



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

**“ELABORACION DE BLOQUES ECOLOGICOS IMPLEMENTANDO SISTEMAS
DE PRODUCCION ALTERNATIVOS, PARA LA CONSTRUCCION DE
VIVIENDAS SOSTENIBLES Y SUSTENTABLES”.**

**JUAN CARLOS LÓPEZ LAGOS
CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DECANATURA DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
ABIERTA Y A DISTANCIA
CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERIA
CENTRO DE ATENCIÓN UNIVERSITARIO DE PASTO,
SAN JUAN DE PASTO, AGOSTO DE 2020**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

**“ELABORACION DE BLOQUES ECOLOGICOS IMPLEMENTANDO SISTEMAS
DE PRODUCCION ALTERNATIVOS, PARA LA CONSTRUCCION DE
VIVIENDAS SOSTENIBLES Y SUSTENTABLES”.**

**JUAN CARLOS LÓPEZ LAGOS
CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES**

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:
CONSTRUCTOR EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

DIRECTOR:
Arq. HECTOR ALBA PULIDO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DECANATURA DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
ABIERTA Y A DISTANCIA
CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E INGENIERIA
CENTRO DE ATENCIÓN UNIVERSITARIO DE PASTO,
SAN JUAN DE PASTO, AGOSTO DE 2020**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

**PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS**

DEDICATORIA

A mi padre Gonzalo Guerrero Q. (Q.E.P.D),
A mi madre Celina Ruales. A mi hija Sara E.
Guerrero Paz. A mi Esposa Janeth Paz. A mi
hermana Maryluz. A mi sobrina Lina María y a
todas las personas que me han apoyado en
todo momento.

Gracias por su cariño y apoyo incondicional.

CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

**PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS**

DEDICATORIA

A mi padre, Luis Alfredo López, A mi madre María Clemencia Lagos, A mi Esposa Belyini Amparo Pasaje Fuertes a mi hija Jary Ariagna López, a mi hijo Carlos Alejandro López a mis dos hermanas Sandra López y Yolima López

A mis sobrinas y sobrinos y demás familiares que me apoyaron y me acompañaron al logro de esta meta y de este importante paso de mi vida.

JUANCARLOS LOPEZ LAGOS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a DIOS por brindarnos la fortaleza y las capacidades para desarrollar nuestro trabajo de grado.

A nuestras Familias por su acompañamiento y motivación.

A la Universidad por ponernos a disponibilidad los diferentes recursos físicos y humanos que nos permitieron adquirir los conocimientos tecnológicos para perfilarnos como profesionales integrales.

Al Ing. Efrén Jojoa, por compartir con nosotros sus conocimientos, su gran experiencia y por el acompañamiento en nuestra etapa de formación hasta la culminación de este trabajo de investigación.

CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES

JUAN CARLOS LOPEZ LAGOS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

**PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS**

Nota de aceptación:

SAN JUAN DE PASTO, 28 DE AGOSTO DEL 2020



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCION	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
7.1 Descripción del problema	20
8. JUSTIFICACION	21
9. OBJETIVOS	
9.1 Objetivo general	22
9.2 Objetivos específicos	22
10 ANTECEDENTES	23
11 MARCO REFERENCIAL	24
11.1.1 Mampostería	24
11.1.2 Muros confinados	24
11.1.3 Propiedades físicas	25
11.1.4 Propiedades mecánicas	25
11.2 MARCO LEGAL	26
11.3 MARCO CONTEXTUAL	28
11.3.1 Ubicación	28
11.3.2 Localización del área de estudio	29
12 PROCESO DE INVESTIGACION	31
12.1 Metodología	31
12.1.1 Actividades preliminares	31
12.2 Tema de investigación	31
12.3 Mampostería ecológica	32
12.3.1 Alternativas para elaborar ladrillos ecológicos	34
12.3.1.1 Alternativa 1	34
12.3.1.2 Alternativa 2	34



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

12.3.1.3	Alternativa 3	34
12.3.1.4	Alternativa 4	35
12.4	Ladrillos y bloques de cal y arena	38
12.4.1	Dosificaciones de Cal Viva (óxido de calcio)	39
12.5	Ecoblocks de materiales alternativos	40
12.5.1	Proceso de fabricación de los bloques ecológicos	40
12.6	Selección del proyecto de investigación	42
12.7	Aportes y beneficios del proyecto de investigación	44
12.7.1	Aporte Principal	44
12.7.2	Otros aspectos	44
12.7.3	Beneficios	45
12.7.3.1	Ambiental	45
12.7.3.2	Social	45
12.7.3.3	Económico:	46
12.7.3.4	Cultural:	46
12.8	Resultados prácticos del proceso de investigación.	46
12.9	Naturaleza del proyecto:	47
13	METODOLOGÍA	48
13.1	Descripción del proceso de investigación.	48
13.1.1	Aspectos relevantes	49
13.1.1.1	La innovación:	49
13.1.1.2	El servicio	49
13.1.1.3	El universo:	49
13.1.1.4	Ámbito Territorial:	49
13.1.1.5	Tipo de Muestreo:	49
13.1.1.6	Tamaño de la población y toma de muestra:	50



13.2	Resultados de la investigación	50
14	INGENIERÍA DEL PROYECTO	51
14.1	Proceso Documental:	52
14.2	Desarrollo de la investigación	53
14.2.1	Características de los bloques prensados	54
14.3	Materiales y dosificación	55
14.3.1	<i>Características del suelo</i>	55
14.4	Evaluación del suelo. Ensayos de campo	57
14.4.1	<i>Ensayo de sedimentación del frasco:</i>	57
14.4.2	<i>Ensayo de contenido de humedad</i>	57
14.4.3	Ensayo de retracción, (ensayo de la caja.)	59
14.4.3.1	<i>Interpretación de la retracción</i>	61
14.5	Determinación empírica de la dosificación óptima	62
15.	PRACTICA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO:	62
15.1	Alternativa seleccionada para elaborar ladrillos ecológicos	63
15.1.1	Procedimientos de fabricación.	63
15.1.1.1	Tamizado	63
15.1.1.2	Mezcla con cemento	63
15.1.1.3	Cantidad de Agua	64
15.1.1.4	Prensado del bloque	64
15.2	Análisis de resultados	65
16	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BLOQUE OBTENIDO VRS EL BLOQUE TRADICIONAL	66
16.1	Porcentaje de absorción	66
16.1.1	Calculo del % de absorción del bloque obtenido	67
16.1.2	Calculo del % de absorción del ladrillo tradicional	68
16.2	Comparación peso de los bloques por m ²	73



