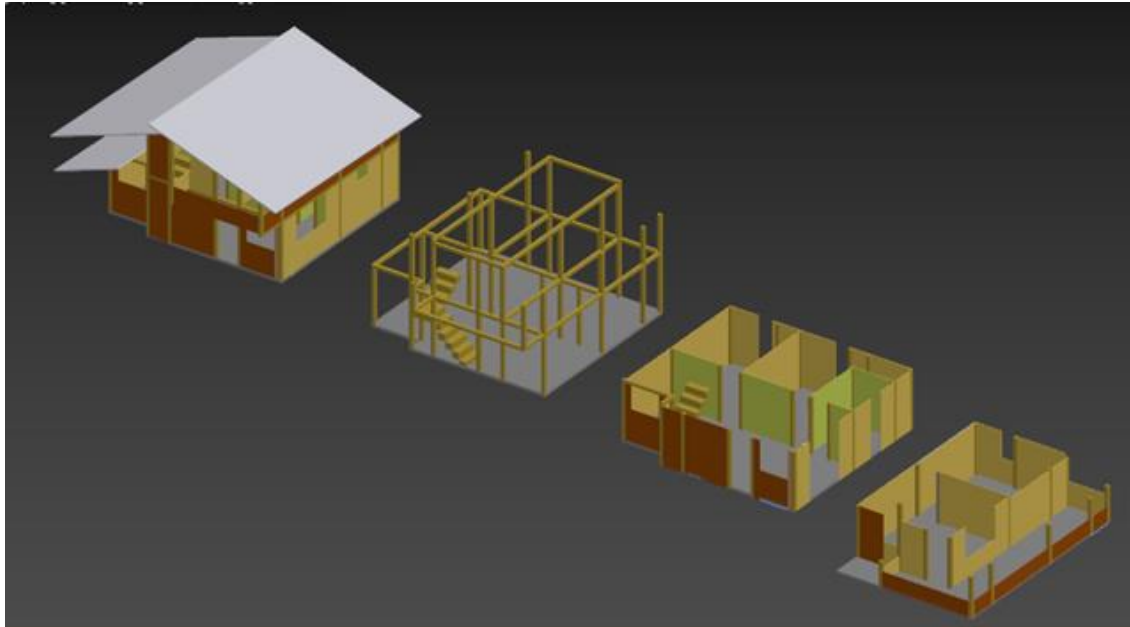
Se dio inicio al semillero de investigación liderado por el profesor Hermes Castro Fajardo, quien nos hizo la invitación a mi compañero Robinson Franco y a mi Fabián Martínez, a pertenecer a este proyecto.

En este semestre se dio inicio a materializar una idea del profesor Hermes que se basaba en un nuevo sistema constructivo para beneficio rural. Esta idea nació en el 2001 en la finca Santa Clara del municipio de Caldas Boyacá donde se construyó un muro con estructura de madera y muros en mortero y alambres, los cuales existen actualmente y no presentan ningún tipo de patología. Gracias a esto se dio inicio a la construcción de un prototipo utilizando este método el cual se denominó **LAVRA** (modelo de autoconstrucción de vivienda rural autosustentable).

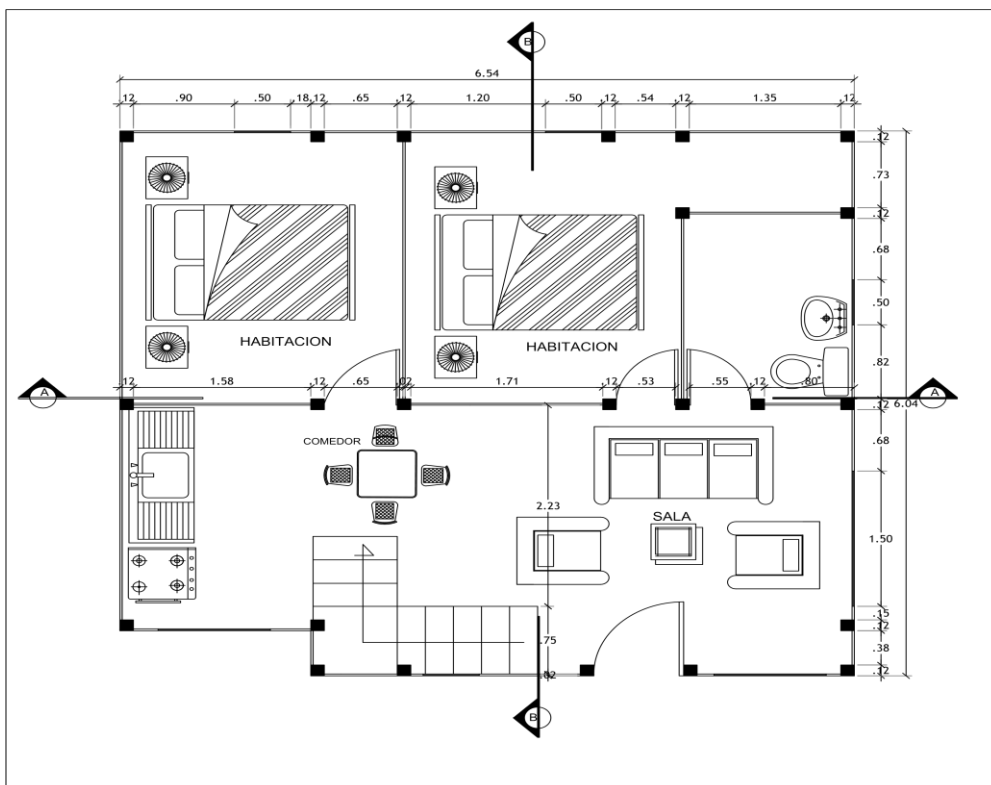
El primer paso del semillero fue realizar un diseño de una casa que cumpliera con los parámetros del Ministerio de Vivienda para que fuera vivienda y Desarrollo Rural para que fuera vivienda de interés social, en un espacio mínimo de 50m² debe tener cocina, sala, comedor, baño, dos o tres habitaciones. Con estas especificaciones se continuó con el diseño todo bajo acompañamiento y asesoría del ingeniero Camilo Porras tutor del CAU Chiquinquirá y el resultado fue el siguiente:

MODELO Y PLANOS 2D Y 3D

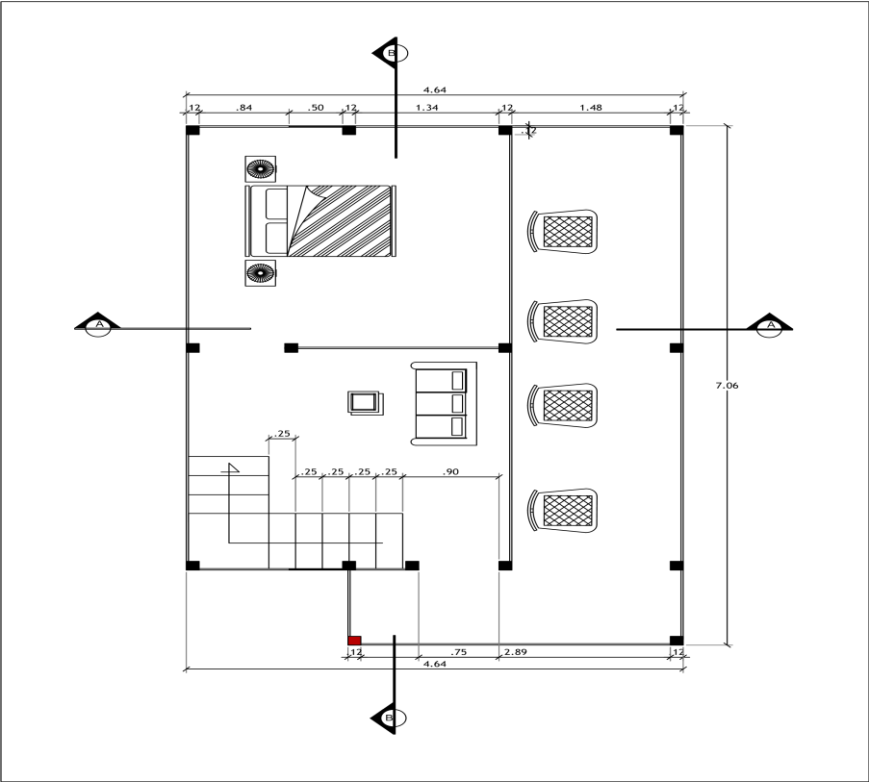
MODELO 3D



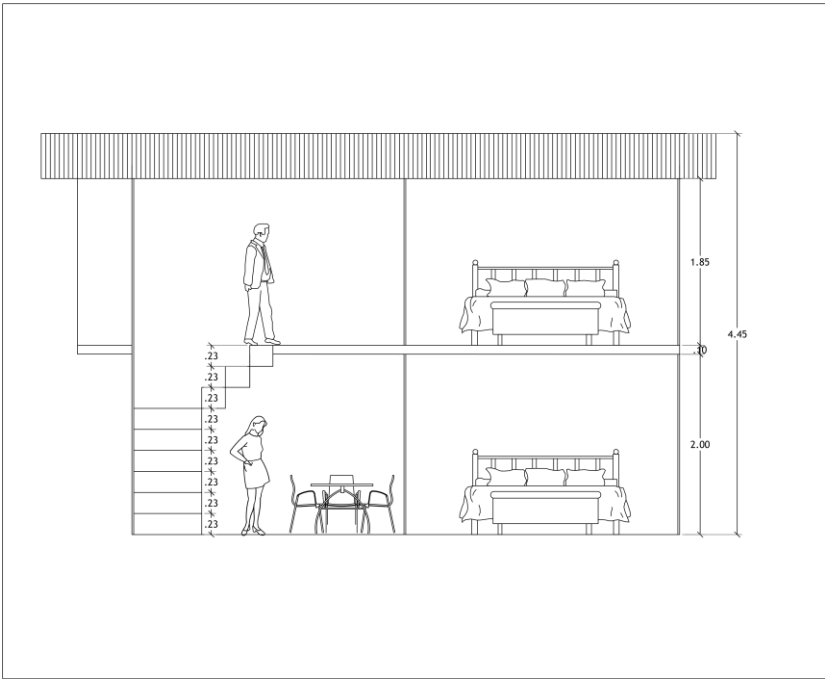
PLANTA PISO 1



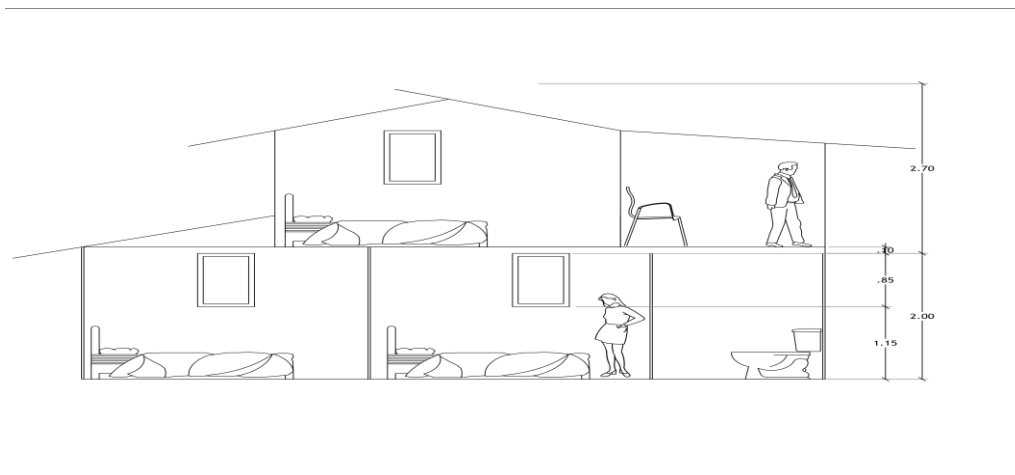
PLANTA PISO 2



CORTE LONGITUDINAL BB

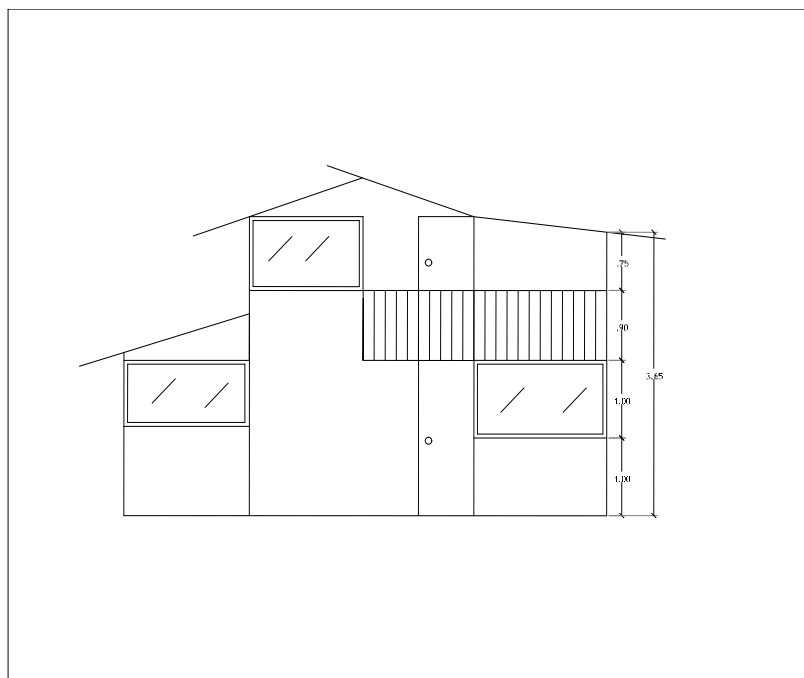


MODELO LAVRA

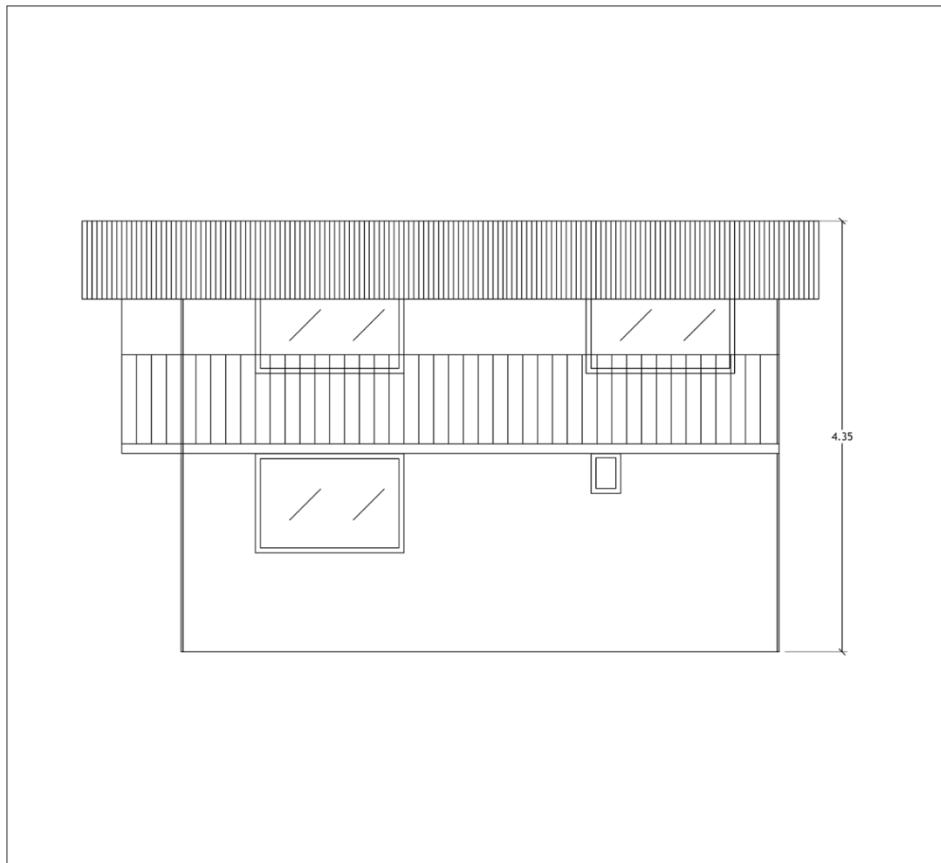


CORTE TRANSVERSAL AA

FACHADA FRONTAL



FACHADA LATERAL



Fuente: el autor.

Semestre 2 fecha: 15/01/2018

Ejecución de obra.

El prototipo se construyó en la vereda Carrizal, en la finca Santa Clara del Municipio de Caldas Boyacá propiedad del profesor Hermes, todos los recursos utilizados para financiar la construcción fueron suministrados por el profesor Hermes Castro, la mano de obra fue aportada por un auxiliar de construcción y en algunas actividades participaron los integrantes del semillero (Robinson Franco y Fabián Martínez) y acompañamiento de un maestro de construcción, todo este proceso se evidencio con fotografías para mostrar paso a paso como se construyó desde la cimentación hasta la cubierta, que materiales se usaron y los rendimientos para poder materializar este prototipo.

EVIDENCIA FOTOGRAFICA

- Se evidencia el desmonte de la cubierta que existía para continuar el proceso de construcción del primer y segundo piso.



Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

- Estructura construida en el 2001.



Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

- Se evidencia el alistamiento de los materiales para la estructura.



Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

- Se muestra el tipo de cimentacion utilizada (roca y ladrillo).



Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

- Proceso constructivo de estructura para el primer y segundo piso en madera.





Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

- En esta fotografía se muestra uno de los tipos de soportes usados en la estructura.



Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

- Se puede evidenciar el proceso constructivo de muros utilizando malla vena, alambres tensados y mortero.







Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

- Estructura de primer y segundo piso terminada.



Fuente: archivo del profesor Hermes Castro.

Semestre 3 fecha: 15/06/2018

Presentación y anteproyecto

En el tercer semestre del semillero de investigación dimos a conocer el proyecto en la **FERIA DEL EMPRENDIMIENTO INNOVADOR VUAD BOYACA**, realizada por la Universidad Santo Tomas - Cau Chiquinquirá, donde se presentaron proyectos de Chiquinquirá, Tunja y Duitama, nuestro proyecto participaba en la categoría de innovación, el modelo lavra ocupó el segundo puesto en esta categoría. Se realizó el trabajo de anteproyecto presentado por Fabián Martínez donde se expone más abiertamente de que se trata este modelo.

CERTIFICADO FERIA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS



ANTEPROYECTO

Formato para la elaboración de proyectos de investigación

1 Título

Modelo de autoconstrucción de vivienda rural con autosuficiencia energética y de abastecimiento de agua

2 Resumen del proyecto de investigación (máximo 250 palabras)

El objetivo de la presente investigación es diseñar un modelo de autoconstrucción en vivienda rural con autosuficiencia energética y de abastecimiento de agua, dirigido a la población campesina que carece de vivienda digna en el Municipio de Caldas (Boyacá). El modelo se basa en la elaboración de los planos, y la presupuestación de las obras civiles y de la implementación de los sistemas recomendados, para lo cual se basa en información secundaria, investigaciones anteriores del autor y una prueba piloto para actualizar los costos y requerimientos.

Los resultados esperados consisten en los planos certificados en derechos de autor, una cartilla para visibilizarlo ante las autoridades municipales y la comunidad, y una ponencia para darlo a conocer a la comunidad académica, con lo cual se podrá tomar como una alternativa viable que pueda ofrecerse hogares con este tipo de necesidades insatisfechas.

3 Palabras clave (Máximo 6)

Autosustentable, energía renovable, agua lluvia, vivienda rural.

4 Planteamiento del problema y pregunta de investigación.

4.1 Descripción del problema

La pobreza se concentra en el campo “en 2005 [...] el porcentaje de pobres rurales alcanzó el 68,2%” (Pastrana Buelvas, Jost, & Márquez Restrepo, 2010, pág. 51) y aunque se redujo al 41,4% en el 2014 y a 40,3% en el 2015 (DANE, 2016), mucho hogares no puedan acceder a la adquisición de los bienes y servicios necesarios que le permita mejorar su calidad de vida, entre ellos a una vivienda digna. Al revisar el índice de pobreza multidimensional para zonas rurales, se encuentra que los temas relacionados con la vivienda como acceso a agua de calidad, material inadecuado de pisos y paredes, hacinamiento crítico e inadecuada eliminación de excretas tienen una alta incidencia (Ver siguiente Tabla).