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

16.3	Análisis de resistencias	75
16.4	Análisis de costos de la elaboración del bloque ecológico	84
16.5	Precios comparativos de los muros por m ²	87
17. CONCLUSIONES		90
18. RECOMENDACIONES		91
19. BIBLIOGRAFICA		93
		94



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Imagen 1	Localización Municipio de San Francisco en el departamento del Putumayo. Fuente Corpoamazonía. 28
Imagen 2	Vista satelital distrito de drenaje Valle de Sibundoy. Fuente Google Earth 29
Imagen 3	Área de desembocadura de los canales a, b, d del distrito de drenaje del Valle de Sibundoy. Fuente Google Earth. 30
Imagen 4	Máquina de elaboración de ladrillo prensado. Fuente esta investigación. 2019 33
Imagen 5	Moldes para ladrillo prensado. Fuente esta investigación. 2019 33
Imagen 6	Equipos para la fabricación de bloques. Fuente esta investigación 2019 34
Imagen 7	Arenas finas acumuladas por descolmatación del sistema drenaje del valle de Sibundoy. Fuente esta investigación. 2019 37
Imagen 8	Arenas finas acumuladas por descolmatación del sistema drenaje del valle de Sibundoy. Fuente esta investigación. 2019 37
Imagen 9	Arenas finas acumuladas por descolmatación del sistema drenaje del valle de Sibundoy. Fuente esta investigación. 2019 37
Imagen 10	Forma y componentes del bloque ecológico. Fuente Pinterest.com 41
Imagen 11	Hornos de quema de ladrillo (contaminantes del aire con CO ₂). Fuente esta investigación. 2019 43
Imagen 12	Hornos de quema de ladrillo (utilización de madera como material combustible). Fuente esta investigación. 2019. 43
Imagen 13	Apilamiento de ladrillo crudo de arcilla en etapa de secad. Fuente esta investigación. 2019 43
Imagen 14	Extracción de arcilla para ladrillo cocido. Fuente esta investigación. 2019 44
Imagen 15	Tipos de máquinas manuales para elaboración de ladrillos con suelo cemento comprimidos 54
Imagen 16	Características de los perfiles del suelo. 55
Imagen 17	Textura del suelo 56
Imagen 18	Ensayo de contenido de humedad 57
Imagen 19	Prueba de humedad 58
Imagen 20	Ensayo de retracción de los material fino. 59
Imagen 21	Ensayo de retracción de los material fino. Elaboración de caja de madera y llenado de material fino 59
Imagen 22	Ensayo de retracción de los material fin. Compactación y alisado de superficie 60



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Imagen 23	Ensayo de retracción de los material fin. Recolección de datos del ensayo	60
Imagen 24	Ensayo de retracción de los material fin. Comportamiento del material	61
Imagen 25	Ensayo de retracción de los material fin. Comportamiento del material	64
Imagen 26	Dimensiones del bloque. Medición de la longitud	65
Imagen 27	Dimensiones del bloque. Medición del grosor (espesor)	65
Imagen 28	Dimensiones del bloque. Medición del alto	66
Imagen 29	Pesaje de la muestra en seco y resultado obtenido	67
Imagen 30	Pesaje de la muestra saturada resultado obtenido	68
Imagen 31	Pesaje de la muestra en seco y resultado obtenido	69
Imagen 32	Pesaje de la muestra saturada y resultado obtenido	70
Imagen 33	Comportamiento del ladrillo seco en el proceso de absorción.	71
Imagen 34	Comportamiento del bloque ecológico en el proceso de absorción.	72
Imagen 35	Ladrillo tradicional de 0.29 x 0.19 x 0.10	73
Imagen 36	Bloque ecológico de 0.39 x 0.18 x 0.10	74
Imagen 37	Fabricación de los muretes con ladrillo tradicional de arcilla y bloques ecológicos para la prueba de campo de resistencia a la compresión.	78
Imagen 38	Curado de la pega de mampostería de bloque ecológico y ladrillo tradicional	79
Imagen 39	Aplicación de cargas para determinar la compresión del murete de ladrillo de arcilla	79
Imagen 40	Falla de murete de ladrillo de arcilla a los 900 kg	80
Imagen 41	Aplicación de cargas para determinar la compresión del murete de bloque ecológico	80
Imagen 42	Aplicación de cargas paulatinamente para determinar la compresión del murete de bloque ecológico	81
Imagen 43	Falla del murete de bloques ecológicos a 1200 kg	82



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

1. INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1 Dimensiones de prototipos de mampostería ecológica.....	39
Tabla No. 2 Materiales disponibles en la región para fabricación ladrillos...	41
Tabla No. 3 resultado de análisis de laboratorio prueba de compresión de las muestras	77
Tabla No. 4 Resumen de costos de producción para los 5 m ³ de material	85
Tabla No. 5 Presupuestos comparativos	87
Tabla No. 6 Precio unitario para el muro con ladrillo de arcilla	88
Tabla No. 7 Precio unitario para el muro con bloque ecológico	89



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

2. RESUMEN

Este documento presenta el trabajo investigativo y demás estudios realizados a los materiales de la región empleados como materias primas, para el desarrollo y producción de ladrillo ecológico; es a la vez una idea de emprendimiento, que busca beneficiar la parte económica, ecológica y ambiental.

Se describen los procesos y las mezclas para la fabricación de bloques y ladrillos como alternativa novedosa para la construcción, empleando los instrumentos de investigación, para recopilar información de la población técnicamente, con el objetivo de plasmar las preferencias, requerimientos y su capacidad de adquisición de los bloques.

Los resultados obtenidos en este proceso permiten demostrar constructivamente las cualidades en las unidades de mampostería según los tipos de mezclas estudiados a los que se evaluó las propiedades físicas y mecánicas según la NSR-10 y la Norma Técnica Colombiana.

En las propiedades físicas la adsorción de agua, en las propiedades mecánicas la resistencia a la compresión (NTC-4017). En la parte constructiva los rendimientos por m², análisis de precios unitarios, disminución de costos en materiales y los niveles de mitigación del impacto ambiental en relación con la producción de ladrillo de arcilla de manera tradicional.

Los métodos y técnicas aplicados según los parámetros de la normatividad Colombiana (los ensayos y principios) garantizan el cumplimiento de los estándares de calidad y de sismoresistencia requeridos por la ingeniería.

Otro análisis importante es que podemos implementar en la etapa constructiva de las viviendas el uso de trabes en los muros divisorios, obviando algunas columnas utilizando dichos bloques, sin alterar el diseño estructural de las edificaciones de acuerdo a la distribución arquitectónica teniendo en cuenta los conceptos de resistencia a la compresión y los principios fundamentales de estática.

Palabras clave: Mampostería confinada, propiedades físicas, propiedades mecánicas absorción, norma técnica, sismoresistencia, emprendimiento, estática.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

3. ABSTRACT

This document presents the investigative work and other studies carried out on the materials of the region used as raw materials, for the development and production of ecological brick; It is at the same time an idea of entrepreneurship, which seeks to benefit the economic, ecological and environmental aspects.

The processes and mixtures for the manufacture of blocks and bricks are described as a novel alternative for construction, using research instruments to collect information from the population technically, in order to capture the preferences, requirements and their ability to acquire the blocks.

The results obtained in this process allow to constructively demonstrate the qualities in the masonry units according to the types of mixtures studied to which the physical and mechanical properties were evaluated according to the NSR-10 and the Colombian Technical Standard.

In the physical properties the adsorption of water, in the mechanical properties the resistance to compression (NTC – 4017). In the constructive part, the yields per m², analysis of unit prices, reduction of costs in materials and the levels of mitigation of environmental impact in relation to the production of clay brick in the traditional way.

The methods and techniques applied according to the parameters of Colombian regulations (tests and principles) guarantee compliance with the quality and seismic resistance standards required by engineering.

Another important analysis is that we can implement in the construction stage of the houses the use of beams in the dividing walls, avoiding some columns using said blocks, without altering the structural design of the buildings according to the architectural distribution taking into account the concepts of compressive strength and the fundamental principles of statics.

Keywords: Masonry, resistance, compression, physical properties, mechanical properties, absorption, technical standard, seismic resistance undertaking.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

4. INTRODUCCION

Teniendo en cuenta los principios fundamentales de la formación profesional integral, establecidos en la Universidad Santo Tomás, para desarrollar la capacidad de investigación y adquirir conocimientos técnicos necesarios en la formulación de alternativas de solución, a los diferentes problemas que se presentan en nuestra región.

Por tal motivo realizamos el estudio y análisis desde el punto de vista técnico a las principales potencialidades que tiene el Valle de Sibundoy, para establecer procesos y métodos en la obtención sostenible de materiales de construcción y aprovechar las arenas y gravas de la colmatación mediante su selección en los puntos de recolección y muestreo para ser empleados como materias primas; contribuyendo al mejoramiento de las condiciones ambientales para la conservación de los recursos naturales y la generación de empleo.

En el estudio de campo se evaluó cinco alternativas de mezclas que se han empleado en otras regiones para la producción de mampostería ecológica; de las cuales nos centramos en 2 tipos para el caso de aplicación de este estudio técnico; utilizando materiales de la región para la fabricación de nuestros prototipos de bloques o Ecoblocks (ladrillos ecológicos). Estos se pueden fusionar con nuevas técnicas, procesos y materiales en las edificaciones, viviendas de interés social y proyectos arquitectónicos siendo utilizados en muros confinados y divisorios

El desarrollo económico de la región se basa en la actividad productiva e industrial. El municipio de San Francisco es pionero en la producción de cal y ladrillo de arcilla cocida, actividades económicas que se relacionan directa e indirectamente con el apogeo de la construcción, la arquitectura y la ingeniería.

El Valle de Sibundoy al dividirse está conformado por cuatro municipios cercanos que poseen un buen sistema vial, facilitando la comercialización de los bloques y ladrillos. Es privilegiado porque está conectado a dos capitales importantes de los departamentos de Putumayo y Nariño como son Mocoa y San Juan de Pasto, generando la oportunidad de ampliar el mercado y la promoción de este tipo de mampostería y bloques como ideas de emprendimiento regional.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

El crecimiento del sector de la construcción favorece la demanda de estos materiales propuestos y al campo laboral para nuestro desempeño a nivel profesional.

Sin embargo, existen un sin número de problemas que se deben tener en cuenta tanto a nivel ambiental, social y económico y es de nuestro interés indagar, investigar y proponer soluciones que lleven a mejorar los aspectos negativos de este tipo de industria sin afectar los beneficios que trae consigo.

Los ladrillo ecológicos; son una alternativa de solución a la problemática ambiental regional. Con las alternativas propuestas se evalúa el comportamiento de las materias primas y materiales disponibles, permite realizar ensayos de campo y laboratorio para determinar las propiedades mecánicas y físicas que deben cumplir según los requerimientos de la normatividad y los estándares de calidad colombianos.



5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El impacto del crecimiento de la población en las ciudades y comunidades a nivel mundial genera una serie de impactos negativos sobre el medio ambiente, entre ellos tenemos: la modificación del entorno y la alteración de los recursos naturales (agua, suelo, aire) afectando la calidad de vida e incrementando los niveles de pobreza a nivel mundial.

Este crecimiento según la OIT afirma que *“A medida que crece la población del mundo, también aumenta la demanda de empleos. Paradójicamente también incrementará la escasez de competencias”*¹. El problema repercute no solo en el daño ambiental sino que socialmente influye a nivel laboral porque determina la edad productiva de la población, haciéndose más difícil encontrar trabajo.