Tabla 1. Porcentaje de hogares que enfrentan privación por variable en centros poblados y rural disperso. 2014-2015

Variable	2014	2015	Variación p.p 2015/2014
Sin acceso a fuente de agua mejorada	41,8	37,5	-4,3 *
Material inadecuado de pisos	18,3	15,9	-2,4 *
Rezago escolar	40,2	37,8	-2,4 *
Analfabetismo	24,1	22,1	-2,0 *
Bajo logro educativo	83,6	81,6	-2,0 *
Inadecuada eliminación de excretas	24,0	22,1	-1,9
Trabajo informal	92,0	90,6	-1,4 *
Barreras de acceso a servicios de salud	9,9	8,5	-1,4 *
Barreras a servicios para cuidado de la primera infancia	8,7	7,5	-1,2 *
Inasistencia escolar	6,6	5,6	-1,0 *
Trabajo infantil	7,1	6,4	-0,7
Material inadecuado de paredes exteriores	1,9	1,8	-0,1
Sin aseguramiento en salud	11,1	11,2	0,1
Hacinamiento crítico	10,8	10,9	0,1
Desempleo de larga duración	8,7	9,0	0,3

Fuente: (DANE, 2016)

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, tiene un programa para subsidiar soluciones de vivienda rural y muchos municipios acceden a este tipo de recursos, por ejemplo, bajo la modalidad de construcción de vivienda nueva en sitio propio, el hogar beneficiario puede “edificar una estructura habitacional la cual debe tener un área mínima de cincuenta (50) metros cuadrados con al

menos un espacio múltiple, tres (3) habitaciones, baño, cocina, cuarto de herramientas, alberca para el almacenamiento de agua y limpieza, y saneamiento básico, incluyendo aparatos e instalaciones hidráulicas y sanitarias de la vivienda, así como la solución de manejo de excretas y/o aguas residuales domésticas” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Caldas (Boyacá) tiene un índice de Necesidades Básicas Insatisfechas –NBI- del 40,56% en la población rural (DANE, 2005), lo que indica que cerca de la mitad de la población tiene alguna carencia o pobreza; y de acuerdo con el artículo 7 de la Resolución 000225 de 2016, para el 2017, el Municipio tendría priorizadas 23 soluciones de vivienda nueva por un valor de \$348.863.724, lo que indica que cada unidad habitacional tendría un costo de \$15.167.988 y cada metro cuadrado construido un valor de \$303.360.

Generalmente los municipios utilizan los recursos para soluciones de vivienda construidas en materiales rígidos como son el ladrillo o bloque y el concreto, los cuales ofrecen grandes ventajas por su duración y preferencia de las familias, sin embargo, es una de las principales limitantes para atender todas las necesidades de la comunidad, ya que los elevados costos de la construcción y la falta de gestión por ineficiencia de la Administración Pública, hace que muchos hogares continúen sin obtener una vivienda digna.

Existen soluciones más económicas para la construcción de unidades habitacionales, que muchas veces no son tenidas en cuenta, entre ellas las construcciones flexibles a base de madera y mortero, que, además, pueden ser construidas por los mismos campesinos, con lo cual podrían multiplicarse las soluciones de vivienda sin la necesidad de solicitar recursos adicionales. La única condición para el tipo de vivienda es que cumpla “con las condiciones y particularidades climáticas, geográficas, topográficas y culturales de cada zona o región, y será ajustada a dichas condiciones en cuanto a tipo de materiales” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Estudiar diferentes modelos de vivienda, permite comparar sus costo y conveniencia con los de la construcción convencional, de tal manera que los administradores públicos y la comunidad en general, podrán tomar decisiones con respecto a cuáles soluciones construir para mejorar la calidad de vida de la mayor parte de los campesinos.

4.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los costos y ventajas que permitirían recomendar un modelo de autoconstrucción de vivienda rural con autosuficiencia energética y de suministro de agua?

5 Objetivo general y objetivos específicos

5.1 Objetivo general

Diseñar un modelo de autoconstrucción de vivienda rural con autosuficiencia energética y de abastecimiento de agua.

5.2 Objetivos específicos

- Describir el sistema de construcción convencional y el modelo propuesto para una solución habitacional de una familia campesina compuesta por tres personas.
- Definir los sistemas de suministro energético y de abastecimiento de agua que permitan la autosuficiencia de la unidad habitacional.
- Realizar los planos estructurales y de redes para una vivienda de 50 metros cuadrados para el modelo recomendado.
- Presupuestar los requerimientos de materiales, mano de obra y de los sistemas energético y de abastecimiento de agua.
- Construir el modelo de vivienda siguiendo los planos y presupuestos y hacerle seguimiento durante un año a los diferentes sistemas mediante métricas predefinidas.
- Determinar las ventajas del modelo de construcción frente al sistema tradicional.

6 Justificación

En el programa de Administración de Empresas, de Empresas Agropecuarias y de los Recursos Naturales, se imparten conocimientos en aspectos tan importantes como las necesidades de la sociedad y gracias a ello, es posible pensar, que más allá de la búsqueda de lucro, un profesional humanista, debe ofrecer respuestas a dichas situaciones que mejoren el bienestar o calidad de vida de las comunidades con necesidades básicas insatisfechas. Abordar la

problemática de pobreza y desigualdad, no es fácil para un profesional formado en negocios, sin embargo, las empresas y sus directivos o gestores, deben pensar también en el entorno y contribuir a mejorarlo, aspecto que comprende la responsabilidad social empresarial y la ética en los negocios, debido a que “los intereses económicos no tienen que ser diferentes de los intereses del orden ético. Comportarse con ética es, por tanto, redituable” (Hellriegel, Jackson, & Slocum, 2002, pág. 179).

El problema es abordado mediante el diseño de un modelo innovador y económico de construcción que puede ser erigido por el mismo campesino y que requiere poco acompañamiento técnico y profesional, lo que significa grandes ahorros en costo y tiempo para el ejecutor, además, por las características de auto sustentabilidad, el proyecto puede ser replicado en zonas apartadas, donde hay dificultad para acceder a servicios de acueducto o energía eléctrica.

Los beneficios de analizar y proponer este tipo de modelos alternativos pueden contribuir al desarrollo de la política pública de vivienda, en la medida que ofrecería mayores ventajas sobre los sistemas convencionales de construcción y por ende multiplicar los resultados en la ejecución de los recursos públicos que tengan como finalidad ofrecer soluciones de vivienda rural.

7 Breve estado del arte

En el año 2001, el autor de la presente investigación, realizó un bosquejo de autoconstrucción en la Finca Santa Clara del Municipio de Caldas, en la cual se utilizó ladrillo en las bases, vigas y columnas en madera rolliza de eucalipto y muros en mortero reforzado con malla de vena. Con este tipo de construcción, en quince días de trabajo se edificó un área de 20 m² (incluyendo dos habitaciones y un sanitario) por un valor de \$1.200.000 en materiales (\$60.000/m²), ya que mano de obra fue aportada por el propietario de la finca, quien no poseía mayores conocimientos de construcción, pero lastimosamente nunca se terminó la obra y quedo en obra negra, por lo que no fue posible la cuantificación total de los costos de un sistema de construcción como este.

En posteriores investigaciones, como la realizada por el Ingeniero Agrónomo Pablo Javier Florián (2004), se tocó el tema de abastecimiento de agua lluvia para suplir las necesidades de los campesinos en municipios con baja precipitación como es Caldas (Boyacá) y con recomendaciones para la misma finca en mención (Florián García, 2004), la cual no contaba con acueducto. Este

antecedente e indagaciones posteriores del autor, llevaron a diseñar un sistema de abastecimiento de agua lluvia para el hogar que está próximo a publicarse en la Universidad Santo Tomás como parte de las ponencias del X Congreso Virtual en Ciencias y Tecnologías 2016 denominado “Desarrollo Sostenible en el Marco del Cambio Climático”, artículo que se sustenta, entre otros documentos en el trabajo de Palacio Castañeda (2010) que expone sus componentes.

Así mismo, el autor con otros docentes de la Santo Tomás, han iniciado la exploración del tema de energías alternativas, tanto en sistemas de generación con tecnología solar como con la eólica, con el fin de publicar un artículo que muestre el potencial de este sector y su conveniencia económica a pequeña escala para interconectarse al sistema de distribución nacional.

8 Marco teórico o conceptual

8.1 El sector de la construcción

La construcción es una importante sector dentro del Producto Interno Bruto, aportó el 6,9% del PIB total para el año 2013, y excepto el 2010, cuando tuvo una disminución del 0,1%, su crecimiento ha sido mayor al de la economía nacional, más el presente año cuando se espera un crecimiento del PIB del 2,5% (Banco de la República, 2016).

El dinamismo del sector de la construcción se debe, entre otros factores al impulso que le ha dado el Estado para dotar de vivienda a todas las familias colombianas.

El excelente comportamiento del sector constructor en 2013 se sustenta un mercado mayoritariamente de vivienda de interés social VIS y con una gran participación de la vivienda de interés prioritario VIP (45,141 unidades), donde el segmento inferior a 70 salarios mínimos legales mensuales representó el 25.5% de las iniciaciones totales a nivel nacional, una cifra sin precedentes y jalonada fuertemente por el Programa de Vivienda Gratuita, impulsada por el gobierno del Presidente Juan Manuel Santos Calderón (Revista Dinero, 2014).

Este dinamismo del sector, debe ser aprovechado por la sociedad para mejorar la calidad de vida de los nacionales, más aún cuando la forma como se construyen las viviendas ha venido cambiando y evolucionando constantemente; desde las construcciones con ladrillo sólido y pesado al bloque hueco y desde este a las placas estructurales que ya no utilizan una estructura con columnas, sino que la construcción es todo el soporte del edificio.

Estas nuevas formas de construcción mucho más liviana tienen sus ventajas, entre ellas, la necesidad cada vez menor de materiales y mano de obra, lo que redundaría en menores costos y menor tiempo de trabajo. Las nuevas tecnologías también se han dirigido hacia la construcción de tipo modular, como es el caso de las casas prefabricadas o la utilización de paneles divisorios en la construcción de oficinas y bodegas, especialmente. Según lo expone la Revista Fierros en su edición de Julio de 2010: “se aproxima una nueva norma técnica de construcción que pone en duda la funcionalidad de los materiales y técnicas tradicionales, y, en cambio, pone en manifiesto las ventajas económicas y técnicas que ofrece el sistema de construcción liviano que países en desarrollo llevan años utilizando” (Axioma comunicaciones, 2010).

8.2 Sistema de abastecimiento de agua lluvia para el hogar

El artículo titulado “sistema de abastecimiento de agua lluvia en el hogar” (pendiente de publicación), en su resumen manifiesta que busca diseñar un sistema para hogares campesinos de Caldas (Boyacá) debido a que presentan problemas de calidad de agua de los acueductos actuales y baja precipitación, ya que estos sistemas son utilizados con éxito en otras partes del mundo, pero han sido poco valorados en el país.

Los resultados encontrados por la investigación evidencian el alto potencial para la implementación de este tipo de sistemas, ya que una pluviosidad de entre 1.000 mm/año (Alcaldía Municipal de Caldas, 1999) y 2.000 mm/año (Boyacá Cultural, 2015) permite recolectar cerca de 75 m³/año (Lenntech, 2016) en un techo de no más de 50 m², que significa 6,5 m³/mes y prácticamente la mitad del consumo mensual para un usuario de clima frío, el cual oscila entre 10 y 12 m³/mes (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA, 2016), llevando a recomendar su implementación en viviendas que carecen de acueducto y para complementar el consumo en aquellas que lo poseen, ya sea para el Municipio en cuestión o en otras localidades.

8.3 La necesidad de sistemas alternativos de generación energética

El cambio climático no es nuevo, pero sí lo es la manera como se ha venido abordando en los últimos tiempos; el calentamiento global ha generado consenso entre las naciones acerca de la necesidad de tomar acciones para prevenir las catástrofes ambientales y entre estas soluciones, la sustitución de energías fósiles, grandes responsables de los gases de efecto invernadero, se convierte en prioridad. “Los países y las empresas se dan cuenta de las ventajas económicas que conlleva la lucha contra el cambio climático. La demanda mundial de energías limpias, como la solar y la eólica, sigue aumentando rápidamente y las inversiones en esas energías se han multiplicado por cuatro en el último decenio” (Ki-moon, 2013).

Muchas instituciones públicas, empresas privadas y organismos no gubernamentales han dedicado recursos y esfuerzos a la búsqueda de soluciones, y según la WWW, el resultado de toda esa investigación y desarrollo es satisfactorio “las energías renovables son cada vez más baratas, competitivas y disponibles (WWF, 2015), aun a pesar de cambios negativos para el ambiente como los bajos precios del petróleo.

9 Metodología

La presente investigación se ajusta a la línea medular “Alberto Magno” encargada de los estudios en ciencia, tecnología y medio ambiente y en la línea activa de la Facultad de Ciencias y Tecnología “Gestión en ciencia, innovación, tecnologías y organizaciones”, ya que busca proponer un nuevo modelo constructivo que aporta al desarrollo de las comunidades.

Es un trabajo descriptivo y busca descubrir y comprobar la posible asociación de variables como son los costos y ventajas de un sistema de autoconstrucción. En los estudios descriptivos se “miden y evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1997, pág. 71), es decir, “identifica características del universo de investigación, señala formas de conducta, establece comportamientos concretos y descubre y comprueba asociación entre variables” (Méndez Álvarez, 1996, pág. 122).

El método de investigación es inductivo, el cual “utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como

válidos, para llegar a conclusiones cuya aplicación sea de carácter general” (Bernal Torres, 2010, pág. 59).

La información se recolecta a través de investigación bibliográfica si se trata de fuentes secundarias, para lo cual se acude a la biblioteca virtual de la Universidad; y para las fuentes primarias la información se obtiene con entrevistas y consultas profesionales a un Ingeniero Civil, un Constructor y especialistas en tecnologías renovables.

Una vez se obtenga la información de las fuentes respectivas, estas se plasman en análisis, planos, tablas y presupuestos que compondrán el cuerpo del documento.

10 Consideraciones éticas

Para la elaboración del trabajo de campo se tendrá contacto con profesionales y especialistas del tema, con los cuales se mantendrán comportamientos éticos de colaboración.

11 Resultados e impactos esperados

Con la investigación se espera tener los planos y presupuestos de una unidad habitacional para un área de 50 metros cuadrados, según los requerimientos del Gobierno Nacional para el otorgamiento de subsidios de vivienda nueva a población campesina.

El impacto de la investigación será sobre el bienestar de la comunidad, ya que permitirá que la Administración Municipal de Caldas (Boyacá) y de otros municipios, puedan decidir acerca de su implementación y por ende multiplicar el alcance de los recursos asignados por el gobierno central para ofrecer una mayor cantidad de soluciones de vivienda a los hogares priorizados.

12 Productos esperados y plan de generación de productos.

Producto	Tiempo	Visibilidad del producto	Medio de verificación
Producto de Apropiación Social del Conocimiento	8 mes	Estrategia de comunicación del conocimiento para PCC	Nombre de la estrategia de comunicación, fecha de inicio, líder, nombre de la comunidad o comunidades participantes, instituciones o entidades vinculadas a la estrategia
Producto de Apropiación Social del Conocimiento	12 mes	Capítulo en memorias de congreso editadas como libro o revista para EC_A	Nombre evento, fecha de inicio, fecha de finalización; nombre de participante(s) u organizador(es); participante(es), instituciones o entidades gestoras o patrocinadoras.
Producto de Apropiación Social del Conocimiento	18 mes	Publicación de libro y blog para GC	- Libro: Título, autor(es), fecha de publicación, medio de circulación (periódico, revista, editorial), (nacional, departamental, municipal), lugar de publicación. Página web (opcional). - Blog: título, entidades vinculadas, comunidad vinculada, resumen del contenido, fecha de desarrollo, medio de circulación, página web.
Productos resultados de Generación de Nuevo Conocimiento	18 mes	Publicación según las exigencias de Colciencias para Art_C	Referencia bibliográfica con nombre de la revista, título del artículo, autor(es), año, mes, volumen, número y páginas inicial y final, ISSN.
Producto de Formación de Recursos Humanos para la CTel	24 mes	Trabajo de grado de pregrado para TP_A	Título, autor, institución, director, año, codirectores, reconocimientos

La visibilidad es el entregable del producto esperado de la investigación.

13 Cronograma (a 24 meses)

Actividad	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	Trim 5	Trim 6	Trim 7	Trim 8
Investigación bibliográfica y entrevistas para describir sistemas de construcción y de suministro energético y agua								
Elaboración de planos estructurales y de redes según descripción del sistema propuesto								
Elaborar presupuestos de obra para los sistemas descritos								
Realizar obras según especificaciones técnicas.								
Formalizar convenio con Alcaldía de Caldas para la estrategia de divulgación PCC								
Realizar seguimiento a los sistemas de								

construcción, energético y de aguas.								
Participar en evento científico para divulgar el sistema EC_A								
Edición y publicación del libro de divulgación y blog GC								
Postulación para publicación en revista indexada para ART_C								
Elaboración y presentación de trabajo de grado de auxiliares TP_A								

14 Referencias

Alcaldía Municipal de Caldas. (1999). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Caldas.

Álvarez H., A., & Niño M., F. (1986). *Guía de investigación*. Bogotá: USTA.

Axioma comunicaciones. (2010). Ventajas de la construcción liviana o en seco. *Fierros*, <http://fierros.com.co/revista/ediciones-2010/edicion-14/materiales-y-productos-12.htm>.

Ballén Suárez, J., Galarza García, M., & Ortiz Mosquera, R. (2006). Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. *VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água*. João Pessoa (Brasil).

Banco de la República. (2016). *Producción, PIB y empleo*. Recuperado el 5 de Octubre de 2016, de <http://www.banrep.gov.co/es/pib>

Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Pearson.

Boyacá Cultural. (2015). *Caldas, Municipio de Boyacá*. Obtenido de http://www.boyacacultural.com/index.php?option=com_content&view=article&id=567&Itemid=55

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA. (17 de Mayo de 2016). *Novedades*. Obtenido de Clasificación temática del consumo básico de agua: <http://www.cra.gov.co/es/novedades/noticias/23739-conoce-el-nuevo-consumo-b>

DANE. (2005). *NBI municipal*. Recuperado el 3 de Octubre de 2016, de https://www.dane.gov.co/censo/files/resultados/NBI_total_cab_resto_mpio_nal.xls

DANE. (2 de Marzo de 2016). *Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2015*. Recuperado el 3 de Octubre de 2016, de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/bol_pobreza_15_.pdf

El tiempo. (04 de 03 de 2000). *Acueducto de aguas lluvias*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1279793>

Empresas Públicas de Medellín. (22 de Septiembre de 2016). *Tips para el uso inteligente*. Obtenido de http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Agua/Tipsparaelusointeligente.aspx

Florián García, P. J. (2004). *Programa de capacitación para la recuperación de la quebrada la Playa del Municipio de Caldas (Boyacá)*. Tunja: Trabajo de Grado - UPTC.

Google Inc. (25 de Julio de 2015). *Google maps*. Obtenido de <https://www.google.es/maps/@5.5803857,-73.8558912,13z>

Hellriegel, D., Jackson, S., & Slocum, J. (2002). *Administración: un enfoque basado en competencias*. Bogotá: Thomson Learning.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Mc Graw Hill.

Ki-moon, B. (10 de 12 de 2013). *Gran idea 2014: el año de la acción por el clima*. Obtenido de <http://www.un.org/climatechange/es/blog/2013/12/gran-idea-2014-el-ano-de-la-accion-por-el-clima-por-el-secretario-general-de-las-naciones-unidas-ban-ki-moon/>

Lenntech. (15 de 05 de 2016). *Calculadora de precipitaciones*. Obtenido de <http://www.lenntech.es/calculadoras/lluvia/precipitaciones.htm>

Méndez Álvarez, C. E. (1996). *Metodología, guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas*. Bogotá: Mc Graw Hill.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (3 de Octubre de 2016). *Vivienda Rural*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/vivienda-rural.aspx>

Palacio Castañeda, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. *Revista Gestión Ambiental*, 25-40.