En Colombia la industria de la construcción ha jugado un papel importante en el desarrollo de la economía como lo podemos observar en el artículo de la revista Dinero donde publica la opinión del presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI), Argelino Durán Ariza 2016, dice *“Hay que desarrollar la industria constructora porque al ser transversal a otros sectores dinamizará al máximo el desarrollo nacional. Este nicho es clave para la infraestructura básica, escuelas, hospitales, carreteras y construcciones industriales y comerciales”*².

De esta forma el sector de la construcción influye en la inversión en los proyectos sociales beneficiando a la población en general de las ciudades y los municipios pequeños.

En la región del Putumayo, el sector de la construcción pertenece al sector secundario de la economía departamental que ha crecido a ritmo lento. A nivel del país teniendo en cuenta el número de empresas que desarrollan esta actividad ha crecido un 0,02% dividido en sociedades activas que prestan los servicios de construcción de edificaciones, vías entre otros. En este porcentaje se incluyen las pequeñas empresas, sociedades y las pequeñas fábricas de materiales de construcción (ladrillo, cal) que sobresalen a nivel regional

¹ https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_185003/lang-es/index.htm

² <https://www.dinero.com/edicion-impresa/informe-especial/articulo/aporte-del-sector-de-la-construccion-a-la-economia-colombiana/259815>

JUAN CARLOS LÓPEZ LAGOS. EMAIL: jucalola111@hotmail.com. Cel. 3224418025

CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES: catoguero16@hotmail.com. Cel. 3164181502



7.1 Descripción del Problema

La producción de ladrillos de arcilla y la quema de piedra caliza en el municipio de San Francisco Putumayo, son las actividades productivas que contribuyen económicamente a la población mediante la generación de algunos empleos de manera permanente, también permite satisfacer la demanda de ladrillos y bloques en la industria de la construcción; pero a su vez produce impactos negativos, por el alto índice de emisiones gases a la atmosfera (CO₂), producto de la combustión de grandes volúmenes de madera en la cocción de los adobes de arcilla y la piedra caliza; conllevando al proceso de deforestación y extracción de la madera de árboles nativos para dicho fin.

Por otra parte, dichos procesos de deforestación en la cabecera del municipio de San Francisco, ha generado la pérdida substancial de la capa vegetal protectora del suelo, desarrollando el fenómeno erosivo que con la influencia de los altos niveles de precipitación anual de la región (1430mm – 4445mm en época invierno)³ produce el acarreo de grandes volúmenes de sedimentos y materiales que se acumulan en los diferentes canales del distrito de drenaje del Valle de Sibundoy.

La cantidad de arenas finas y gravas se acumulan en la parte baja del sistema de drenaje, en el punto denominado la Garganta del Balsayaco, conllevando a una gran problemática por la colmatación y desbordamiento del cauce del río Putumayo, produciendo inundaciones en la época de invierno y la afectación al sistema productivo agrícola y ganadero de este sector.

De esta forma la problemática descrita anteriormente, se convierte en una potencialidad por la disponibilidad de los materiales, que pueden ser transformados como materias primas para la fabricación de los bloques ecológicos, los cuales pueden ser introducidos en el mercado regional de materiales de construcción; generando beneficios económicos para nosotros como proponentes y el beneficio a nivel social con la creación de empleo, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de nuestra población.

⁴http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Putumayo/Putumayo_economico.html



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

6. JUSTIFICACIÓN

Con la elaboración de ladrillo ecológico y de bloques comprimidos unidos con mortero y uniones mediante el sistema lego se puede obtener las resistencias requeridas según la normatividad Colombiana, y el proceso constructivo propuesto se busca bajar los costos de producción en los materiales como el concreto y el acero con la implementación de los travesaños de mampostería armada tipo columna; estos se ubican en las esquinas en el lugar de las columnas secundarias o elementos no estructurales. Este tipo de bloque es capaz de asumir dicho comportamiento estructural, y la disminución de los costos del proyecto.

La implementación del ladrillo ecológico en la construcción, logrará una producción significativa de acuerdo con la demanda de la región; se podrá disminuir los factores que contribuyen al problema económico actual. Se utilizará gran parte de las arenas finas del sistema de drenaje aportando un mantenimiento periódico que permitirá reducir las inundaciones y demás problemas presentes en la actualidad.

Esta propuesta busca realizar su aporte a la disminución de la utilización de la madera de árboles nativos en la industria de ladrillo, además disminuirá la contaminación de la atmósfera con CO₂. Y como beneficios se busca generar gran cantidad de empleos directos e indirectos favoreciendo la economía y calidad de vida del personal empleado y la comunidad en general.

Con esta idea de emprendimiento estaremos aportando un servicio profesional desde el área de la construcción la arquitectura y la ingeniería al complementar el producto ecológico con un servicio de construcción según el tipo de construcciones, adicionando varios aspectos como combinación de técnicas constructivas, materia prima de la región y diseños modernos, futuristas, e integrando el paisajismo y el diseño urbanístico según el sistema de ordenación regional.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

7. OBJETIVOS

9.1 General

“Elaborar bloques ecológicos para el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas, de acuerdo a los principios técnicos de la normatividad Colombiana, para su implementación en sistemas de producción alternativos, aplicados en la construcción de viviendas sostenibles y sustentables”.

9.2 Específicos

1. Investigar el proceso de obtención de las materias primas empleadas en la producción de ladrillo de arcilla tradicional y bloques, en el municipio de San Francisco Putumayo.
2. Diseñar y analizar diferentes relaciones de materiales y mezclas para la elaboración de los prototipos de ladrillo ecológicos.
3. Realizar ensayos físicos y mecánicos permitiendo verificar el comportamiento de la mezcla y la calidad del bloque obtenido.
4. Analizar otras experiencias y resultados en la construcción de bloques ecológicos, empleando la mezcla de suelo cemento.
5. Analizar los costos de producción de nuestro bloque por unidad y por metro cuadrado construido y realizar un análisis comparativo con el costo del ladrillo tradicional que está en el mercado.
6. Evaluar en índice de contaminación ocasionado por la combustión de la madera, con CO₂ producto de los hornos, contribuyendo a la conservación del medio ambiente.
7. Realizar ensayos de campo para la selección de materiales a emplearse en las mezclas.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

8. ANTECEDENTES

El proceso de la fabricación de los ladrillos de arcilla en el municipio de San Francisco inicio mediante la necesidad del mejoramiento y acondicionamiento de las viviendas, que para la época solo empleaban la madera.