Pastrana Buelvas, E., Jost, S., & Márquez Restrepo, M. (2010). *Más allá de la seguridad democrática, agenda hacia nuevos horizontes*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Revista Dinero. (13 de Agosto de 2014). *Dinámica histórica en el sector constructor*. Recuperado el 2 de Octubre de 2016, de <http://www.dinero.com/pais/articulo/construccion-2013/193124>

WWF. (07 de 12 de 2015). *5 tendencias energéticas en el futuro*. Obtenido de <http://www.wwf.org.co/?257878/5-tendencias-energéticas-del-futuro>

15 Presupuesto

RUBROS FINANCIABLES	FUENTES		TOTAL
	FODEIN Fondo universidad	Programa Horas investigación	
Personal: Incluye las horas de investigación del autor y de los auxiliares de investigación		9.000.000	9.000.000
Auxilio a investigadores	0	0	0
Equipos	0	0	0
Software	0	0	0
Materiales: equipos energía solar	1.000.000	0	1.000.000
Papelería (Resmas de papel, marcadores, lápices, resaltadores, cds, etc.)	0	0	0
Fotocopias	0	0	0

Salidas de campo (10 viajes)	0	0	0
Material bibliográfico	0	0	0
Publicaciones y patentes	2.100.000	0	2.100.000
Libro resultado de investigación	0	0	0
Servicios técnicos Contratación personal en construcción y electricidad	0	0	0
Movilidad académica: Participación como ponentes en eventos de investigación	500.000	0	500.000
Imprevistos (10% de la asignación)	0	0	0
Pares Académicos	400.000		400.000
TOTAL	4.000.000	9.000.000	13.000.000



CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA VICERRECTORÍA UNIVERSIDAD ABIERTA Y A

DISTANCIA - VUAD

Acta de Iniciación de Proyecto de Investigación

Convocatoria Interna 12 — 2017 para Proyectos de Investigación

FODEIN - USTA

Una vez cumplido el proceso previsto en la Décimo segunda Convocatoria Interna de Proyectos de Investigación (FODEIN), correspondiente al periodo 2017, en particular lo relacionado con la aprobación y asignación de las partidas presupuestales necesarias para

ejecutar los mismos y una vez definidos en acta de comité de investigación VUAD No. 16, del 29 de noviembre de 2016, se dejan las siguientes constancias, acuerdos y obligaciones de las partes que suscriben la presente acta.

Que se aprueba la financiación del proyecto titulado: "Modelo de autoconstrucción de vivienda rural con autosuficiencia energética y de abastecimiento de agua." en el cual oficia como investigador principal Hermes Castro Fajardo, con 6 horas semanales de investigación, vinculado a la Facultad de Ciencia y Tecnología y como co-investigador el profesor Diego Fernando Tovar, con 6 horas semanales de investigación, vinculado a la Facultad de Ciencia y Tecnología. Para efectos del sistema de gestión de la investigación, este proyecto se identificará de ahora en adelante con el código 17390081, y con el centro de costo No. 640203-13.

Este proyecto cuenta con una asignación presupuestal del FODEIN USTA de CUATRO MILLONES DE PESOS M/CTE (\$4.000.000), y tiene una contrapartida de ONCE MILLONES DOSCIENTOS VEINTI NUEVE MIL PESOS M/CTE (11.229.000), correspondientes las horas nómina asignadas a los investigadores, por parte de la Facultad de Ciencia y Tecnología, para el desarrollo del proyecto. El total del proyecto es de QUINCE MILLONES DOSCIENTOS VEINTINUEVEMIL PESOS M/CTE (\$15.229.000), discriminados de la siguiente manera:

PRESUPUESTO GLOBAL

RUBROS FINANCIABLES	FUENTES		TOTAL
	FODEIN	CONTRAPARTIDA FACULTAD	
PERSONAL		11.229.000	11.229.000
EQUIPOS	1.000.000		1.000.000
MOVILIDAD ACADÉMICA (VIAJES)	500.000		500.000
PUBLICACIONES Y PATENTES	2.100.000		2.100.000
PARES ACADÉMICOS	400.000		400.000
TOTAL	4.000.000	11.229.000	15.229.000

El(a) Investigador(a) Principal declara que sus OBLIGACIONES para con la UNIVERSIDAD son:

- Cumplir con los objetivos generales y específicos declarados en el proyecto.
- Cumplir con las actividades incluidas en el cronograma, resultados y entrega de los productos relacionados en el proyecto, como son:

Datos investigadores		Cronograma de Productos		
Nombre		Producto	Fecha de entrega	Entregable
Hermes Castro Fajardo	Diego Fernando Tovar	Generación de nuevo conocimiento	Entre el 16 de marzo de 2018 y el 16 de agosto de 2018	(1) Artículo publicado en revista indexada A2, B o C.
Hermes Castro Fajardo		Apropiación social de conocimiento		Estrategia de comunicación del conocimiento para p CC
Hermes Castro Fajardo	Diego Fernando Tovar			Participación en un
Hermes Castro Fajardo		Formación del Recurso Humano		Trabajo de grado de pregrado

- Entregar al Centro de Investigación un Informe de Avance del proyecto de Investigación, en la semana del 18 al 30 de noviembre de 2017. El informe de avance debe ser publicado en el aula virtual de la plataforma institucional Moodle, denominada "inv12 Investigación CI-VUAD 2017 Convocatoria 12 para grupos de investigación y 06 para semilleros de investigación".
- Publicar los diferentes productos de procesos administrativos, jurídicos y financieros a través del aula virtual de la convocatoria 12 para grupos de investigación y 06 para semilleros de investigación.
- Entregar al Centro de Investigación de la VUAD, a través del aula virtual de la plataforma Moodle, el Informe Final junto con el borrador de artículo el 15 de marzo de 2018 y los productos faltantes dentro de dentro de los seis meses siguientes a la entrega del informe final.

Nota: Tanto el Informe de Avance como el Informe Final deben estar acompañados de un informe con la ejecución presupuestal a la fecha. Se aclara, para el caso en que se requiera hacer ajustes al presupuesto, que éste se puede hacer sólo una vez, previa justificación del mismo ante el Centro de investigación VUAD.

- Cumplir con las condiciones de financiamiento aprobadas en la propuesta de Investigación.
- Tramitar las solicitudes de ejecución presupuestal a través del Centro de Investigación VUAD de acuerdo con el instructivo entregado.
- Cumplir las obligaciones que se deriven de convenios específicos firmados entre la Universidad Santo Tomás y entidades cofinanciadoras, informando oportunamente sobre las dificultades que se presenten en la ejecución del proyecto y su cronograma para los efectos legales que se generen.
- Cuidar por la preservación y seguridad de los activos adquiridos con recursos del proyecto.
- Retornar los activos adquiridos con recursos del proyecto y firmar actas de entrega de recibido y devolución por intermedio del centro de Investigación VUAD.
- Asistir a las reuniones convocadas por la Unidad de Investigación o el Centro de Investigación VUAD que estén relacionadas con proyecto aprobado.
- Gestionar la publicación de los productos de investigación una vez sean aprobados por los pares evaluadores externos.
- Reportar los productos al CVLAC y GRUPLAC al que pertenezca el proyecto.
- Asistir a las jornadas de formación y capacitación programadas por el centro de investigación en referencia al desarrollo del proyecto.

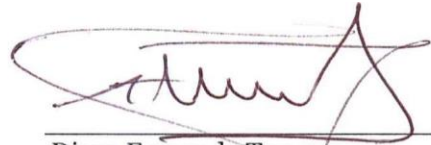
De otra parte, la UNIVERSIDAD se obliga para con el Investigador:

- Cumplir con la Ley y la reglamentación interna relacionada con la protección legal de los derechos patrimoniales y morales a que haya lugar, teniendo en cuenta que la Universidad financia la ejecución del proyecto.
- Apropiar los recursos presupuestales asignados al proyecto y aprobados por el Comité Administrativo Financiero y el Comité General de Investigación VUAD.
- Tramitar con la debida oportunidad las solicitudes de ejecución presupuestal que cumplan con los procedimientos, requisitos y fechas establecidas.
- Revisar y dar a conocer al Investigador principal, los ajustes a que haya lugar de acuerdo con el Informe de Avance y Final presentados.
- Enviar a evaluación de pares académicos externos, los Informes y la producción académica y/o científica que se deriven del proyecto de investigación, sus avances y sus resultados.
- Citar al Investigador Principal a reuniones relacionadas con asuntos inherentes al proyecto y sus resultados.
- Apoyar la visibilización de aquellos productos del proyecto de investigación que muestren resultados de relevancia para la comunidad científica a nivel nacional e internacional, mediante acuerdo previo entre las partes.

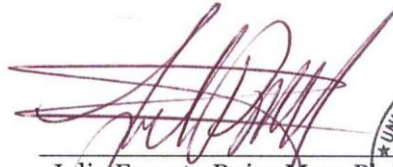
Una vez leída por las partes y existiendo pleno acuerdo sobre su contenido se firma en la ciudad de Bogotá, D.C., el lunes 1 de junio del año 2017.



Hermes Castro Fajardo
Investigador Principal



Diego Fernando Tovar
Co-investigador



Julio Ernesto Rojas Mesa P.D.
Director Centro de Investigación
VUAD



Claudia Patricia Pérez Romero
Decana Académica
Facultad de Ciencias y Tecnologías



Fray Tiberio Polanía Ramírez, O.P.
Vicerrector General Universidad
Abierta y a Distancia



Visto Bueno Oficina de Presupuesto



Semestre 4 fecha: 15/01/2019

Presentaciones y proyecto final

En el cuarto semestre del semillero de investigación dimos a conocer nuestro proyecto en la **X JORNADA CIENTÍFICA Y DE LA INNOVACIÓN EN LA FERIA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN “LA CIENCIA EN EL BICENTENARIO”**, realizada por la universidad UNISANGIL Chiquinquirá, donde se presentó nuestro proyecto participaba en la categoría de ciencias naturales y exactas, el modelo lavra ocupó el tercer puesto en esta categoría.

Se realizó la presentación **1 FERIA REGIONAL AGROINDUSTRIAL** realizada en Chiquinquirá Boyacá donde se expusieron diferentes productos de la región, esta feria fue organizada por la **UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA**.

Se realizó el trabajo de proyecto final presentado por Fabián Martínez donde se expone más abiertamente de que se trata este modelo.



HACE CONSTAR QUE:

Fabián Leonardo Martínez Arévalo

D.I. 1051185410

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Participó en la X Jornada Científica y de la Innovación en la Feria de proyectos de investigación "La ciencia en el Bicentenario" En calidad de Ponente con el título "Modelo de autoconstrucción de vivienda rural con autosuficiencia energética y abastecimiento de agua " modelo lavra"

Para constancia se firma en Chiquinquirá, Boyacá, a los 10 días del mes de mayo de 2019.



EDWIN STIVEN SACRISTÁN CARRILLO
Director Departamento de Investigación
Sede Chiquinquirá

CERTIFICADO DE PARTICIPACION UNISANGIL

CERTIFICADO DE TERCER PUESTO UNISANGIL



HACE CONSTAR QUE:

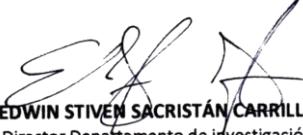
Fabián Leonardo Martínez Arévalo

D.I. 1051185410

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Con la ponencia "Modelo de autoconstrucción de vivienda rural con autosuficiencia energética y abastecimiento de agua " modelo lavra" Obtuvo el **Tercer puesto** en la categoría **investigación en Ciencias Naturales y Exactas** en el marco de la **X Jornada Científica** y de la Innovación en la Feria de proyectos de investigación "La ciencia en el Bicentenario"

Para constancia se firma en Chiquinquirá, Boyacá, a los 10 días del mes de mayo de 2019.



EDWIN STIVEN SACRISTÁN CARRILLO
Director Departamento de Investigación
Sede Chiquinquirá

CERTIFICADO FERIA AGRO INDUSTRIAL



Certificado
de participación



Administración Municipal
Unidos por Chiquinquirá

Otorga a :

FABIAN LEONARDO MARTÍNEZ ARÉVALO
C.C. 1051185410

Por su destacada Participación como Expositor en la I Feria Regional Agroindustrial realizada en Chiquinquirá (Boyacá) los días 23,24 y 25 de agosto de 2019



CESAR AUGUSTO CARRILLO ORTEGON

**Dr. Cesar Augusto Carrillo
Ortegon
Alcalde**



**Aura Yohana Rodríguez Delgadillo
Secretaria de Desarrollo
Económico y Agropecuario**

Se expide la ciudad de Chiquinquirá (Boyacá) el dia Domingo 25 de agosto de 2019

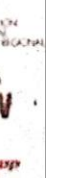
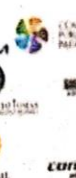
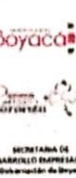
Organizan



Administración Municipal
Secretaría de Desarrollo
Económico y Agropecuario



Auspician



PROYECTO FINAL



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORIA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA

**“PROPUESTA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA LIVIANA TIPO VIS/VIP,
METODO LAVRA (CASAS ESPAÑOLAS Y MEDITERANEAS), EN EL
MUNICIPIO DE CALDAS DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA”**

FABIAN LEONARDO MARTINEZ AREVALO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS ABIERTA Y A DISTANCIA

CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

CHIQUEQUIRA, BOYACA

2019



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORIA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA

**“PROPUESTA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA LIVIANA TIPO VIS/VIP,
METODO LAVRA (CASAS ESPAÑOLAS Y MEDITERANEAS), EN EL
MUNICIPIO DE CALDAS DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA”**

FABIAN LEONARDO MARTINEZ AREVALO

**Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial
para optar al título de:**

CONSTRUCTOR EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

Director:

ARQUITECTO HECTOR ALBA PULIDO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS ABIERTA Y A DISTANCIA

CONSTRUCCION EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

CHIQUEQUIRA, BOYACA

2019



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORIA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA

Las bases del éxito están en siempre dar el máximo esfuerzo, siendo impecable con las palabras, siendo humilde, mi agradecimiento siempre va a ser a las personas que me enseñaron algo, que transmitieron su conocimiento sin obtener algún beneficio que solamente lo hicieron por que yo también fuera tan o más exitoso de lo que son ellos en este momento.

Este título es en memoria de mi hermano SANTIAGO...

FABIAN LEONARDO MARTINEZ AREVALO

Agradecimiento

Quiero darle gracias a Dios por darme la salud y la sabiduría para culminar mi carrera, a mi mama **Yeceida Arevalo Peña**, quien ha sido mi motor, la persona más importante en mi vida, a el ingeniero **Julián Antonio Rodríguez** quien en su papel de jefe, se comportó más como un padre, él me ha enseñado a ser persona, a ser humilde independientemente del título que tengamos, a mi mejor amigo **Robinson Franco** que ha sido una compañía, a la universidad, compañeros y a al profesor **Hermes Castro Fajardo** por su dedicación, ayuda y empeño para que lograra culminar con éxito éste propósito.

Resumen

El trabajo expone un modelo alternativo de construcción que se constituye en una opción económica de vivienda para mejorar la calidad de vida de la población menos favorecida como es la campesina, para lo cual se propone el uso de madera y mortero y su complementación a un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias.

Basados en los sistemas estructurales y modelos de construcción ya existentes, lo que se pretende es hacer una conversión de estos métodos a algo mucho más eficaz y eficiente en la solución de problemas y en el cumplimiento estricto de diseño sismo resistente, efectividad y carácter en el proyecto innovador.

Palabras Clave:

autoconstrucción, sostenible, madera, mortero, vivienda rural, lavra.

Abstract

The work presents an alternative model of construction that is an economical choice of housing to improve the quality of life of the population as it is the peasant, for which proposes the use of wood and mortar and its complementarity to a rain water harvesting system.

Based on structural systems and existing construction models, what is intended is to make these methods convert to something much more effective and efficient in solving problems and in strict adherence to design earthquake-resistant, effectiveness and character in the innovative project.

Keywords:

self-construction, sustainable, wood, mortar, rural housing, lavra.

Contenido

<u>Lista de figuras</u>	4
<u>Lista de tablas</u>	5
<u>Lista de símbolos y abreviaturas</u>	5
<u>Introducción</u>	6
<u>1. Capítulo 1, Aspectos Generales</u>	8
<u>1.1 Localización</u>	8
<u>1.2 Información general</u>	9
<u>1.2 Objetivos</u>	16
<u>1.2.1 Objetivo general</u>	16
<u>1.2.2 Objetivos específicos</u>	16
<u>1.3 Análisis y formulación del problema</u>	17
<u>1.4 Desarrollo y planteamiento de la metodología</u>	18
<u>1.5 Estado del arte</u>	18
<u>2. Capítulo 2, Aspectos teóricos y legales</u>	22
<u>2.1 Marco teórico</u>	22
<u>2.1.1 Los sistemas constructivos</u>	22
<u>2.1.2 Sistema alternativo de suministro de agua</u>	24
<u>2.1.3 Impacto ambiental</u>	25
<u>2.1.4 Contexto Nacional</u>	26
<u>2.1.5 Contexto Internacional</u>	27
<u>2.2 Marco legal</u>	32
<u>2.2.1 Normas técnicas colombianas</u>	32
<u>3. Capítulo 3, Diagnóstico y alternativa de construcción</u>	33
<u>3.1 Antecedentes del modelo</u>	33
<u>3.2 Diseño y materiales del prototipo</u>	35
<u>3.3 Presupuesto y programación de prototipo de cabaña</u>	41
<u>3.4 proceso constructivo</u>	42
<u>3.5 Comparativo de los modelos</u>	45
<u>3.6 Sistemas autosustentables para servicios públicos</u>	46
<u>4. Capítulo 4, recomendaciones y conclusiones</u>	48
<u>4.1 Recomendaciones</u>	48
<u>4.1 Conclusiones</u>	49

MODELO LAVRA

<u>Bibliografía</u>	50
<u>Anexo A, Especificaciones técnicas de procesos constructivos y de materiales.</u>	51

Lista de figuras

<u>Ilustración 1 ubicación</u>	8
<u>Ilustración 2 plataforma</u>	28
<u>Ilustración 3 sistema sip</u>	29
<u>Ilustración 4 sistema block</u>	30
<u>Ilustración 5 sistema clt</u>	31
<u>Ilustración 6 muros de mortero</u>	33
<u>Ilustración 7 cimentación</u>	34
<u>Ilustración 8 modelo en 3d</u>	35
<u>Ilustración 9 planta piso 1</u>	35
<u>Ilustración 10 planta piso 2</u>	36
<u>Ilustración 11 corte transversal AA</u>	36
<u>Ilustración 12 corte longitudinal bb</u>	37
<u>Ilustración 13 fachada frontal</u>	37
<u>Ilustración 14 fachada lateral</u>	38
<u>Ilustración 15 detalle de junta de madera</u>	38
<u>Ilustración 16 detalle de junta de madera</u>	39
<u>Ilustración 17 detalle de cimientos</u>	39
<u>Ilustración 18 detalle de muros</u>	39
<u>Ilustración 19 detalle de cubierta</u>	40
<u>Ilustración 20 proceso constructivo</u>	42
<u>Ilustración 21 avance constructivo del prototipo</u>	43

Lista de tablas

<u>Tabla 1 Porcentaje de hogares que enfrentan privación por variable en centros poblados y rural disperso. 2014-2015</u>	10
<u>Tabla 2 indicador cierre de brechas</u>	11
<u>Tabla 3 identificación de problemas</u>	12
<u>Tabla 4 servicios públicos</u>	13
<u>Tabla 5 impacto de los materiales de construcción</u>	25
<u>Tabla 6 impacto ecológico</u>	26
<u>Tabla 7 presupuesto</u>	41
<u>Tabla 8 programación de obra</u>	42
<u>Tabla 9 presupuesto sistema tradicional</u>	45

Lista de símbolos y abreviaturas

m³: medida de volumen, metro cubico

m²: medida de área, metro cuadrado

NSR 10: norma sismo resistente del 2010

Introducción

El hombre es muy extraño, nacer no pide, vivir no sabe y morir no quiere. Es en verdad extraño, pero han sido más los ejemplos de que nacemos por algo, vivimos por algo y morimos con la satisfacción o no de haberlo hecho. A la felicidad muchos buenos pensadores le han encontrado varios caminos, pensando tal vez que esto es una meta, la felicidad es más bien la cuesta y no la cima, pues esa cuesta, ¿qué es lo que tiene en especial, como para que nos haga felices?