Entre los 1940 y 1950 se desarrolla la producción de tipo familiar del ladrillo y la teja de arcilla; iniciada por dos familias del sector, construyeron así las primeras ladrilleras y tejerías; impulsando el uso del ladrillo y la teja en el mercado a nivel del sector de San Francisco logrando expandirse hacia los demás municipios del valle de Sibundoy. Hecho que permitió la transformación de la arquitectura, el uso de los materiales de construcción y la planificación urbana de los municipios a nivel del Valle de Sibundoy.

Al igual se inician los procesos de alteración del medio ambiente con la combustión de la madera para la quema del ladrillo y la teja, Y el proceso erosivo mediante la extracción del suelo no utilizable hasta llegar a los perfiles donde se encuentra la arcilla que posee mejores propiedades físicas para el uso del ladrillo en la construcción.

Hasta el año 1990 el proceso de fabricación fue de manera artesanal con el empleo de tracción animal para la preparación del barro y el prensado del ladrillo por unidades; a partir de ese año se emplea molinos eléctricos logrando optimizar los procesos de fabricación e incrementando los volúmenes de producción.⁴

Aumentando el número de quemas periódicamente y el consumo de la madera, agudizando mayormente el impacto ambiental.

⁴ Fuente esta investigación

JUAN CARLOS LÓPEZ LAGOS. EMAIL: jucalola111@hotmail.com. Cel. 3224418025

CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES: catoguero16@hotmail.com. Cel. 3164181502



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

En la actualidad se ha innovado en la producción de mampostería ecológica o ecoblocks en otras regiones del país y a nivel internacional está en su apogeo, porque son una alternativa que aprovecha materiales mediante el reciclaje, y otros materiales a bajo costo, además no necesitan de la cocción reduciendo notablemente el uso de madera.

Por estas características que posee este tipo de materiales queremos implementarlas en nuestra región para aprovechar las fuentes de materiales existentes como materias primas.



9. MARCO REFERENCIAL

11.1.1 Mampostería.

Se denomina al elemento formado por el uso de unidades del material que por su forma puede ser prismático e irregular que haciendo uso de técnicas constructivas, se pueden unir formando muros, dichos elementos se han usado desde la antigüedad y que en la actualidad deben cumplir con requerimientos técnicos de construcción y de sismoresistencia.

Según el artículo publicado por la web, INGENOEXPERT la define como la *“Técnica que permite superponer materiales como son ladrillos de arcilla, bloques de concreto para formar un muro empleado para dividir, cerrar y proteger. Las unidades de los materiales empleados se adhieren por medio de una mezcla de agua, cal o cemento, y agregado fino”*⁵.

11.1.2 Muros confinados.

Según la NSR-10 los define como “muros de mampostería enmarcados por vigas y columnas de amarre”⁶

Se obtienen por aglutinar unidades de bloques o ladrillos con el uso de mortero y son reforzados en sus bordes con elementos estructurales en pórticos formados por vigas y columnas, reforzándolos de forma longitudinal y transversal. En estos muros de debe medir la verticalidad (plomo), la alineación de las hiladas de bloques o ladrillos y el espesor del mortero de acuerdo a la norma mencionada.

La norma NSR-10 y la NTC 4017, 4205. especifican que el área de los vanos de un muro no debe ser mayor al 35% de su área total, porque le hace perder resistencia, otra regla es que estos muros deben quedar apoyados sobre las vigas de cimentación o sobre cimientos y en su parte superior con las vidas aéreas.

⁵ Extraído el día 28 de Agosto 2020 desde <https://ingeoexpert.com/articulo/tipos-de-mamposteria-en-la-construccion/?v=42983b05e2f2>

⁶Reglamento de Sismoresistencia Colombiano NSR-10, Titulo E-2
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/5titulo-e-nsr-100.pdf>
JUAN CARLOS LÓPEZ LAGOS. EMAIL: jucalola111@hotmail.com. Cel. 3224418025
CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES: catoguero16@hotmail.com. Cel. 3164181502



11.1.3 Propiedades físicas

Tanto las unidades de mampostería de arcilla y bloques de concreto tienen unas propiedades que influyen en su resistencia; las propiedades físicas evalúan las características de peso de las unidades, la capacidad de absorción de agua Tasa inicial de absorción según la NTC 4017.

Permiten medir la capacidad de absorción y saturación de los materiales empleados en la elaboración de las unidades de ladrillos y bloques, mediante ensayos de laboratorio y de campo. Estas propiedades garantizan el comportamiento del material para su uso edificaciones y viviendas teniendo en cuenta la prevención de patologías que podrían afectarlas.

11.1.4 Propiedades mecánicas.

Es la capacidad que se mide por unidad o murete de mampostería mediante ensayos de compresión, para evaluar la calidad de los materiales empleados, su dosificación (elaboración de mezclas), garantizando su durabilidad en las obras.

Para medir estas propiedades se emplean ensayos de laboratorio donde se aplican esfuerzos para obtener datos comparativos con los estándares establecidos en la Normatividad Colombiana.

El ensayo para determinar la resistencia a la tensión evalúa el modo de falla cuando se someten los ladrillos y bloques los cuales son sometidos a esfuerzos de flexión y compresión donde se evalúa el módulo de rotura, este valor puede variar entre el 10% y un 20% de la resistencia a la compresión. (Takeuchi, 2007).

Estas propiedades se evalúan de acuerdo a la NTC 4026 para bloques de concreto para mampostería estructural entre otras.



11.2 MARCO LEGAL

NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente)

- En el Título E. casas de uno y dos pisos; establece la normatividad y los parámetros técnicos de calidad de los ladrillos y bloques utilizadas en los muros confinados, muros no estructurales y muros divisorios.
- Titulo D. mampostería estructural. Todas las especificaciones de la mampostería empleada en edificaciones que requiere condiciones especiales de refuerzo para la resistencia a cargas y esfuerzos estructurales basados en el cumplimiento de la sismoresistencia.

NTC (Norma Técnica Colombiana (ICONTEC))

Establece la normatividad para el control de la calidad de las unidades de mampostería de arcilla y concreto, y establece los ensayos necesarios para evaluar la calidad de los materiales que determinan las propiedades físicas y mecánicas para garantizar la seguridad de las edificaciones y viviendas.

Para esta investigación se analizó las siguientes:

- NTC-4026. INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. UNIDADES (BLOQUES Y LADRILLOS) DE CONCRETO, PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL.

Establece los conceptos técnicos, las características y propiedades físicas y mecánicas que deben poseer las unidades de mampostería para su uso estructural.

- NTC-4205. UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA COCIDA, LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS

Clasifica a la mampostería de acuerdo a una tipología según forma ubicación de las perforaciones de los ladrillos, a su uso en las edificaciones. Establece los valores numéricos que se deben obtener en los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas mediante tablas.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

- NTC-4017. MÉTODOS PARA MUESTREO Y ENSAYOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA Y OTROS PRODUCTOS DE ARCILLA⁷.

Establece los parámetros que se deben tener en cuenta en la preparación de los materiales para realizar los ensayos en laboratorio.

Estipula los procedimientos matemáticos y la forma en que se deben realizar cada uno de los pasos de muestreos y ensayos en campo y laboratorio.

DECRETO 948 (junio 5) REGLAMENTO DE PROTECCION Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE⁸

Reglamenta y define las disposiciones legales para la emisión de gases y contaminantes a la atmosfera con el objetivo de la protección de la población ante la cantidad de elementos químicos y sustancias que puede afectar la salud pública y las que producen la polución que generan el efecto invernadero el cual ha alterado las condiciones medio ambientales del planeta.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA

CAP. 3 DE LOS DERECHOS COLECTIVOS Y DEL AMBIENTE⁹

Define los derechos de la población a gozar de un ambiente sano, a la conservación del ecosistema y de los recursos naturales, y su aprovechamiento de manera sostenible sin causar alteraciones graves que conlleven a problemáticas sociales.

⁷ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC, p 5. Año. 1997

⁸ DECRETO 948 DE 1995. Ministerio del Medio Ambiente,

⁹ Extraído el día 28 Agosto 2020 de

<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>

JUAN CARLOS LÓPEZ LAGOS. EMAIL: jucalola111@hotmail.com. Cel. 3224418025

CARLOS ALBERTO GUERRERO RUALES: catoguero16@hotmail.com. Cel. 3164181502



11.3 MARCO CONTEXTUAL

11.3.1 Ubicación.

El Municipio de San Francisco se encuentra ubicado al sur occidente de la República de Colombia, en las estribaciones de las montañas del macizo Colombiano y al noroccidente del Departamento del Putumayo en la subregión denominada Valle de Sibundoy. Hace parte de la región Andino Amazónica y sus coordenadas geográficas son: 1° 00' 21", 1° 22' 42" de latitud norte y 76° 43' 46" y 76° 59' 18" de longitud oeste.

La superficie de San Francisco consta de 48.000 Hectáreas con suelos originados producto de la sedimentación y las acumulaciones orgánicas por la dinámica fluvial de la zona. Se ubica a una altitud: 2154 msnm, con temperaturas entre los 16 y 18°.

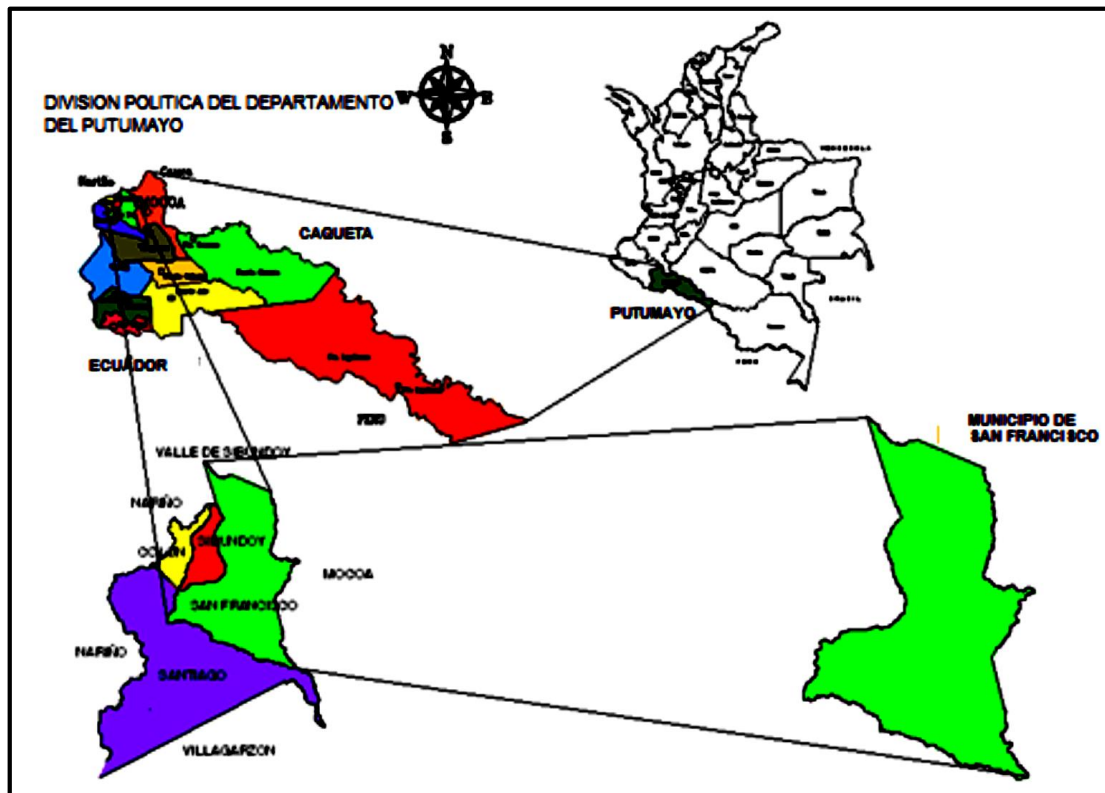


Imagen 1. Localización Municipio de San Francisco en el departamento del Putumayo. Fuente Corpoamazonía.