En los siglos pasados, desde que se dio mérito a la ciencia, un buen proyecto, que fuera bien visto por la academia

tenía que tratarse de algo tan lógico para el científico y tan salido de lógica del no estudioso como para que generara controversia y aun así fuera una ley aplicable a la vida cotidiana de los hombres, si no más la tesis de la evolución de las especies de CHARLES DARWIN que es apenas lógico pensar que es una ley cumplible en el mundo, para que al mismo tiempo nos aleja del lado espiritual de la vida (en términos subjetivos), es un ejemplo claro de un proyecto en aquellos tiempos, o el descubrimiento de la ley natural de la gravedad, que también fue una gran victoria y avance. para la siguiente edad, la edad de la industria, a partir de aquí la revolución industrial, es que los proyectos bien vistos empezaron a cambiar sus avances por cosas que fueran más productivos para la satisfacción de las demandas de los consumidores en el mundo; entonces la frase “si se vende, es bueno”.

La mayoría de actividades sociales en el siglo XXI están en una profunda crisis, porque los problemas de nuestro tiempo intentan resolver con proyectos y soluciones de los siglos pasados, varios ya personajes contemporáneos han sido los que dicen que las soluciones a los problemas de nuestra era no se resuelven con ideas industrialistas y mecánicas, es un poco complicado hacer entender al mundo que la interdisciplinariedad de las profesiones en las que vivimos es la principal causa de nuestra incapacidad para resolver los asuntos que se

MODELO LAVRA

presentan en nuestra sociedad contemporánea; por eso, en este trabajo se presenta un proyecto, una idea para la interdisciplinar de la ciencia de la construcción en general que ha sido desarrollada con investigación en ciencias sociales y naturales también; para resolver los problemas que se nos presentan en este tiempo, creemos que; no hay que plantear ideas empresariales que vendan sino que también ayuden , es decir en una comparación de la industria de tiempo atrás y la industria contemporánea, presentamos hoy una idea fuera del ánimo de acumulación de capital, pero con toda la esperanza de ayudar a que la sociedad humana viva con dignidad, con esta manera , que a las personas a las que ayude encuentren un camino más pronto a la felicidad.

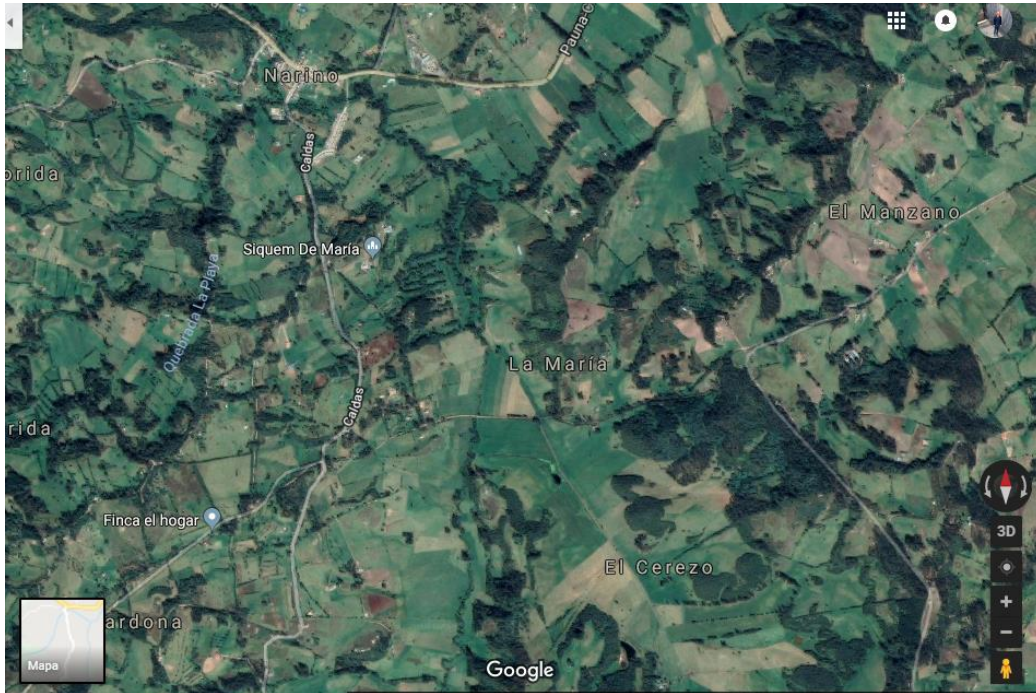
La idea fue pensamiento concebido no con el ánimo lucrativo, si no como la forma de resolver una problemática de vivienda para la población rural que fuera más eficiente y sustentable posible, fue hace ya tiempo en que la idea fue tomando forma al punto de convertirse hoy en algo que podría resolver este asunto que muchas personas realmente necesitan.

En estas páginas veremos el objeto en plenitud documentado para la facilidad de digestión y con un lenguaje entendible para el ingeniero científico y para la ama de casa porque lo que se quiere es mejor sus vidas y cambiar el mundo.

1.Capítulo 1, Aspectos Generales

1.1 Localización

Ilustración 1 ubicación



FUENTE: Google mapas

El desarrollo del proyecto se realiza en la finca Santa Clara en la vereda Carrizal del municipio de Caldas Boyacá, esta finca es de propiedad del profesor HERMES CASTRO FAJARDO, quién es el director del semillero y con sus recursos se financio la implementación del modelo LAVRA.

1.2 Información general.

Esta información es del anteproyecto contemplado en el documento para la financiación en FODEIN, donde obtuvo una financiación de \$ 4.000.000 pero no fue posible ejecutar debido a que el docente no era de tiempo completo o de medio tiempo.

La población colombiana presenta grandes necesidades que son escasamente satisfechas por el Estado, en especial en el campo, pues “en 2005 [...] el porcentaje de pobres rurales alcanzó el 68,2%” (Pastrana Buelvas, Jost, & Márquez Restrepo, 2010, pág. 51) y aunque se redujo al 41,4% en el 2014 y a 40,3% en el 2015 (DANE, 2016), muchos hogares aún no puedan acceder a la adquisición de los bienes y servicios necesarios para mejorar su calidad de vida, entre ellos a una vivienda digna.

Al revisar el índice de pobreza multidimensional para zonas rurales, se encuentra que los temas relacionados con la vivienda (acceso a agua de calidad, material inadecuado de pisos y paredes, hacinamiento crítico e inadecuada eliminación de excretas) tienen una alta incidencia y por ende es una necesidad que debe ser suplida de manera urgente con el fin de garantizar los derechos de esta comunidad, que es muy vulnerable a no tener movilidad social (Ver Tabla 1).

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, tiene un programa para subsidiar soluciones de vivienda rural y muchos municipios acceden a este tipo de recursos, por ejemplo, bajo la modalidad de construcción de vivienda nueva en sitio propio, el hogar beneficiario puede “edificar una estructura habitacional la cual debe tener un área mínima de cincuenta (50) metros cuadrados con al menos un espacio múltiple, tres (3) habitaciones, baño, cocina, cuarto de herramientas, alberca para el almacenamiento de agua y limpieza, y saneamiento básico, incluyendo aparatos e instalaciones hidráulicas y sanitarias de la vivienda, así como la solución de manejo de excretas y/o aguas residuales domésticas” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

MODELO LAVRA

Tabla 2 Porcentaje de hogares que enfrentan privación por variable en centros poblados y rural disperso. 2014-2015

Variable	2014	2015	Variación p.p 2015/2014
Sin acceso a fuente de agua mejorada	41,8	37,5	-4,3 *
Material inadecuado de pisos	18,3	15,9	-2,4 *
Rezago escolar	40,2	37,8	-2,4 *
Analfabetismo	24,1	22,1	-2,0 *
Bajo logro educativo	83,6	81,6	-2,0 *
Inadecuada eliminación de excretas	24,0	22,1	-1,9
Trabajo informal	92,0	90,6	-1,4 *
Barreras de acceso a servicios de salud	9,9	8,5	-1,4 *
Barreras a servicios para cuidado de la primera infancia	8,7	7,5	-1,2 *
Inasistencia escolar	6,6	5,6	-1,0 *
Trabajo infantil	7,1	6,4	-0,7
Material inadecuado de paredes exteriores	1,9	1,8	-0,1
Sin aseguramiento en salud	11,1	11,2	0,1
Hacinamiento crítico	10,8	10,9	0,1
Desempleo de larga duración	8,7	9,0	0,3

Fuente: (DANE, 2016)

Por su parte, Caldas (Boyacá) tiene un índice de Necesidades Básicas Insatisfechas –NBI- del 40,56% en la población rural (DANE, 2005), lo que indica que cerca de la mitad de la población tiene alguna carencia o pobreza; y de acuerdo con el artículo 7 de la Resolución 000225 de 2016, para el 2017, el Municipio tendría priorizadas 23 soluciones de vivienda nueva por un valor de \$348.863.724, lo que indica que cada unidad habitacional tiene un costo de \$15.167.988 y cada metro cuadrado construido un valor de \$303.360.

plan de desarrollo de caldas Boyacá “por unas caldas productivo” 2017-2019

Sector Vivienda en caldas Boyacá

El grado de urbanización expresa el peso relativo de la población urbana con respecto a la población total, es decir, qué parte de la población vive en el área urbana. La localización de las personas en ámbitos rurales o urbanos, es determinante para el acceso a ciertos servicios, esto contribuye a describir las condiciones de vida de una población pudiendo discriminar problemas de salud y otros de naturaleza social y económica. El grado de urbanización o porcentaje de la población que vive en la cabecera municipal de Caldas para el 2016 era del 6.9%.

MODELO LAVRA

Según información obtenida del SICAPS, para el año 2016 el municipio de Caldas cuenta con 430 viviendas que albergan 471 familias. Esto hace evidente que existe un déficit no muy alto de viviendas para cubrir la totalidad de las familias. En el banco de proyectos del municipio se encuentra registrado el proyecto de vivienda rural Villa Mercedes que busca beneficiar a 45 familias sin embargo este no ha sido presentado ante ninguna entidad del nivel departamental ni nacional para lograr su fin. La administración dentro de su proceso de gestión buscara los mecanismos de apoyo tendientes a dar continuidad a este proyecto. Por otra parte, se presenta un alto número de predios sin escrituración y con falsa tradición lo cual impide acceder a los beneficios de mejoramiento de vivienda.

En lo que hace referencia a la calidad de la vivienda, existe un alto porcentaje de viviendas especialmente rurales que se encuentran en mal estado puesto que la mayoría se hallan construidas en adobe y pisos en tierra, algunos cuentan con un solo dormitorio, sin cocinas adecuadas y sin baterías sanitarias; Esta situación requiere de atención prioritaria por lo que se hace necesario establecer programas que procuren el mejorar las instalaciones locativas de las viviendas para garantizar un mejor vivir de sus habitantes. En la zona urbana de Caldas se presenta algunas edificaciones con alto riesgo de colapsar, situación que obliga a una intervención por parte del comité de Riegos para evitar emergencias futuras.

Tabla 3 indicador cierre de brechas

Indicador Cierre de Brechas	NIVEL ACTUAL			Meta 2018	Esfuerzo	Situación de la ET frente
	MUNICIPIO	Dep/to	Región			
DÉFICIT CUALITATIVO DE VIVIENDA (2005)	50.3%	33,50%	24,00%	20.6%	MEDIO ALTO	Dado que el municipio registra un déficit cualitativo de Vivienda del 50,3%, superior al del nivel departamental y regional, el municipio debe hacer un esfuerzo medianamente significativo para brindar mejores condiciones de vida y de habitar para poder alcanzar la meta del 20.6%, pero es de aclarar que en dichas estadísticas no se incluyen, los proyectos de mejoramiento de vivienda ejecutados en las últimas vigencias.

MODELO LAVRA

DÉFICIT CUANTITATIVO DE VIVIENDA (2005)	3,70%	7,10%	11,90%	3,70%	MEDO BAJO	El municipio cumple con el 100% del valor de meta que es del 3,7% y se encuentra muy por encima en cumplimiento a nivel departamental y regional, lo que determina un esfuerzo medio bajo. Sin embargo, se debe seguir trabajando para que toda la población tenga acceso a una vivienda digna.
--	-------	-------	--------	--------------	--------------	---

Fuente: plan de desarrollo de caldas.

Tabla 4 identificación de problemas

DIMENSIÓN	SECTOR/TEMA TRANSVERSAL	SITUACIONES NEGATIVAS ENCONTRADAS	POBLACIÓN A LA QUE AFECTA	UBICACIÓN DE LA SITUACIÓN NEGATIVA	SÍNTESIS DEL PROBLEMA IDENTIFICADO
SO CIA L	VIE ND A	Se evidencia muchas Viviendas en mal estado en la zona urbana pero especialmente en la zona rural con problemas estructurales y de calidad de hábitat. También existen algunos núcleos familiares que aún no tiene vivienda propia, hogares en hacinamiento y viviendas ubicadas en zonas de riesgo	Población en general con escasos recursos.	Todas las zonas rurales y urbanas	Se deben proyectar programas y proyectos que brinde el mejoramiento de las condiciones de vida de las familias más desfavorecidas.

Fuente: plan de desarrollo de caldas.

MODELO LAVRA

Sector de Otros Servicios Públicos

En el sector de otros servicios públicos domiciliarios se incluye el servicio de energía, alumbrado público, gas domiciliario, telefonía e internet.

Tabla 5 servicios públicos

Cobertura GAS natural (IV Trim 2016)	93,3%
Cobertura energía total (2015)	97,9%
Penetración internet (Suscriptores/número personas, 2016)	0,7%

Fuente: Minminas - 2016, SIEL - 2015, Mintic II Trim- 2016 - Cálculos DDTS

El servicio de energía eléctrica tiene una cobertura del 97,9% sin embargo se presentan deficiencias por cortes frecuentes de energía y continuos daños en la red que afecta a toda la población tanto rural como urbana. En lo correspondiente al alumbrado público se requiere mantenimiento, la ampliación de la red en la cabecera municipal y en el centro poblado de Nariño. En la zona rural se hace necesario hacer una ampliación de cobertura de electrificación Rural para garantizar el servicio en la totalidad del territorio.

En lo que tiene que ver con el servicio de gas domiciliario, la empresa Gas Natural Cundiboyacense prestadora del servicio adelanta estudios para ampliar la cobertura, que al 2016 está en 93,3%; con la cual busca llegar a la totalidad de la población urbana en la cabecera municipal y en el centro poblado de Nariño. Sin embargo, aún no se establece la prestación del servicio para la zona rural.

El cuanto al servicio de telefonía celular se presentan grandes inconvenientes de cobertura pues la señal no llega a todo el territorio y el servicio es pésimo en los lugares donde se tiene cobertura. Igual caso sucede con el acceso al Internet dado que solamente existen dos puntos de Vive Digital para cubrir la demanda de la población en general; a pesar que por el municipio pasa la red de fibra óptica administrada por la empresa Azteca comunicaciones, el servicio es deficiente y no tiene cobertura adecuada.

MODELO LAVRA

La administración municipal realizará los acercamientos necesarios con las empresas prestadoras de estos servicios a fin de dar solución a los inconvenientes, todo en procura de elevar la satisfacción de la población y el cubrimiento de las necesidades básicas de estos servicios. **(plan de desarrollo de caldas Boyacá “por unas caldas productivo” 2017-2019)**

Generalmente los municipios utilizan los recursos asignados para soluciones de vivienda construidas en materiales rígidos, como son el ladrillo o bloque y el concreto, los cuales ofrecen grandes ventajas por su duración y preferencia de las familias, sin embargo, es una de las principales limitantes para atender todas las necesidades de la comunidad, ya que los elevados costos de la construcción y la falta de gestión por ineficiencia de la Administración Pública, hace que muchos hogares continúen sin obtener una vivienda digna.

En el mercado existen soluciones más económicas para la construcción de unidades habitacionales, que muchas veces no son tenidas en cuenta, entre ellas las construcciones flexibles como las prefabricadas o a base de madera,

que, además, requieren poca mano de obra especializada y por ende pueden ser construidas por los mismos campesinos. Estas soluciones alternativas podrían multiplicar las unidades de vivienda construidas con los mismos presupuestos y es posible en la medida que la única condición para el tipo de vivienda es que cumpla “con las condiciones y particularidades climáticas, geográficas, topográficas y culturales de cada zona o región, y será ajustada a dichas condiciones en cuanto a tipo de materiales” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Estudiar diferentes modelos de vivienda, permite comparar sus costo y conveniencia con los de la construcción convencional, de tal manera que los administradores públicos y la comunidad en general, podrán tomar decisiones con respecto a cuales soluciones construir y así mejorar la calidad de vida de la

MODELO LAVRA

mayor parte de los campesinos, es por ello que la investigación, desde un enfoque humanista, busca ofrecer respuestas a dichas situaciones de pobreza y desigualdad, aspecto que comprende la responsabilidad social empresarial y la ética en los negocios, debido a que “los intereses económicos no tienen que ser diferentes de los intereses del orden ético. Comportarse con ética es, por tanto, redituable” (Hellriegel, Jackson, & Slocum, 2002, pág. 179).

Por lo anterior, el problema es abordado para diseñar un modelo innovador y económico de construcción que puede ser erigido por el mismo campesino y que requiere poco acompañamiento técnico y profesional, lo que significa grandes ahorros en costo y tiempo para el ejecutor, además, por las características de auto sustentabilidad, el proyecto puede ser replicado en zonas apartadas, donde hay dificultad para acceder a servicios de acueducto o energía eléctrica.

Los beneficios de analizar y proponer este tipo de modelos alternativos pueden contribuir al desarrollo de la política pública de vivienda, en la medida que ofrecería mayores ventajas sobre los sistemas convencionales de construcción y por ende multiplicar los resultados en la ejecución de los recursos públicos que tengan como finalidad ofrecer soluciones de vivienda rural.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer un modelo de construcción de vivienda de interés social por el método LAVRA, en el municipio de caldas departamento de Boyacá.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar información sobre el tema.
- Describir los procesos constructivos y técnicos en desarrollo de la propuesta.
- Establecer los beneficios cualitativos y cuantitativos de la propuesta.

1.3 Análisis y formulación del problema

Dentro del plan de supervivencia de las especies, es imprescindible el hecho de contar con un “refugio” un lugar cómodo y agradable que permita descansar y resguardarse, un lugar a que dado el sentido paradigmático de sociedad en un configuracionismo evolutivo que llamamos “hogar o vivienda”; las sociedades han avanzado de acuerdo a estas características materiales: transporte, salud, comunicación, trabajo (empleo) y vivienda digna, sin embargo, en ciertos sectores de la sociedad es más sencillo que en otros conseguir estos bienes debido a la organización social de los gobiernos.

Colombia divide económicamente a su sociedad en niveles de estrato social; es por esto que dependiendo la calidad de vida de una familia su estrato puede variar entre 0 y 6; siendo estrato 0 las personas que toman caminos de indigencia y drogadicción, y estrato 6 los dueños de grandes compañías como el grupo AVAL y BABARIA, la población rural colombiana encuentra en su sociedad una población con estrato social entre 1 y 3 cuyo sustento es precisamente la producción agrícola. Debido a la estratificación social la población de menores estratos, en este caso la población rural no cuenta con vivienda digna, es por esto que por medio de este proyecto se busca que por ser un método constructivo económico esta población pueda adquirir ya sea por medio de subsidios del municipio y por medios propios una vivienda digna, a continuación, según el plan de desarrollo urbano del municipio de caldas Boyacá

1.4 Desarrollo y planteamiento de la metodología

Para hacer un adecuado desarrollo del proyecto, las acciones se basan en la observación y la investigación objetiva y argumentada, el deseo es la creación de un modelo de auto construcción, un nuevo sistema constructivo que permita desarrollar proyectos de vivienda rural de forma segura y adecuada, que cumpla con excelente calidad de resistencia y comodidad. Estará basada la mayoría de la investigación en las normativas vigentes y aprobadas de construcción, tomando ideas planteadas de construcción en estas normas como la NSR-10, de acuerdo a los planteamientos estipulados adicionaremos o disminuirémos ciertos métodos, con lo cual se pretende llegar a la formación completa y satisfactoria de lo que se quiere lograr. Luego se pasa a la observación, siendo esta el hecho de que haremos nuestro primer prototipo de construcción de vivienda rural con el modelo LAVRA, de esta manera experimental se sabrán las deficiencias finales que se pueden presentar a la idea, y las adecuaciones que serán necesarias para perfeccionarla.