11.3.2 Localización del área de estudio

El estudio y recolección de muestras se desarrolló en el sector entre las veredas central San Antonio y la Argentina, ubicadas a lo largo del cauce del río Putumayo en las coordenadas 1°8'51.84" de Latitud Norte y 76°55'28.15" Oeste.

El área seleccionada del muestreo es utilizada para la extracción de materiales empleados en el mantenimiento de las vías terciarias y en el sector de la construcción.

La topografía plana en este sector del municipio de San Francisco favorece a la acumulación de gravas y materiales finos ocasionando el proceso de colmatación y el desbordamiento del río Putumayo, afectando los predios y las actividades agropecuarias por las inundaciones que se presentan en la época de invierno, correspondientes a los meses de junio y julio.

La distancia de recorrido desde la cabecera municipal es de 6km, con vías terciarias en buen estado, lo que favorece el transporte de los materiales.

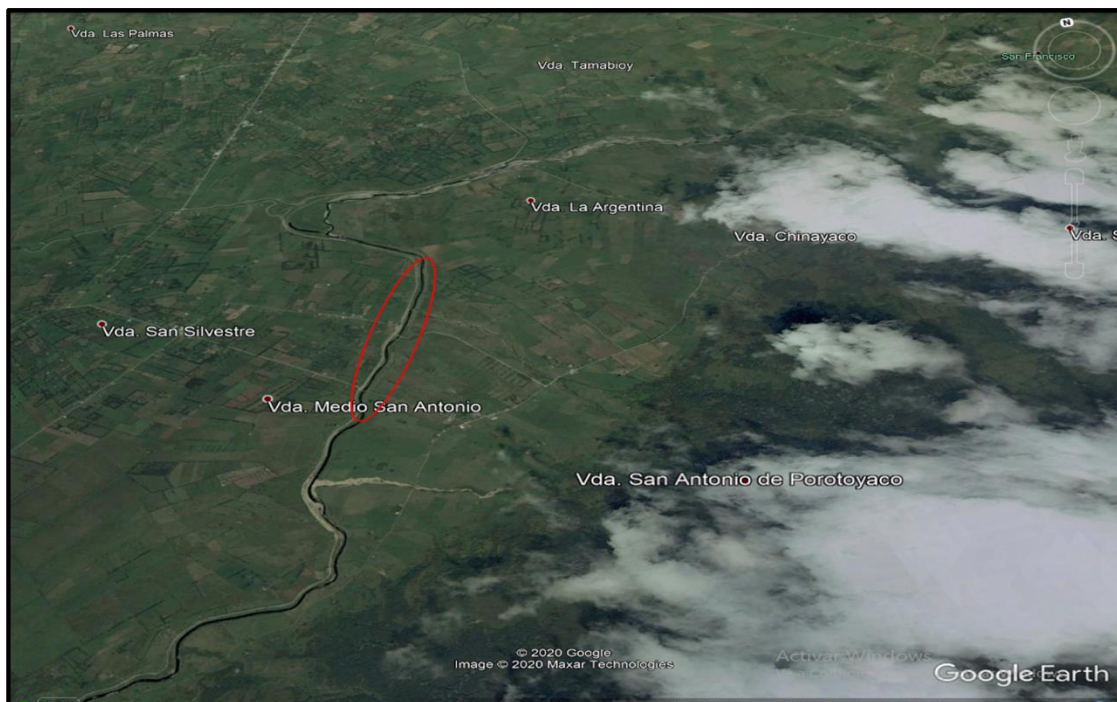


Imagen 2. Vista satelital distrito de drenaje Valle de Sibundoy. Fuente Google Earth



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS



*Imagen 3. Área de desembocadura de los canales a, b, d del distrito de drenaje del Valle de Sibundoy.
Fuente Google Earth.*

En la imagen numero 3 ubicamos la zona de la garganta de Balsayaco donde desembocan los canales que conforman el distrito de drenaje, los cuales conducen las aguas de los ríos: Negro, San pedro, San Francisco y el rio Putumayo que afectan este sector con inundaciones en la época de invierno acumulando grandes volúmenes de materiales, por la falta de mantenimiento y la descolmatación de los canales A, B Y D, debido a la desaparición de los Organismos Nacionales y a la falta de recursos de inversión que anteriormente se encargaban del dragado de las dársenas y de dichos canales .



10. PROCESO DE INVESTIGACION

10.1 Metodología

12.1.1 Actividades Preliminares

Implementación de materiales ecológicos para la aplicación de técnicas innovadoras en el desarrollo de bloques ecológicos para el sector de la construcción mediante la evaluación de las características mecánicas de resistencia, físicas de estética, peso, impermeabilidad, aislamiento termo acústico, durabilidad y funcionalidad; de estos materiales en la construcción de viviendas ecológicas que garanticen la sustentabilidad del entorno.

12.2 Tema de investigación.

Como futuros constructores queremos superar las barreras de lo cotidiano y desarrollar nuevos materiales que se pueden implementar en la arquitectura y la ingeniería; es una meta alcanzable y viable con la implementación de materiales duraderos, ecológicamente sustentables y económicamente accesibles destinados a los diferentes estratos sociales, brindando confort y una inversión segura y rentable.

La idea central es crear y producir un tipo de bloque utilizando materiales que se encuentran disponibles, los cuales son producto del reciclaje, de la selección de materias primas producidas en la actividad agrícola y de materiales minerales extraídos del cauce de los ríos producto de la colmatación por arrastre en el sistema de drenaje del Valle de Sibundoy.

Se busca utilizar estas materias primas cumpliendo con las especificaciones técnicas de la normatividad colombiana, implementadas en el desarrollo de la ingeniería para la seguridad y la calidad de las edificaciones según la NSR.

La investigación pretende implementar en las edificaciones y demás proyectos, los materiales y técnicas constructivas amigables con el medio ambiente, preocupados por disminuir el impacto negativo a nuestro planeta generado por el hombre, en la industrialización de los procesos constructivos en su afán de mejorar la calidad de vida de la sociedad.