1.5 Estado del arte

El sector de la construcción desde sus inicios siempre ha sido una ciencia que se ha encargado de solucionar problemas a las sociedades; sin embargo, “la construcción” no se instauró como ciencia hasta después de mucho tiempo de sus inicios, donde solo se tenía en cuenta como profesión la “Arquitectura”. Es una perspectiva evolutiva la que se debe dar al sector de la construcción, pues con el paso del tiempo es esto mismo lo que ha hecho realmente “evolucionar” desde los tiempos en que el historiador Heródoto comentaba en sus escrito a cerca de sus viajes por el mundo conocido que había ya culturas en las que se usaba artefactos avanzados para alcanzar sus metas constructiva, lo que hoy conocemos como encofrado, que en aquella época en la que le tocó vivir al famoso historiador se conocían como: *molde parietes* (paredes de molde), lo empleaban los Iberos en la Península Ibérica, u otros relatos relacionados con esta ciencia salidos de “*los nueve libros de la historia*” donde nos habla acerca de las diferencias notables en el uso de herramientas y técnicas en la arquitectura egipcia y la griega. Luego aparecen todas estas técnicas medievales y renacentistas, una pluriculturalidad del mundo arquitectónico,

MODELO LAVRA

encontramos estas **materializaciones** de ideas artísticas, como el Gótico, el Barroco, el Rococó, o el Mudejarismo, que fue el inicio de técnicas originales de la zona oriental en tiempos más recientes

Luego siguiendo el estudio de su historia de cómo otras sociedades avanzadas lograban competir en este sector, y no solamente las sociedades del conocido viejo mundo, si no también civilizaciones americanas que lograron increíbles avances en su evolución socioeconómica, en el área de la construcción dejan mucho que aprender. Analizando también la parte más científica y menos artística del área, vemos como estas culturas tenían información ya acerca de las leyes naturales que rigen el mundo, gracias a esto lograron construir monumentos que aun hoy a través de los siglos se pueden apreciar a penas con un poco de desgaste, estas aplicaciones de la ciencias (que según estudios revelan que son muy complejas) como la astronomía, las matemáticas y la física, que por ejemplo, permitieron a las culturas americanas hacer estructuras en arco mucho antes que la civilización europea o de su alrededor, fueron también las precursoras de ahí en delante de hacer que la construcción se viera como una ciencia a la par de la arquitectura, y se empieza a conocer como “ingeniería de construcción civil”. (Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Sevilla, 26-28 octubre 2000, eds. A. Graciani, S. Huerta, E. Rabasa, M. Tabales, Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, U. Sevilla, Junta Andalucía, COAAT Granada, CEHOPU, 2000.)

Su historia en la civilización actual, empieza en el siglo XVIII aproximadamente, en este momento es cuando la construcción pasa a ser parte de la vida académica, tiene su propia catedra y empieza a avanzar a grandes pasos, empieza a haber leyes que rigen su dirección, dando especificaciones técnicas

para su seguridad y confort, se empieza a hacer apreciación a las antigüedades, a cuidarlas y aprender de ellas, entonces se reúne la suficiente información como para empezar a desarrollar la ingeniería civil como una profesión responsable del avance de la construcción, y de materialización de las ideas de estos sublimes artistas conocidos como arquitectos; en esto, se logran edificar estructuras más rígidas y seguras, que se hacían con rocas de cantera, madera y ladrillos, luego en 1824 con la invención del primer cemento artificial “portland” se logra avanzar aún más, sin embargo, el verdadero boom del mudo de la construcción no sucedió hasta el siguiente siglo, el XX, tiempo en el que el acero

MODELO LAVRA

fue el protagonista, en manos de hombres visionarios como Andrew Carnegie. Se logró construcciones de edificios gigantescos y puentes mucho más largos, y una maravilla de la ingeniería entre muchas de la época, el canal de Panamá y la presa Hoover, o la central hidroeléctrica de las cataratas del Niágara, es indudable que, gracias a mentes brillantes de los Estados Unidos, el mundo avanzó más de lo que lo hizo en la historia de la humanidad. Entonces con todas las bifurcaciones de la sociedad en estos tiempos llenos de coyunturas, se separaron las sociedades en sectores geográficos productores e industriales, ciudades y granjas, sector urbano y sector rural; a partir de aquí se hace un análisis rápido de lo que sucedió luego del avance tecnológico en general, se logró crear estructuras de concreto mucho más rígidas y duraderas, y arquitectónicamente diseños más atrevidos y cómodos, sin embargo empieza a haber vulnerabilidad en el sector rural de la sociedad, siendo para los habitantes de este sector inasequible las obras civiles de vanguardia, en infraestructura vial, edificaciones de atención social y en especial en vivienda, puesto que los métodos de construcción y sus sistemas no son diseñados para este sector, entonces, a esta parte de la sociedad “vulnerable” (campesinos) es necesario y urgente darle una solución óptima de vivienda; a pesar de los esfuerzos realizados por los gobiernos, no se ha logrado un avance satisfactorio, puesto que los sistemas aprobados por la NORMA NSR-10 (que es la que rige los métodos de construcción en Colombia) no son eficientes en su aplicación para este sector social, en consecuencia, es imperativo crear un sistema apto para la solución de este problema; entonces, nace el modelo LAVRA (Modelo de Autoconstrucción de Vivienda Rural Autosustentable), este modelo de auto construcción nació precisamente en el ideal de crear una construcción habitacional para el sector rural, que fuera económico, cómodo y seguro; este modelo ha sido inventado en el semillero de investigación de la Universidad Santo Tomás de Aquino, por un grupo de investigadores científicos y estudiantes, que dirigen este proyecto y que lo ponen en práctica para realizar el análisis a partir del método científico y también la comprensión del asunto, involucrándose totalmente en su creación, el modelo es una reunión y adaptación de otros modelos ya puestos en escena desde hace tiempo, como lo es: la construcción en bahareque, el refuerzo en malla vena, el sistema a porticado, la construcción en madera, el uso de energía solar, métodos de evacuación y desecho de excretas entre otros; de acuerdo con esto, el modelo propone una salida viable a la mala condición habitacional de las personas del sector rural, dando lugar así, a un mejoramiento del nivel y calidad de vida para este sector y un avance en el mundo de la construcción, este sistema permite a las familias campesinas contar con una edificación cómoda y segura que supla todas las necesidades habitacionales, siendo a su vez una idea de producción en la construcción civil con más facilidad, menor uso de materiales, y una gran reducción de costos en comparación con los sistemas convencionales y los industrializados. (Construdata, 2013), (Perez, 2009),

MODELO LAVRA

El método de edificación consiste en el uso de los diseños propuestos que faciliten el uso de mano de obra no especializada en construcción; de esta manera, se lleva a que las personas beneficiarias del proyecto sean quienes a su vez construyan la edificación, guiados por la supervisión que analiza los diseños y los materializa; de esta manera hay una reducción de costos en mano de obra, que generalmente resulta ser lo más costoso en la edificación. Por otro lado, se encuentra el uso de materiales según especificaciones técnicas, en este caso, los materiales se reducen a madera, cemento, arena, roca, malla vena, y alambre de alto calibre, la unión adecuada de estos materiales siguiendo los diseños y modelos propuestos (Modelo LAVRA) resultaran en una edificación cómoda y segura, que cuenta con todos los servicios que hagan confortable y digna su residencia. De esta manera se pretende influir en la creación de nuevas ideas que ayuden a mejorar la calidad de vida de manera igualitaria en nuestra sociedad.

La construcción es una ciencia en avanzada, es una disciplina que combina: ciencia, Arte y técnica, que está cada día abordando las soluciones a problemas que tiene la sociedad en sus bifurcaciones, el sector de la construcción es una parte importante de la industria, y no terminara pronto, pues cada día las técnicas cambian y también los gustos y necesidades de la sociedad, es por eso que los Constructores e investigadores del área se esfuerzan por alcanzar pronto las ideas que satisfagan las demandas de las personas, el futuro se construye con cada coyuntura, con cada idea, con cada logro, con la colaboración de todos, con el hecho de que a las personas se les brinde un mejor mundo donde vivir, es un sueño no inalcanzable, y con el Modelo LAVRA se estará más cerca de cumplirlo.

2.Capítulo 2, Aspectos teóricos y legales.

2.1 Marco teórico.

Esta información es del anteproyecto contemplado en el documento para la financiación en FODEIN.

2.1.1 Los sistemas constructivos.

La construcción es un importante sector dentro del Producto Interno Bruto, aportó el 6,9% del PIB total para el año 2013, y excepto el 2010, cuando tuvo una disminución del 0,1%, su crecimiento ha sido mayor al de la economía nacional, que esperaba un crecimiento del 2% para el 2016 (Banco de la República, 2016).

El dinamismo del sector de la construcción se debe, entre otros factores al impulso que le ha dado el Estado para dotar de vivienda a todas las familias colombianas.

El excelente comportamiento del sector constructor en 2013 se sustenta en un mercado mayoritariamente de vivienda de interés social VIS y con una gran participación de la vivienda de interés prioritario VIP (45,141 unidades), donde el segmento inferior a 70 salarios mínimos legales mensuales representó el 25.5% de las iniciaciones totales a nivel nacional, una cifra sin precedentes y jalónada fuertemente por el Programa de Vivienda Gratuita, impulsada por el gobierno del Presidente Juan Manuel Santos Calderón (Revista Dinero, 2014).

Este dinamismo del sector, debe ser aprovechado por la sociedad para mejorar la calidad de vida de los nacionales, más aún cuando la forma como se construyen las viviendas ha venido cambiando y evolucionando constantemente; desde las construcciones con ladrillo sólido y pesado al bloque hueco y desde este a las placas estructurales que ya no utilizan una estructura con columnas, sino que la construcción es todo el soporte del edificio.

MODELO LAVRA

La solución de vivienda recomendada dependerá de que los costos se ajusten al presupuesto existente y que posea ventajas evidentes. Los sistemas a analizar son el tradicional, el prefabricado, el liviano y construcciones en tierra.

El sistema tradicional es aquel construido con muros de ladrillos o bloques y estructura en concreto armado, el cual es fundido o vaciado posteriormente a la construcción del muro, para que éste quede confinado adecuadamente (Construdata, 2013).

El sistema prefabricado consiste en el montaje de piezas pre-elaboradas en concreto y metal; la construcción de todos los elementos se realiza en una o varias fábricas especializadas y su colocación y unión se realiza directamente en el sitio de la obra (Perez, 2009), requiere la construcción previa de una plancha de concreto.

Los sistemas livianos son aquellos que utilizan materiales diferentes al concreto, pero con durabilidad y resistencia similar; entre las ventajas que ofrece este sistema está la necesidad cada vez menor cantidad de materiales y mano de obra, lo que redundará en menores costos y tiempo de trabajo. Según la Revista Fierros en su edición de Julio de 2010: “se aproxima una nueva norma técnica de construcción que pone en duda la funcionalidad de los materiales y técnicas tradicionales, y, en cambio, pone en manifiesto las ventajas económicas y técnicas que ofrece el sistema de construcción liviano que países en desarrollo llevan años utilizando” (Axioma comunicaciones, 2010).

Las construcciones en tierra, además de ser de sencilla y económica, presenta otras muchas ventajas que la hacen atractiva para lograr viviendas ambientalmente responsables. Se trata este de un material que se ha usado desde hace milenios (como poco desde entorno a los 8.000 años a. c.) en diversas partes del mundo donde se daban las condiciones para ello. Aún hoy día es ampliamente usada en muchas partes del mundo. La materia prima

MODELO LAVRA

esencial para la fabricación tanto del adobe como de la tapia son elementos presentes en la tierra tales como la arena y las arcillas a los que se les agrega agua para hacer un barro moldeable. También se pueden añadir otros elementos tales como la paja, ramas o incluso estiércol para aumentar su cohesión. Será la diferente técnica empleada para darle la forma final al barro la que determine las diferencias entre el adobe y la tapia. (solar.com, 2013)

La validación del mejor sistema de construcción estará en función de las variables rapidez (en días) y economía (en pesos por m²).

2.1.2 Sistema alternativo de suministro de agua

En posteriores investigaciones, como la realizada por el Ingeniero Agrónomo Pablo Javier Florián (2004), se tocó el tema de abastecimiento de agua lluvia para suplir las necesidades de los campesinos en municipios con baja precipitación como es Caldas (Boyacá) y con recomendaciones para la misma finca en mención (Florián García, 2004), la cual no contaba con acueducto. Este antecedente e indagaciones posteriores del autor, llevaron a diseñar un sistema de abastecimiento de agua lluvia para el hogar que está próximo a publicarse en la Universidad Santo Tomás como parte de las ponencias del X Congreso Virtual en Ciencias y Tecnologías 2016 denominado “Desarrollo Sostenible en el Marco del Cambio Climático”, artículo que se sustenta, entre otros documentos en el trabajo de Palacio Castañeda (2010) que expone sus componentes.

En el artículo titulado “sistema de abastecimiento de agua lluvia para el hogar” (Castro Fajardo, [En prensa]), se recomienda la utilización de un sistema de abastecimiento a través del aprovechamiento del agua lluvia, lo que garantiza el suministro suficiente durante todo el año. Este sistema alternativo ya se viene implementado en Colombia debido a los actuales problemas generados por el cambio climático y por la creciente demanda del líquido.

2.1.2 Impacto ambiental.

Cualquier fenómeno de acción que tome determinada comunidad en la sociedad humana tiene repercusiones en todos los ámbitos y ecosistemas, partiendo de una ley fundamental con argumento científico que explica amplia y lógicamente el fundamento de hecho de que todo en el universo está conectado.

En la construcción tenemos distintas acciones de sistemas y métodos para materializar proyecciones arquitectónicas, sin embargo, el sistema que elegimos genera unas consecuencias buenas o malas que afectan nuestro proceder cotidiano, consecuencias ambientales, sociales y de salud, a continuación, haremos análisis del impacto ambiental general que tienen dichos sistemas con la construcción en madera.

En esta tabla se puede evidenciar la cantidad de impactos ambientales, generados por diferentes materiales de construcción el color azul son los impactos leves, el amarillo impactos medianos y el rojo impactos importantes, todos los materiales usados para la construcción generan impactos ambientales, la madera es la única que presenta impactos leves y por esto es que se utilizó para este proyecto.

Tabla 6 impacto de los materiales de construcción.

MATERIAL	EFECTO INVERNADERO	ACIDIFICACION	CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA	OZONO	METALES PESADO	ENERGIA	RESIDUOS SOLIDOS
CERAMICA	+	+	+	+	+	+	+++
PIEDRA	+	+	+	+	+	+	+++
ACERO	++	++	+++	+	++	++	+
ALUMINIO	+++	+++	++	+	+++	+++	+
PVC	++	++	+++	+	++	++	++
POLIESTIRENO	++	+++	+++	++	+++	++	++
POLIURETANO	+++	++	+++	+++	++	+++	+
MADERA DE PINO	+	+	+	+	+	+	+

+++

++

+

IMPACTO IMPORTANTE

IMPACTO MEDIO

IMPACTO LEVE

"Guía de construcción sostenible". ISTAS

MODELO LAVRA

FUENTE: (maderea, 2016)

Tabla 7 impacto ecológico

	MADERA	ACERO	HORMIGÓN
Ecología			
- Impacto Ambiental. ACV (Ver tabla anexa)	Bajo  (Cuando existe regulación en su gestión)	Alto 	Alto  (Alto impacto debido al cemento clinker)
- Energía Embebida	Entre 2.5-7.0 MJ/kg (Varía en cuanto al lugar y método de extracción)	Entre 30-43 MJ/kg (Varía en cuanto al lugar y método de extracción)	Entre 5.00-9.5 MJ/kg (Varía en cuanto al lugar y método de extracción)
- Emisiones de CO2	Entre 0.10-3.50 Kg CO2/m3	Entre 2.50-35.00 Kg CO2/m3	Entre 0.5-15.50 Kg CO2/m3
Reciclaje	-Reusable -Reciclable -Reciclada 	-Reusable -Reciclable -Reciclada 	-Reciclable -Reciclada
Saludable	BENEFICIOSO - CO2 - Higroscópico 	PRECAUCIÓN: - Residuos de soldadura - Protección de pinturas Tóxicas	PROBLEMAS:  - Silicosis del cemento - Las gravas graníticas empleadas como áridos suelen ser radiactivas

FUENTE: (maderea, 2016)

2.1.4 Contexto Nacional

En nuestra región la madera se ha remplazado por materiales más durables como el concreto y el ladrillo. Sin embargo, la durabilidad de un edificio no la da el material del cual está construido, si no en la forma en que se construye.

Actualmente en Colombia, cerca del 20% de las edificaciones se encuentran construidas con materiales sostenibles, se estima que en 3 años esta cifra aumente 20 puntos porcentuales, es decir, un 40% de las edificaciones en el país estarán construidas bajo parámetros de ahorro de energía, agua y algo muy importante, el uso de materiales sostenibles como el caso de la madera reforestada.

MODELO LAVRA

La madera reforestada se encuentra en el listado de los materiales sostenibles más apetecidos para diseños arquitectónicos, empresas de tradición forestal como Refocosta ofrecen abastecimiento constante de este producto sostenible, resaltando con belleza y calidad los acabados de las edificaciones.

No es de extrañarse que las constructoras del país estén dando un vistazo hacia la transformación de la construcción de edificaciones con una actividad que involucre diseños y materiales con altos estándares de sostenibilidad. Hoy en día se han sumado a la iniciativa un gran listado de constructoras, y según estudios realizados por Camacol, para el 2018 un 38% de constructores esperan tener más del 60% de sus obras con materiales y eficiencia sostenible.

Materiales como puertas, marcos, mesas, tableros, cocinas, armarios y pisos en madera reforestada pueden aportar créditos necesarios y sumar puntaje para la obtención de certificados verdes, “Los materiales en madera reforestada, son una gran apuesta para la construcción, su uso va desde acabados arquitectónicos para obras, estructuras y mobiliario. Esto es una gran ventaja para aquellas empresas desarrolladoras de proyectos inmobiliarios que deseen apostarle a un país sostenible” (APONTE, 2017)

2.1.5 Contexto Internacional

Teniendo en consideración el problema de fondo que se quiere resolver con el planteamiento de ese proyecto (vivienda digna para el sector rural) y reforzando sus métodos y materiales, haciendo análisis del asunto partiendo de ideas similares puestas en marcha en otros lugares del mundo y que han resultado eficaces y eficientes, a continuación, se expondrán cada uno de estos sistemas.

Sistema de plataforma

Ampliamente utilizada en Norteamérica y Japón, es una solución constructiva económica y segura para viviendas de mediana altura. Está conformado por muros de corte y diafragmas horizontales hechos de tableros estructurales de contrachapado u OSB clavados a entramados de madera.

MODELO LAVRA

Su principal ventaja es que permite la construcción independiente de los tabiques soportantes y auto soportantes en cada piso (primero y segundo nivel), a la vez que provee una plataforma o superficie de trabajo sobre la cual estos se pueden armar y levantar.

El entramado horizontal de la plataforma está dispuesto de tal manera, que coincide en general con la modulación de los pies derechos de los tabiques, conformando una estructura interrelacionada. Por otra parte, requiere de un elemento estructural que funcione como una placa arriostraste, en reemplazo del tradicional entablado. (Wegner, 2016)

Ilustración 2 plataforma



FUENTE: (Wegner, 2016)

Sistema de Panel SIP (Structural Insulated Panels)

Se trata de un panel prefabricado, conformado por dos planchas de OSB con alma de espuma rígida de polietileno de alta densidad (EPS). Se utilizan, fundamentalmente, para generar elementos modulares y, junto con el sistema

MODELO LAVRA

de plataforma, abarcan cerca del 80% del mercado de la construcción en madera en Chile.

Una de sus principales ventajas es que demanda un menor tiempo de construcción en comparación con otros materiales, pues los paneles vienen listos para el montaje. Por esta misma razón, tanto la mano de obra como la complejidad de la labor también se ven reducidas, lo que puede significar una baja en los costos generales de ejecución. Otra ventaja es que permite llevar a cabo una obra limpia, sin pérdidas ni desechos.

Entre sus limitaciones, está el hecho de que los paneles OSB deben ser tratados con algún tipo de revestimiento ignífugo para que el sistema constructivo SIP responda de manera óptima frente al fuego. (Wegner, 2016)

Ilustración 3 sistema sip



FUENTE: (Wegner, 2016)

Sistema Block

El sistema Block deriva de la lógica de la “casa tronco”, en el cual se entrecruzan los vértices y se hace un montaje vertical de las piezas.

La principal ventaja que ofrece este sistema es la buena aislación térmica, pero presenta problemas en la variabilidad dimensional por efecto de los cambios climáticos. Esta característica afecta sobre todo los rasgos de ventanas y puertas, como también las instalaciones sanitarias.

MODELO LAVRA

Estructuralmente, no es una solución eficaz, ya que las piezas se montan en dirección perpendicular a la fibra, con lo que se reduce la resistencia estructural de la madera. (Wegner, 2016)

Ilustración 4 sistema block



FUENTE: (Wegner, 2016)

Sistema de poste y viga

Este sistema se caracteriza por utilizar elementos sólidos –poste y viga– o, bien, elementos laminados para lograr mayores luces sin pilares intermedios, lo que permite proyectar amplias zonas de plantas libres. Los pilares o postes se empotran en su base y se encargan de recibir los esfuerzos de la estructura a través de las vigas maestras, sobre las cuales descansan las viguetas que conforman la plataforma del primer piso o del entrepiso.

Las diferentes piezas de madera van entrelazadas entre sí, lo que hace necesario un ensamble en diversos ángulos. En general, las uniones se resuelven empleando herrajes metálicos o conectores especiales, cuya adecuada utilización determinará, en buena medida, la calidad de la construcción.

En general, en la mayoría de las uniones estructurales, según sea la relación de esfuerzos entre las piezas, deberá elegirse el sistema más adecuado cuidando que las dimensiones de los elementos de transmisión –generalmente metálicos– estén en relación con la sección de los elementos de madera. (Wegner, 2016)

CLT (*Cross Laminated Timber*)

MODELO LAVRA

Perteneciente al grupo de los paneles de madera sólida –o mass timber–, el CLT es uno de los sistemas constructivos de más reciente desarrollo. Surgió por primera vez en Austria y Alemania a mediados de los ‘90 y en 2000 comenzó a extenderse por Europa. Empresas manufactureras de Estados Unidos y Canadá ya están fabricándolo, aunque aún en versión experimental.

Entre sus múltiples ventajas, destaca su alto nivel de prefabricación, la rapidez con la que permite trabajar –especialmente en edificaciones entre 5 y 8 pisos–, buena aislación térmica y acústica, excelente comportamiento ante el fuego y gran estabilidad dimensional.

Los paneles de CLT o madera contra laminada constan de tres, cinco o siete capas de madera adheridas, cada una de las cuales se orienta en ángulo recto respecto de la capa anterior. Las dimensiones varían según el fabricante y se pueden personalizar, aunque la longitud está limitada generalmente por las restricciones del transporte.

Si bien se han construido varios edificios con este sistema alrededor del mundo –como el icónico Stadthaus, en Londres–, en Chile la norma que regula su uso está recién en fase de estudio. La Universidad de Santiago, sin embargo, ya ha elaborado un anteproyecto y se espera que el próximo año comience a masificarse. (Wegner, 2016)

Ilustración 5 sistema clt



FUENTE: (Wegner, 2016)

2.2 Marco legal

2.2.1 Normas técnicas colombianas

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10) es el reglamento colombiano encargado de regular las

condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable. (**TITULO G MADERA Y GUADUA**)

DECRETO 1076 DE 2015: documento emanado por el ministerio de ambiente en el cual se compila toda la reglamentación relacionada con el medio ambiente y el desarrollo sostenible y que permite a todo ciudadano conocer las disposiciones que al tema se refiere.

NORMA TECNICA NTC 2500: tiene como objetivo optimizar el empleo de la madera y sus productos derivados en la construcción y el mantenimiento de las edificaciones de la misma.

3.Capítulo 3, Diagnóstico y alternativa de construcción

Según las especificaciones del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para que un proyecto de vivienda pueda postularse a sus programas de financiación, deberá ofrecer tres habitaciones, sala, cocina y baño en un espacio mínimo de 50 m².

3.1 Antecedentes del modelo

Partiendo de estas especificaciones, se realizan los diseños estructurales y se ejecuta la obra de un prototipo cumpliendo el presupuesto asignado. La investigación inició con la elaboración de los planos, aprovechando un antecedente del proyecto del 2001 cuando se construyeron 19,5 m² en la finca Santa Clara (Caldas), allí se usó por primera vez el sistema madera-mortero para autoconstrucción de vivienda y ha probado su bondad en los 17 años de existencia, por lo que ahora se denomina modelo “liviano de autoconstrucción de vivienda rural autosuficiente LAVRA”.

El modelo utiliza estructura en madera (cuadrada o rolliza), soporte en malla de vena (asegurada con alambre de púa) y mortero de relleno, logrando una pared sólida de 3 centímetros de espesor que ha reportado durabilidad, resistencia y aislamiento con respecto al ambiente.

Ilustración 6 muros de mortero



MODELO LAVRA

FUENTE: archivo de Hermes Castro Fajardo.

El sistema no requiere la construcción de una placa en concreto ya que se construye sobre cimientos en piedra y ladrillo y en el interior se utilizará recebo compactado y sobre él un mortero de más resistencia que va a permitir el tráfico de las personas sin que sufra daños, este mortero confinara la estructura en madera para crear un sistema monolítico.

Ilustración 7 cimentación



FUENTE: archivo de Hermes Castro Fajardo.

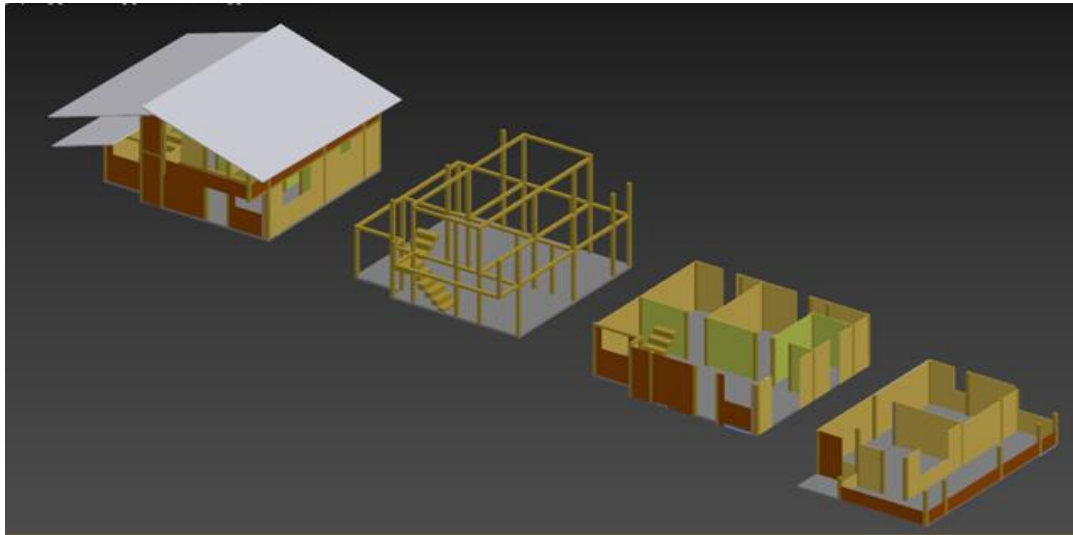
El tipo de mortero a utilizar es una mezcla de arena amarilla y cemento (7 bultos de cemento por cada metro cubico de arena) que se aplica con formaleta sobre la malla para evitar desperdicio de materiales. El rendimiento logrado es de 20 m² de pared por cada m³ de mortero.

La cubierta que se va a utilizar para este prototipo es con teja de zinc y con entramado de madera, se utilizara este tipo de teja ya que es la más económica del mercado.

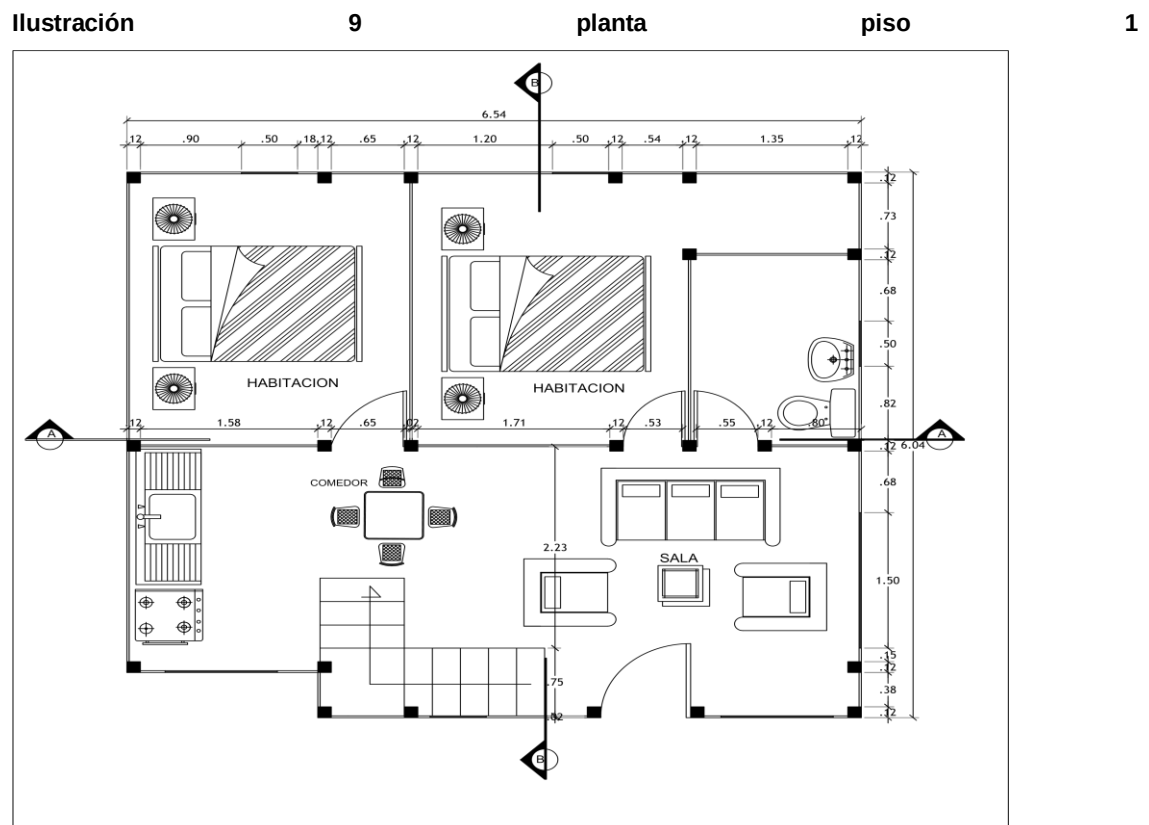
3.2 Diseño y materiales del prototipo.

Los diseños se proyectaron para una vivienda unifamiliar en dos plantas: una primera de 6x6,5 metros (incluyendo los 19,5 m² ya existentes) y una segunda de 6x3 metros para un total de 57 m².

Ilustración 8 modelo en 3d



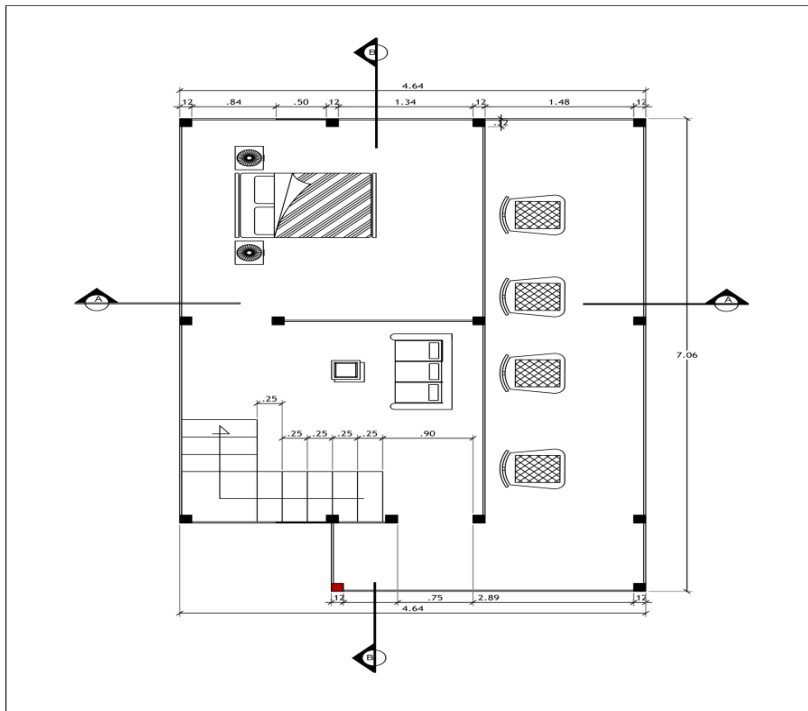
FUENTE: el autor.



MODELO LAVRA

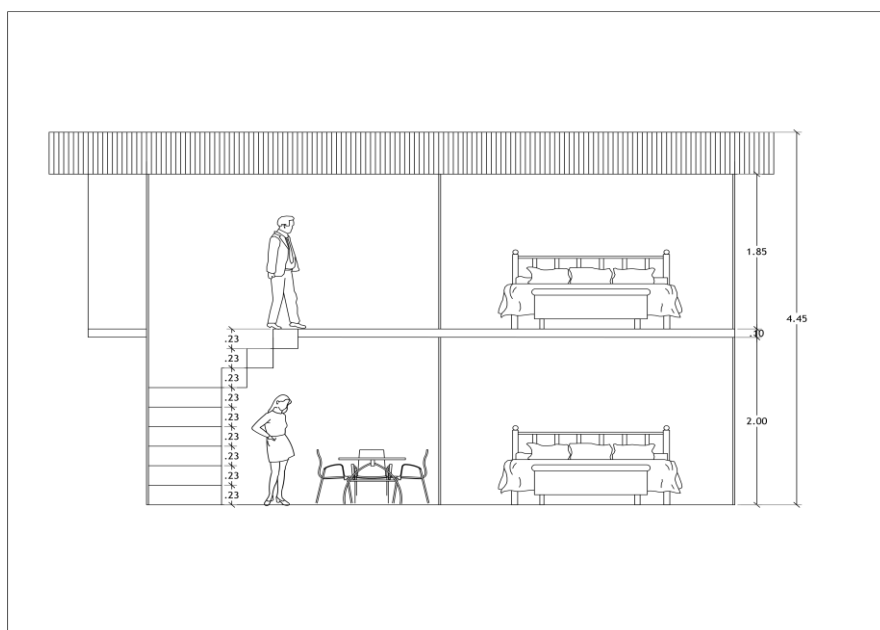
FUENTE: el autor.

Ilustración 10 planta piso 2



FUENTE: el autor.

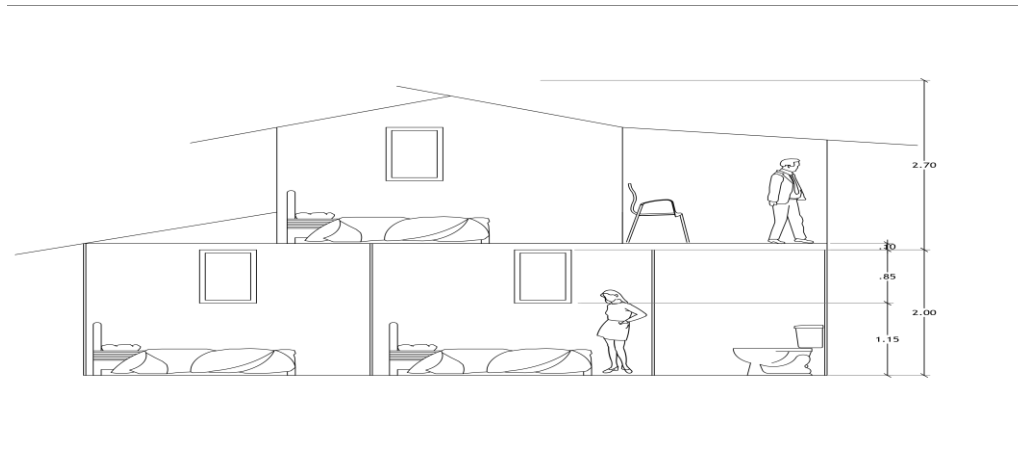
Ilustración 11 corte trasversal AA



MODELO LAVRA

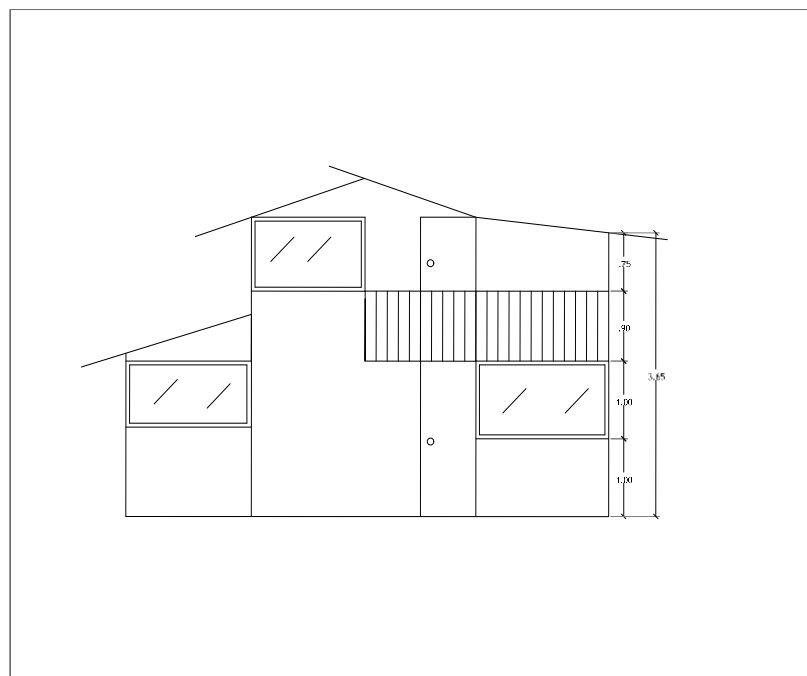
FUENTE: el autor.

Ilustración 12 corte longitudinal bb



FUENTE: el autor.

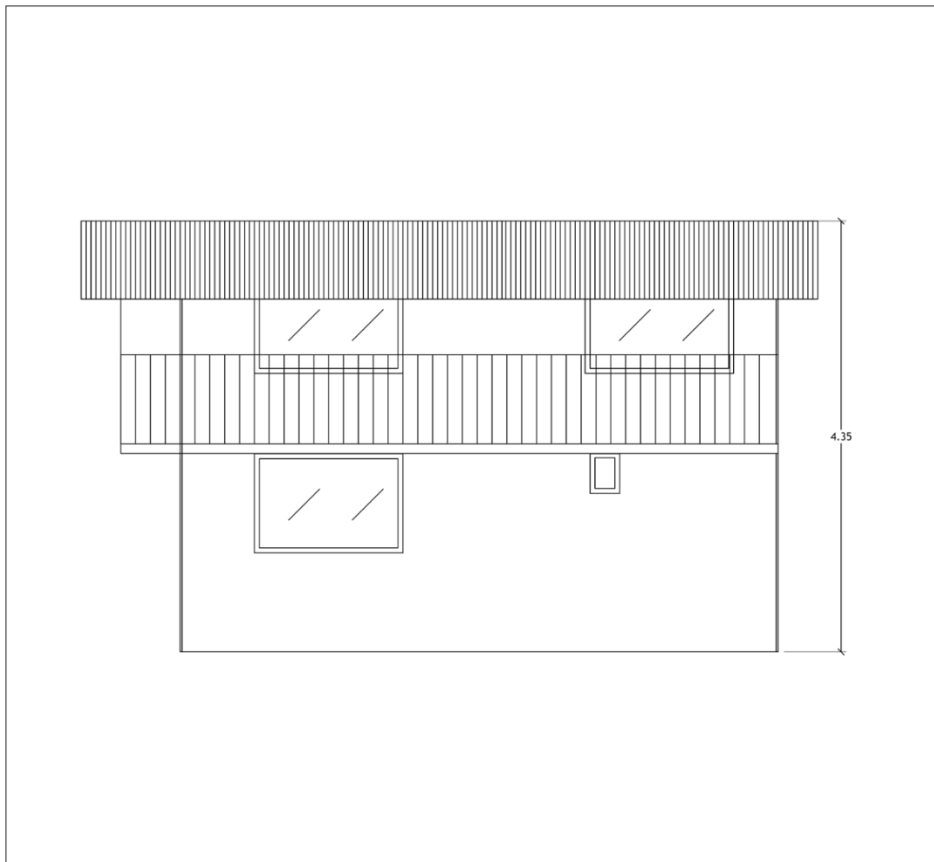
Ilustración 13 fachada frontal



FUENTE: el autor.

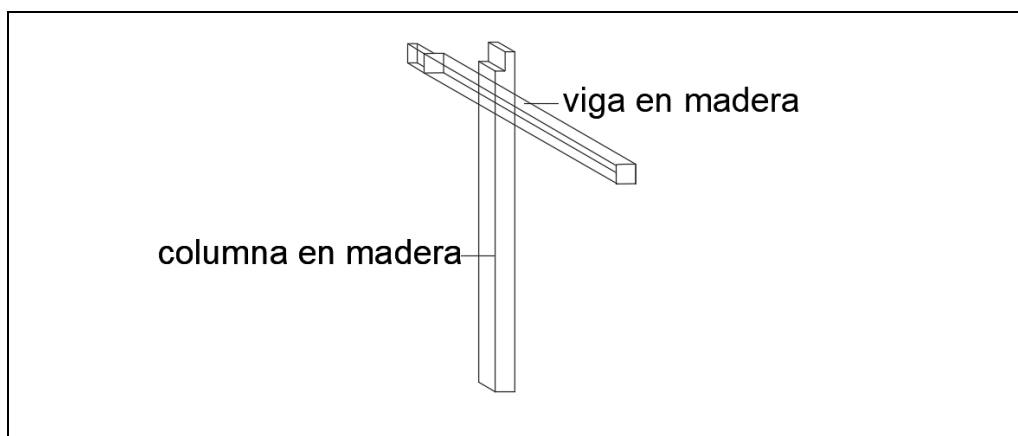
MODELO LAVRA

Ilustración 14 fachada lateral



FUENTE: el autor.

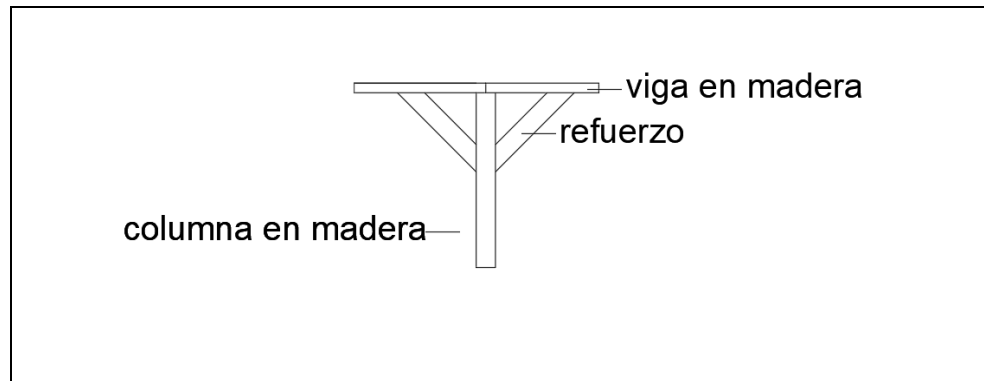
Ilustración 15 detalle de junta de madera



MODELO LAVRA

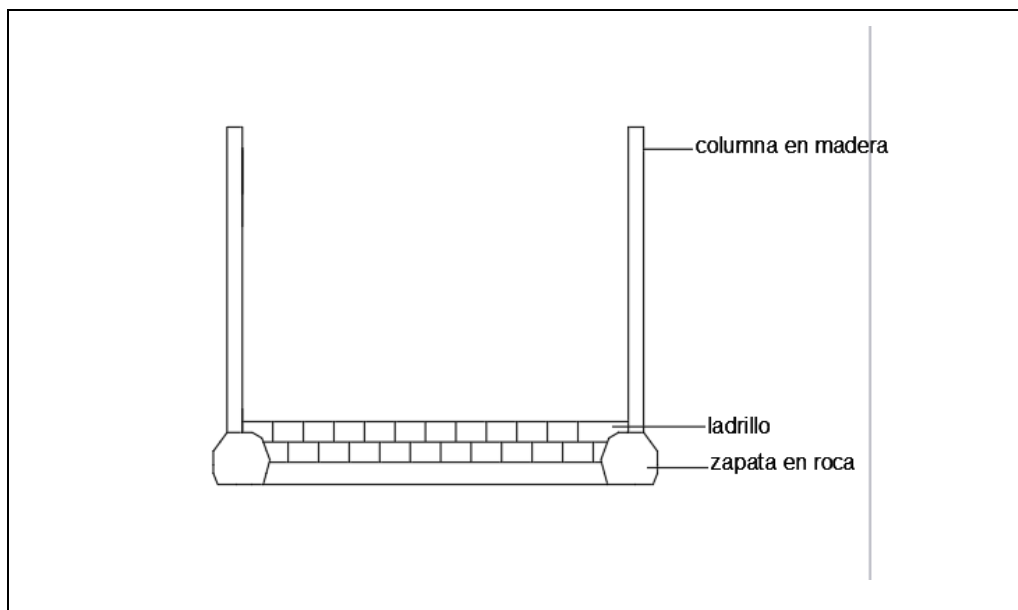
FUENTE: el autor.

Ilustración 16 detalle de junta de madera



FUENTE: el autor.

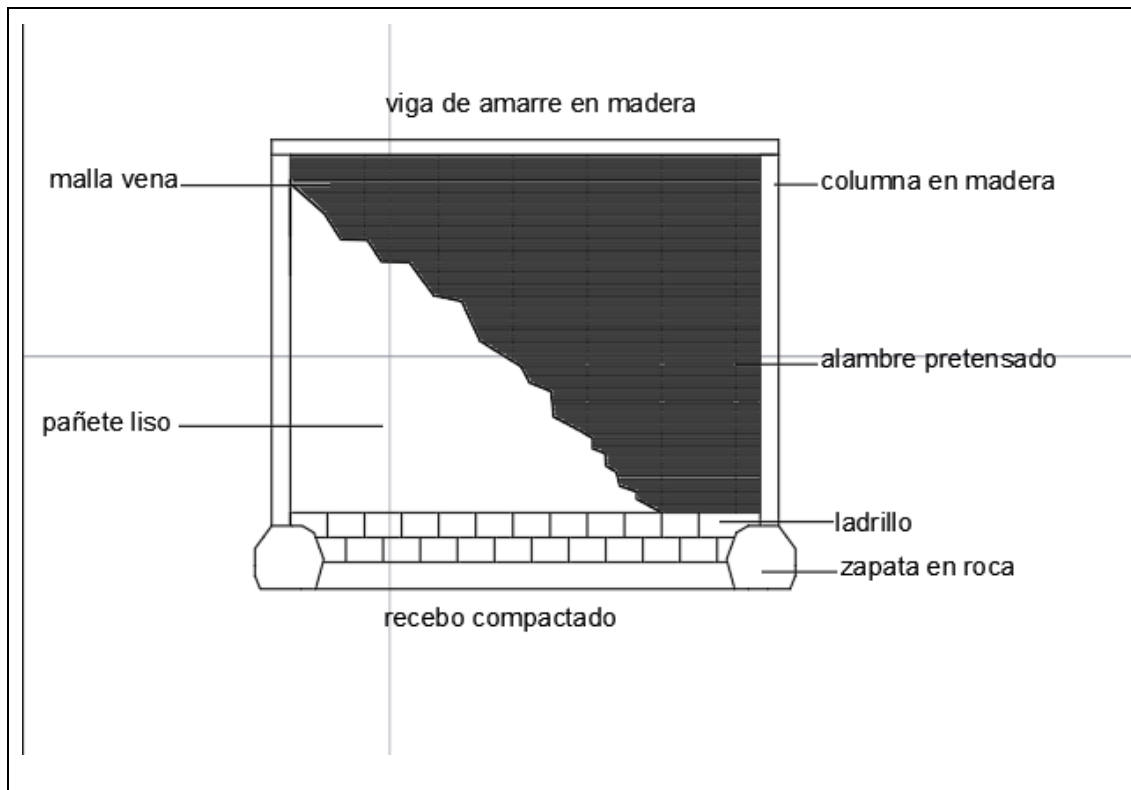
Ilustración 17 detalle de cimientos



FUENTE: el autor.

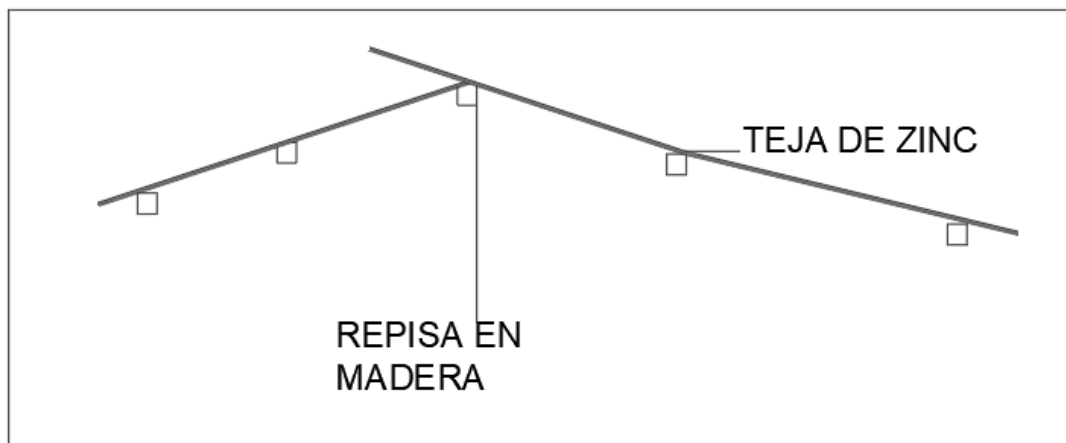
Ilustración 18 detalle de muros

MODELO LAVRA



FUENTE: el autor.

Ilustración 19 detalle de cubierta



FUENTE: el autor.

3.3 Presupuesto y programación de prototipo de cabaña

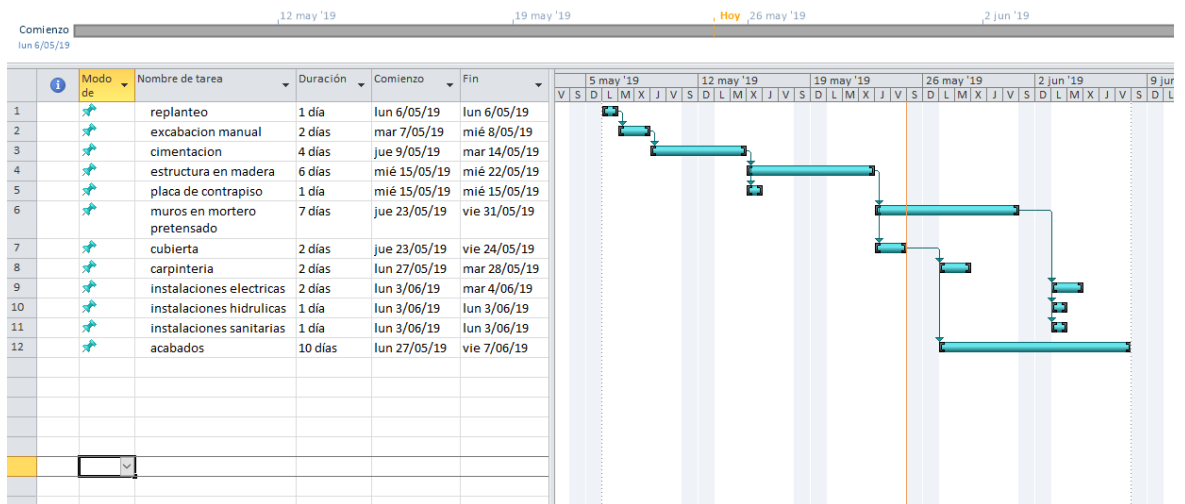
Tabla 8 presupuesto

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROTOTIPO CONSTRUIDO				
Cabaña principal				
Material	Cantidad	Unidad	Valor	Principal
Columnas 0,12*2,1	15	UN	\$ 4.000	\$ 60.000
Vigas 0,1*3,5	20	UN	\$ 3.000	\$ 60.000
Repizas 0,1*0,05*2,1	50	UN	\$ 3.000	\$ 150.000
Repizas 0,1*0,05*3,5	70	UN	\$ 3.500	\$ 245.000
Repizas pino 0,1*0,05*2,2	30	UN	\$ 3.000	\$ 90.000
Perfiles pino 0,05*0,05*3,0	24	UN	\$ 6.000	\$ 144.000
Tabla y tablon	30	UN	\$ 3.000	\$ 90.000
Tablas fachada pino	50	UN	\$ 15.000	\$ 750.000
Subtotal estructura				\$ 1.589.000
Cemento	55	BULTO	\$ 20.000	\$ 1.100.000
Arena amarilla	6	M3	\$ 50.000	\$ 300.000
Gravilla	2	M3	\$ 60.000	\$ 120.000
Malla vena	140	UN	\$ 4.200	\$ 588.000
Alambre púa	1	ROLLO	\$ 120.000	\$ 120.000
Accesorios puntilla	1	GL	\$ 200.000	\$ 200.000
Ladrillo	300	UN	\$ 250	\$ 75.000
Subtotal materiales				\$ 2.503.000
Sanitario	1	UN	\$ 180.000	\$ 180.000
Tuberías sanitarias	6	UN	\$ 14.500	\$ 87.000
Accesorios baño	1	GL	\$ 100.000	\$ 100.000
Tuberías conduit	20	UN	\$ 2.500	\$ 50.000
Tuberías acueducto	4	UN	\$ 22.000	\$ 88.000
Accesorios	1	GL	\$ 200.000	\$ 200.000
Teja zinc 2,5	28	UN	\$ 23.300	\$ 652.400
Canaletas	5	UN	\$ 24.400	\$ 122.000
Impermeabilizante	1	UN	\$ 245.000	\$ 245.000
Accesorios	1	GL	\$ 200.000	\$ 200.000
Subtotal acabados gris				\$ 1.924.400
Mano de obra	60		\$ 50.000	\$ 3.000.000
Total presupuesto				\$ 9.016.400
Total presupuesto				\$ 9.016.400
Metros construídos	57			\$ 158.182

FUENTE: el autor y Hermes Castro Fajardo.

MODELO LAVRA

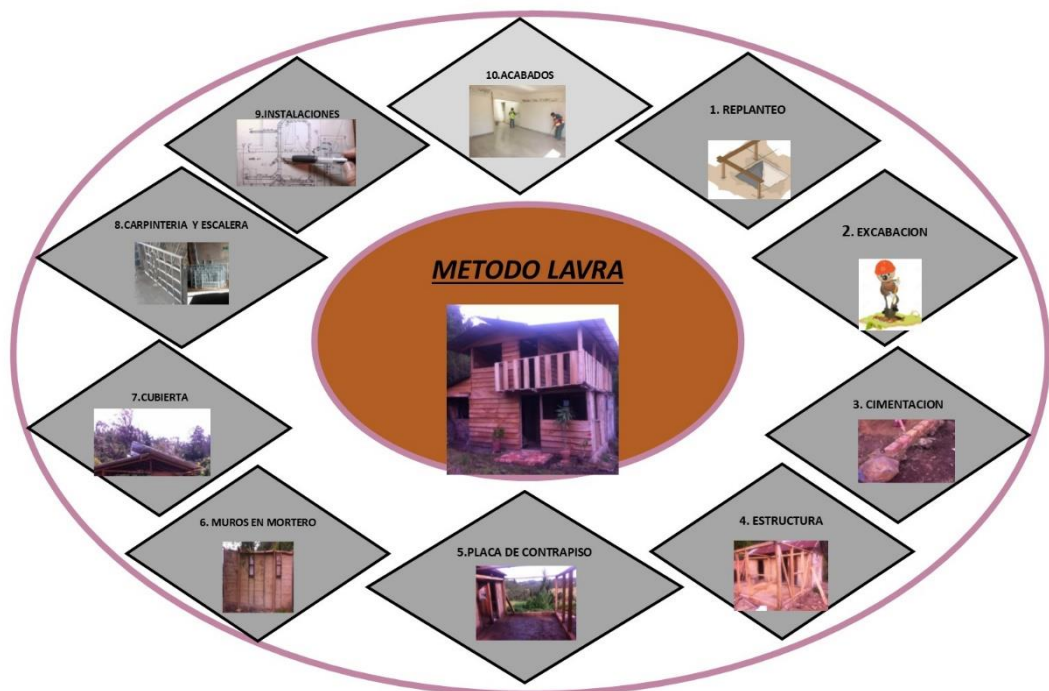
Tabla 9 programación de obra



FUENTE: el autor y Hermes Castro Fajardo.

3.4 proceso constructivo

Ilustración 20 proceso constructivo



FUENTE: el autor y Hermes Castro Fajardo.

MODELO LAVRA

El avance de la construcción del prototipo ha permitido actualizar los cálculos y presupuesto y mejorar las prácticas constructivas para asegurar una mayor durabilidad y belleza arquitectónica, sin que ello signifique aumentar los costos.

Ilustración 21 avance constructivo del prototipo



MODELO LAVRA



FUENTE: archivo de Hermes Castro Fajardo.

3.5 Comparativo de los modelos

Una vez diseñados los planos estructurales, se hicieron los presupuestos para los diferentes modelos con los siguientes resultados:

En el modelo LAVRA se realizó una primera etapa (dos habitaciones y baño) y se invirtió cerca de \$1 millón del 2001, por lo que sus costos se actualizaron a pesos de 2017 basados en los consumos del avance de obra.

A un costo por m² de \$158.182, el modelo podría ofrecer prácticamente el doble de unidades habitacionales a las contempladas en la disponibilidad presupuestal del municipio de Caldas. La construcción requiere 15 días para una cuadrilla AA, este valor por m² corresponde al valor que se invirtió en el prototipo construido, el valor puede aumentar ya que varios materiales se sacaron de la misma finca y varios trabajos se realizaron por el equipo del semillero, por esto mismo la propuesta busca que se un modelo de “autoconstrucción” es decir que se busquen materiales en las mismas fincas y los propietarios ayuden con la construcción.

En la fotografía, el segundo piso tiene paredes en madera, pero el modelo está proyectado con todas las paredes en madera-mortero. El costo total puede reducirse al utilizar vigas y columnas en madera rolliza de eucalipto que es abundante en la zona, además, la reducción es mayor si el propietario colabora con mano de obra.

La segunda opción (sistema tradicional) utiliza materiales convencionales como mortero, concreto, varilla y ladrillo o bloque, logrando un costo por m² de \$500.719 y un tiempo de ejecución de 25 días con una cuadrilla AA, aunque dicho costo no podría ajustarse al presupuesto sin reducir la calidad o cantidad de materiales.

Tabla 10 presupuesto sistema tradicional

MODELO LAVRA

Concepto	Cantidad	Valor	Total
Materiales obra gris (m ²)	57	465.631,6	26.541.000
Mano de obra (días)	25	80.000	2.000.000
Total			26.541.000

FUENTE: el autor y Hermes Castro Fajardo.

Finalmente, el costo del sistema prefabricado fue facilitado por la empresa “Gamma prefabricados” que en julio instaló una vivienda de 56 m² en la vereda Alisal del mismo municipio y cuyo costo ascendió a \$11,5 millones con un día de instalación, se adicionaron \$3,5 millones de una placa flotante con 7 días de construcción, lo que significa un costo unitario de \$267.857 por m².

3.6 Sistemas autosustentables para servicios públicos

El 2016, en el X Congreso Virtual en Ciencias y Tecnología de la Santo Tomás en Bogotá, fue presentado un sistema de abastecimiento de aguas lluvias que permitía garantizar el suministro para una familia de cuatro personas a partir de la recolección de las precipitaciones en un sistema compuesto por techo, canaletas, interceptor y tanques de almacenamiento. El costo presupuestado para almacenar 10 m³, es de \$2.158.000, siendo que la matricula a un acueducto cuesta cerca de \$2 millones.

La CAR, mediante la estrategia “Lluvia para la Vida” ha venido promoviendo un sistema de recolección de aguas lluvias o SRALL, entregando un kit (canaleta, bajantes, accesorios y tanque de 1.000lt) a 884 viviendas de la jurisdicción (CAR, 2017) ayudándoles a resolver sus necesidades prioritarias.

Este tipo de sistemas puede ser complementario a un acueducto o ser totalmente autónomo, ya que, al almacenarse la suficiente cantidad del líquido, el hogar cuenta con todo el suministro para un año completo. El agua lluvia, aunque puede verse pura requiere de potabilización, por lo que se recomienda la utilización de un ozonificador y mantenimiento permanente de los tanques de captación y almacenamiento.

MODELO LAVRA

Para la generación de energía eléctrica se plantea que el sistema cuente con paneles solares los cuales van a generar la suficiente energía aprovechable por la familia que la habite.

Para la generación de gas natural se plantea un sistema de recolección de desechos orgánicos de los habitantes de la vivienda y así poder generar el gas.

4. Capítulo 4, recomendaciones y conclusiones

4.1 Recomendaciones

- Se debe determinar qué tipo de madera se puede utilizar para conformar la estructura, se deben investigar sus propiedades para que sean propicias para el desarrollo de la actividad.
- Se debe tener en cuenta que los resultados del presupuesto son en obra negra los acabados ya se contemplaría dependiendo del gusto de propietario.
- Los diseños realizados están basados en las especificaciones técnicas que dio el municipio de Caldas Boyacá para subsidio de vivienda rural.
- La recolección de aguas lluvias aún no está completo ya que se están realizando el estudio de la cantidad de agua recolectada por año y así saber qué capacidad puede tener este método.
- Las implementaciones de los servicios públicos autosustentables se seguirán trabajando en el semillero de investigación.

4.1 Conclusiones

Las necesidades de la comunidad pueden ser resueltas por diferentes vías y dadas las limitaciones de los recursos públicos, son más convenientes las propuestas que logran resolver la problemática a los menores costos.

Con la investigación se evidencia que un presupuesto de \$303.360 m² para realizar 23 unidades habitacionales es insuficiente si se desea construir con el sistema tradicional.

Con el sistema prefabricado se reduce el tiempo de construcción de 25 a 8 días, pero los \$267.857 m² apenas se encuentran por debajo del presupuesto, siendo así una solución viable, sin embargo, con el modelo LAVRA, no sólo se cumple el objetivo, sino que también es posible construir 20 unidades habitacionales adicionales, con posibilidad de ahorrar mayores recursos al optimizar el uso de materiales y la mano de obra mediante autoconstrucción. Ante los problemas ambientales que están afectando negativamente la disponibilidad de agua para surtir los acueductos, adoptar un sistema de abastecimiento mediante el aprovechamiento de agua lluvia puede conducir a suplir esta necesidad con costos similares a los reportados por la matrícula a un acueducto veredal.

Son los resultados a los que hemos llegado, con lo que generamos más hipótesis e ideas para seguir resolviendo los inconvenientes que se presenten, es una gran experiencia desarrollar este proyecto, por lo innovador y colaborativo, se aprende y se avanza integralmente.

Bibliografía

APONTE, P. (23 de 10 de 2017). *EN OBRA*. Obtenido de EN COLOMBIA HAY MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAÍS SOSTENIBLE:
<https://en-obra.com/noticias/en-colombia-madera-la-construccion-pais-sostenible/>

Axioma comunicaciones. (2010). Ventajas de la construcción liviana o en seco. *Fierros*, <http://fierros.com.co/revista/ediciones-2010/edicion-14/materiales-y-productos-12.htm>.

CAR. (30 de mayo de 2017). Respuesta a derecho de petición radicado 20171114598. Bogotá.

Castro Fajardo, H. ([En prensa]). Sistema de abastecimiento de agua lluvia para el hogar. *Citas*.

Construdata. (05 de 07 de 2013). *¿Cómo se construye en Colombia?* Obtenido de
http://www.construdata.com/Bc/Otros/Archivos/como_se_construye_en_colombia.asp

maderea. (2016). Decisiones a tener en cuenta en la construcción con madera/acero/hormigón. *maderea*.

norma sismo resistente del 2010. (s.f.).

Perez, L. E. (14 de mayo de 2009). *Sistemas prefabricados*. Obtenido de
<http://sistemasprefabricados.blogspot.com.co/2009/05/definicion.html>

Wegner, Y. (26 de 08 de 2016). *MADERA 21*. Obtenido de LOS CINCO SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MADERA MÁS UTILIZADOS:
<http://www.madera21.cl/los-cinco-sistemas-constructivos-en-madera-mas-utilizados/>

Anexo A, Especificaciones técnicas de procesos constructivos y de materiales.

ÍTEM 1	NOMBRE ÍTEM REPLANTEO
UNIDAD DE MEDIDA: M2	
DESCRIPCIÓN: Este ítem se refiere al suministro de materiales, mano de obra y herramientas necesarias para la ejecución del replanteo, según planos.	
PROCEDIMIENTO: El replanteo se inicia tomando un punto de referencia conocido, este puede ser un lindero, una carretera, la esquina de una construcción, entre otros. Se mide en el plano la distancia de un primer punto del proyecto hasta el punto de referencia, luego se traza esta medida en el terreno para ubicar el primer punto	
ALCANCE: Toda la mano de obra, equipos, herramientas, materiales y en la ejecución de todo cuanto sea necesario para la construcción.	
MATERIALES Y EQUIPOS: Equipo de topografía, cinta métrica, madera, hilo.	
DESPERDICIOS INCLUIDOS SI ☒ NO ☐	MANO DE OBRA SI ☒ NO ☐
MEDIDA Y FORMA DE PAGO La unidad y medida de pago será: • M2 (metro cuadrado)	
ÍTEM 2	NOMBRE ÍTEM EXCABACION

MODELO LAVRA

UNIDAD DE MEDIDA: M3
DESCRIPCIÓN: Este ítem se refiere a los movimientos de tierra mediante el proceso de excavar y retirar volúmenes de tierra u otros materiales para la conformación de espacios donde serán alojados cimentaciones, tanques de agua, hormigones, mamposterías y secciones correspondientes a sistemas hidráulicos o sanitarios según planos de proyecto.
PROCEDIMIENTO: EJECUCIÓN. • Para determinar el nivel base, se debe tener en cuenta la profundidad de la red pública de desagües, vías, veredas y otros, para que la construcción quede por encima de esos niveles. • La excavación de las zanjas se realiza de acuerdo al trazo, respetando los anchos y profundidades indicados en los planos. • La profundidad de excavación nunca debe ser menor a 80 cm. Los anchos generalmente varían entre 40 y 50 cm en suelos duros y entre 50 y 60 cm en suelos sueltos o blandos (arenas sueltas o arcillas blandas). • Las paredes de las zanjas, en todas las excavaciones, deben ser verticales y el fondo de la zanja debe quedar limpio y nivelado. • Si las paredes laterales de la zanja no fuesen verticales o presentaran inclinaciones pronunciadas debido a problemas de desmoronamiento, se debe utilizar encofrados laterales que evitarán el consumo en exceso del concreto. • El fondo de la zanja es el que soporta todo el peso de la edificación, por lo tanto, hay que procurar que quede plano y compacto. Para esto, el fondo de la zanja debe ser humedecido y después compactado con la ayuda de un pisón. Si existiera demasiado desnivel, se podrá nivelar con mezcla pobre. • El material excavado se ubicará a una distancia mínima de 60 cm del borde de la zanja. De esta manera, no causamos presiones sobre las paredes, las cuales podrían causar derrumbamientos. • Luego de haber seleccionado el material útil para rellenos u otros usos dentro de la obra, se realizará la eliminación. Ésta se hará solo en lugares autorizados.
ALCANCE: Toda la mano de obra, equipos, herramientas, materiales y en la ejecución de todo cuanto sea necesario para la construcción.
MATERIALES Y EQUIPOS: • Pala. • Pica. • Barra. • Almádena o macho.

MODELO LAVRA

DESPERDICIOS INCLUIDOS SI ☒ NO ☐		MANO DE OBRA SI ☒ NO ☐	
MEDIDA Y FORMA DE PAGO La unidad de medida de pago será por (m3), que se tomará como la medida general del material excavado calculado en su posición original, de acuerdo con los alineamientos, levantamientos topográficos, cotas, pendientes y los niveles del proyecto y las adiciones o disminuciones de niveles debidamente aprobadas por el ingeniero de suelos y la interventoría. El pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución.			
ÍTEM 3		NOMBRE ÍTEM CIMENTACION	
UNIDAD DE MEDIDA: M2-ML			
DESCRIPCIÓN: Este ítem se refiere a la colocación de rocas que van a hacer la función de zapatas y la colocación de hiladas de ladrillos que se colocan entre la viga de cimentación y el nivel del piso para transmitir a éstos las cargas debidas al peso propio de la estructura y las sobrecargas que se presentan, preservando la erosión producida por agentes externos como la lluvia.			
PROCEDIMIENTO: • Localizar la ubicación, las dimensiones y características de la construcción de las zapatas. • Colocar las zapatas (rocas). • Realizar un concreto pobre de limpieza de 5 a 10 cm • Marcar los niveles, estableciendo la altura del sobre cimientto. • No se utiliza encofrado y se realiza directamente sobre la excavación. • Se coloca el ladrillo sobre el concreto de limpieza ya puesto anteriormente utilizando en el mortero de pega un aditivo impermeabilizante. • Se impermeabiliza las caras del sobre cimientto con un aditivo especial para esto. • Se nivela la corona del sobre cimientto colocando uno hilo entre los clavos de nivelación y se rectifica que los ladrillos hayan sido puestos a nivel.			

MODELO LAVRA

ALCANCE: • Rocas confinadas con el sobre cimiento lista para recibir cargas de la estructura en madera. • Sobre cimiento a nivel con la superficie y perfectamente impermeabilizado. • El ancho del sobre cimiento corresponde al ancho del muro a ser soportado y una altura recomendada de 20 cm por encima del nivel del terreno natural.	
MATERIALES: • Agua. • Arena de peña. • Cemento gris. • Piedra para cimientos. • Ladrillo tolete recocido. • Palustre. • Balde. • Hilos.	
DESPERDICIOS INCLUIDOS SI x NO _	MANO DE OBRA SI x NO _
MEDIDA Y FORMA DE PAGO La unidad de medida de pago será el número de metros cuadrados o lineales (M2 o ML) de hiladas de ladrillo debidamente ejecutado y aprobado por la interventoría, y su forma de pago según los precios establecidos en el contrato. En este valor se incluye el costo de equipo, herramienta, mano de obra y transporte.	
ÍTEM 4	NOMBRE ÍTEM ESTRUCTURA EN MADERA
UNIDAD DE MEDIDA: ML	
DESCRIPCIÓN: Se utilizarán maderas perfectamente secas y libres de imperfecciones producidas por ataque de insectos, humedad o cortes defectuosos. Se recomienda adquirir las maderas con bastante anticipación, para almacenarlas en un sitio seco y bien ventilado, colocadas unas sobre otras de manera que no trabajen a flexión y procurando que el aire circule libremente entre ellas, con el fin de garantizar el periodo mínimo de reposos y secado.	

MODELO LAVRA

PROCEDIMIENTO:

- Se colocará la viga perimetral la cual descansa sobre el cimiento en ladrillo.
- Las columnas se colocarán sobre los cimientos en rocas y así quedaran confinadas con las vigas en madera donde se hará el respectivo anclaje.
- Se confinarán las columnas en la parte superior con vigas de amarre en madera para darle forma al segundo piso, todo esto está unido por medio de juntas y anclajes dependiendo del caso.
- En todas las juntas se reforzará con tornillo auto perforante para no lesionar la madera.
- Una vez formada toda la estructura se colocarán refuerzos diagonales para apoyar y distribuir las cargas.
- El segundo piso se utilizará un piso en madera resistente al tráfico, este estará apoyado a las vigas y viguetas en madera.
- Finalmente se deberá aplicar inmunizante a toda la madera

ALCANCE:

- Estructura completamente monolítica.
- Refuerzos debidamente instalados para soportar cargas.
- Madera inmunizada para prevenir daños bióticos y abióticos
-

MATERIALES:

- Madera
- Inmunizante
- Herramienta menor
- Tornillos y puntilla.

DESPERDICIOS INCLUIDOS SI x NO _

MANO DE OBRA SI x NO _

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La unidad de medida de pago será el número de metros lineales (ML) de sección de madera ejecutado y aprobado por la interventoría, y su forma de pago según los precios establecidos en el contrato. En este valor se incluye el costo de equipo, herramienta, mano de obra y transporte.

ÍTEM

NOMBRE ÍTEM

MODELO LAVRA

5	PLACA DE CONTRAPISO	
UNIDAD DE MEDIDA: M2		
DESCRIPCIÓN: Este ítem se refiere a la ejecución de una placa maciza en mortero con aditivo la cual va a confinar la estructura en madera y va a permitir el tráfico de personas.		
PROCEDIMIENTO: • La placa se funde sobre la subbase en recebo u otro material que sirva como soporte de esta. • Se verifican las dimensiones, niveles y bordes de la placa. • Luego se vacía el mortero con el espesor y nivel indicado. • Después del fraguado se hace el curado con agua (mínimo una semana).		
ALCANCE: Placa nivelada		
MATERIALES:		
. • Palustre. • Pala. • Martillo de caucho • Balde. • Carretilla.		
MATERIALES. • Mortero • Aditivo • Puntilla.		
DESPERDICIOS INCLUIDOS SI <u>x</u> NO <u>_</u>		MANO DE OBRA SI <u>x</u> NO <u>_</u>

MODELO LAVRA

MEDIDA Y FORMA DE PAGO	
La unidad de medida de pago será el número de metros cuadrados (M2) si se especifica el espesor de la placa. También se puede medir por metros cúbicos (M3) de placa de concreto debidamente ejecutado y aprobado por la interventoría, y su forma de pago se hará según los precios establecidos en el contrato. En este valor se incluye el costo de equipo, herramienta, mano de obra y transporte.	
ÍTEM 6	NOMBRE ÍTEM MUROS EN MORTERO PRETENSADO
UNIDAD DE MEDIDA: ML	
DESCRIPCIÓN: Se refiere este ítem a la instalación de alambre, malla vena y mortero para formar muros divisorios.	
PROCEDIMIENTO: Esta actividad será realizada en donde indiquen los planos para dar un acabado liso. Se utilizarán mallas instaladas sobre alambres tensados entre pilares para dar mayor adherencia al mortero, los alambres van fijados con tornillos. Al momento de fijar la estructura de malla se debe ir verificando la nivelación para evitar pañetes gruesos.	
ALCANCE: Toda la mano de obra, equipos, herramientas, materiales y en la ejecución de todo cuanto sea necesario para la construcción.	
MATERIALES: Malla vena Clavos de acero Alambre de púa	
DESPERDICIOS INCLUIDOS SI ☒ NO ☐	MANO DE OBRA SI ☒ NO ☐

MODELO LAVRA

MEDIDA Y FORMA DE PAGO	
La unidad y medida de pago será: • Malla Pañete – M2 (metro cuadrado) La medida para el pago será el número de metros, El precio incluirá todos los materiales, mano de obra, andamios, equipos herramientas y todo cuanto sea necesario para la ejecución según lo especificado.	
ÍTEM 7	NOMBRE ÍTEM CUBIERTA
UNIDAD DE MEDIDA: M2	
DESCRIPCIÓN. Este ítem se refiere a la instalación de teja tipo zinc para el cubrimiento de la parte superior de la casa a la que previamente se le ha realizado una estructura para la colocación del tejado, estas instalaciones deben ejecutarse con las normas de seguridad en alturas, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas.	
EJECUCIÓN. • Localizar la estructura del tejado donde deben ser instaladas las tejas de zinc. • Asegurarse que se tenga acceso por medio de andamios a la altura determinada donde debe ser instalada la teja. • Armar el andamio teniendo en cuenta las precauciones necesarias para el trabajo en alturas. (El personal que se suba al andamio debe usar arnés, casco, botas y gafas para su seguridad, así mismo debe tener un control y manejo de trabajo en alturas). • Sobreponer la primera teja de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba en dirección de la cumbrera del techo. • Realizar la perforación con taladro para colocar los tornillos en la segunda y quinta honda únicamente en los polines de apoyo extremo. • Durante la colocación de cada teja se debe tener en cuenta el orden de ubicación de estas y el funcionamiento del desagüe del tejado. • Arrojar un baldado de agua sobre la teja para verificar que no hallan filtraciones de agua y en cambio esta rueda hacia el desagüe como es debido.	
TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN.	

MODELO LAVRA

- Las ondulaciones de la teja en los extremos laterales deben quedar bocabajo.
- En visualización final del tejado deben visualizar juntas alternadas, con traslapes laterales no inferiores a una ondulación y traslapes en los extremos longitudinales de las tejas no inferiores a 15 cm.

EQUIPO.

- Andamio tubular 1.5 x 1.5 c/cruceta.
- Taladro.
- Destornillador.
- Alicates.

MATERIALES.

- Teja zinc ondulada 3,048x0,80 m.

Amarre tapa metálica 26 cm calibre 18.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

La unidad de medida de pago será el número de metros cuadrados (M2) de tejas tipo zinc instaladas, debidamente ejecutado y aprobado por la interventoría. Su forma de pago se hará según los precios establecidos en el contrato. En este valor se incluye el costo de equipo, materiales, herramienta, mano de obra y transporte.

ÍTEM

8

NOMBRE ÍTEM

CARPINTERIA Y ESCALERA

UNIDAD DE MEDIDA: M2

DESCRIPCIÓN.

Este ítem se refiere a la instalación de ventanas y puertas en los vanos dispuestos en la construcción de muros para estas, con el fin de obtener paso de luz natural hacia la parte interior de la casa, también se realizará la escalera en madera que conecta los dos pisos. Estas instalaciones se harán de acuerdo a las descripciones previamente indicadas en los planos arquitectónicos, en las especificaciones particulares o definidas por la interventoría.

EJECUCIÓN.

- Ubicar la localización del vano de la ventana y puerta.
- Verificar que los filos del vano estén totalmente terminados.
- Limpiar los filos y caras del vano de mugres, exceso de mortero o grasas que pueda haber en la superficie.
- Rectificar con la cinta métrica las distancias del claro en las 4 esquinas y rallarlas con lápiz. (Generalmente esta profundidad debe ser entre 5 y 7 cm, según el grueso del muro).
- Rectificar niveles y plomos para asegurar que la ventana quede perfectamente vertical.
- Trazar con lápiz sobre el vano la ubicación exacta de la ventana.
- Colocar la ventana en las medidas trazadas.
- Taladrar los orificios del marco de la ventana y el muro para asegurar esta al vano.
- Luego de tener los orificios hechos, se procede a colocar el chazo puntilla y el tornillo para fijar el marco de la ventana al vano.
- Instalar las corredizas o bastidores según el diseño de la ventana.
- Verificar que la ventana quede perfectamente instalada para una posterior aplicación de pintura y colocación de vidrios.
- Se instalarán las bases de los pasos en madera.
- Se fijarán los pasos a la estructura.

TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN.

- El mecanismo de rodamiento de las ventanas corredizas debe asegurar un deslizamiento suave, silencioso y que garantice un óptimo funcionamiento, con doble felpa perimetral que ofrezca hermeticidad al ruido y al aire y que evite el golpeo metálico de la hoja con el marco al abrir y cerrar la ventana.
- La puerta debe quedar totalmente nivelada, sin ningún rose en la parte inferior y perfectamente ajustada.

EQUIPO.

- Taladro.
- Flexómetro.
- Nivel de burbuja.
- Plomada.

MATERIALES.

- Tonillos.

MODELO LAVRA

MEDIDA Y FORMA DE PAGO.

La unidad de medida de pago será por metro cuadrado (M2) de ventana y puerta instalada, incluyendo accesorios de anclaje para la fijación de la ventana, recibidos a satisfacción por la interventoría. El pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución.

La escalera se pagará de forma global un precio estándar acordado con el contratista.

CONCLUSIONES GENERALES DEL SEMILLERO DE INVESTIGACION

Es satisfactorio poder decir que se cumplieron los objetivos propuestos para las etapas del proyecto que se desarrolló. Además de la experiencia de haber participado en esta investigación con tantos logros como opción de grado, y premiaciones en ferias empresariales organizadas por la institución y por otras entidades como alcaldía y gremios empresariales.

El haber aprendido de la mano de los mejores investigadores de la Universidad Santo Tomas, lo cual nos brindo una gran ayuda para poner en práctica lo aprendido teóricamente en las aulas y apreciar la corrección de nuestros errores para así prevenirlos en nuestra vida profesional.

Gracias a la estupenda labor por parte de la Universidad en la inversión de conocimiento y herramientas que nos brinda para poder dar solución a nuestros deberes como estudiantes de pregrado, al acompañamiento de ingenieros y maestros estudiosos que guían nuestro impetuo de estudiante para lograr una meta, por esto, con todo el esfuerzo unido de estudiantes, docentes y Universidad se logran cosas como nuestro modelo "LAVRA".