Los resultados de este estudio se pueden aplicar en diferentes tipos de edificaciones y obras civiles como son: viviendas, rurales, urbanas, campestres, y en general en aquellas según la necesidad de los clientes y la sociedad.

En el desarrollo del proceso constructivo de las diferentes obras civiles y edificaciones se hace uso de materiales comunes, cuya producción conlleva a la explotación irracional de los recursos naturales; en los cuales a largo plazo se observan los efectos negativos que afectan nuestro planeta, como por ejemplo la cocción de ladrillo de arcilla genera cantidades significantes de CO₂, la extracción no controlada del suelo genera procesos erosivos y la deforestación contribuyendo al calentamiento global lo que genera el constante cambio climático.

12.3 MAMPOSTERIA ECOLOGICA.

El objetivo principal es la modernización del proceso de producción de ladrillo de arcilla cocido en la región, con la implementación del manejo racional del suelo, y la reducción de la deforestación ocasionada actualmente por la utilización de altos volúmenes de leña o madera como materia prima para la cocción del ladrillo y la cal; en dicho proceso se producen altos contenidos de gases tóxicos siendo el más común el CO₂, que se emite hacia la atmosfera que afecta a la población.

La salud de los trabajadores se ve deteriorada por someterse a grandes temperaturas en jornadas exhaustivas para mantener la temperatura necesaria en el proceso de la cocción según la capacidad de los hornos. Además, cabe resaltar que, para la obtención del suelo como materia prima, estas industrias excavan los perfiles superficiales hasta llegar a las capas de arcilla o barro de mejor calidad, en dicho proceso los volúmenes de suelo superficial se remueven y se deposita en otros lugares donde es desechado; en estas actividades se va erosionado los terrenos aledaños generando problemas de estabilidad y pérdida de flora y fauna.

Además, basados en el informe final contrato entre ECO INGENIERIA S.A.S Y EL PROGRAMA DE LAS UNIDAS PARA EL DESARROLLO- PNUD- PROYECTO GEF/ PNUD / COL 70467 cuyo objeto es “**Determinación de propiedades físicas y, estimación del consumo energético en la producción de acero, concreto, vidrio, ladrillo y otros materiales entre ellos los alternativos y otros de uso tradicional utilizados en la**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

construcción de edificaciones colombianas” de donde obtuvimos que el ladrillo de arcilla cocido produce un consumo energético de 2750 Mj/ton y una emisión de CO₂ total de 0.2428 ton CO₂ / ton. Que en comparación con los datos de contaminación del ladrillo ecológico el cual es de un consumo energético de 1059 Mj/ton y una emisión de gases de CO₂ de 0.0557 CO₂/ton.

Podemos analizar que el proceso industrial de la alternativa de ladrillo ecológico es viable para el beneficio ambiental de donde nace el nombre para nuestro proyecto.

Tabla N.1. CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIÓN DE CO₂ DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACION.

MATERIAL	CONSUMO ENERGETICO TOTAL (MJ/ton)	EMISION DE CO ₂ TOTAL (ton CO ₂ /ton)
Agregados Gruesos	177,2	0,0098
Agregados Finos	494,6	0,0213
Arena de rio	121,7	0,0097
Ladrillo – teja de arcilla	2750,0	0,2428
Cal	7670,0	0,7984
Cemento vía húmeda	11062,0	1,1848
Cemento vía seca	7506,0	1,0955
Eco cemento	3651,0	0,2105
Maderas	500,0	-
Bloques ecológicos	1292,0	0,0849
Ladrillos ecológicos (gruesos y finos)	1059,0	0,0557
Agregados ecológicos (gruesos y finos)	13	0,0010

Fuente: Informe final contrato 0000013511 ECOINGENIERIA.



Tabla N.2. Información de producción ladrillos de arcilla Municipio de San francisco Putumayo

CONSUMO DE MATERIALES DE LA PRODUCCION DE LADRILLO DE ARCILLA COCIDO		
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD
LEÑA O MADERA UTILIZADA	M3	30
UNIDADES DE LADRILLOS COCIDOS POR	UND	13000
HORAS DEDICADAS A LA QUEMA	HORAS	24
CANTIDAD DE QUEMAS AL MES	UND	3

Fuente. Este trabajo de investigación.

12.3.1 La atmosfera

La atmósfera terrestre protege la vida de la Tierra, absorbiendo en la capa de ozono parte de la radiación solar ultravioleta, reduciendo las diferencias de temperatura entre el día y la noche, y actuando como escudo protector contra los meteoritos.

Los distintos colores se deben a la dispersión de la luz producida por la atmósfera.

Casi la totalidad del aire (un 95 %) se encuentra a menos de 30 km de altura, encontrándose más del 75 % en la troposfera. El aire forma en la troposfera una mezcla de gases bastante homogénea, hasta el punto de que su comportamiento es el equivalente al que tendría si estuviera compuesto por un solo gas.



12.3.2 Huella de carbono a la atmosfera

La huella de carbono en la atmosfera es una alternativa que permite medir los impactos diarios del hombre sobre el ambiente y con la cual se puede calcular la trazabilidad ambiental de todas las acciones humanas de esta manera podemos plantear acciones necesarias para mitigar los impactos que producen dichas acciones sobre el planeta y frenar la contaminación ambiental y los riesgos que produce el efecto invernadero, los cuales son medidos por la cantidad de CO₂ que se emite por la producción industrial, el transporte entre otros. Este gas se acumula en la atmosfera produciendo un efecto natural llamado efecto invernadero, que consiste en que los gases y el calentamiento emanado de la tierra no pueden ser expulsados al espacio, quedan atrapados en la atmosfera incrementando la temperatura afectando el desarrollo de la vida de forma normal y produce efectos negativos en los seres vivos.

Teniendo en cuenta todo este proceso, podemos decir que en la industria de la construcción más de un 60 % de las actividades se desarrollan en la mampostería, por lo que desde nuestros conocimientos buscamos contribuir a la campaña mundial de disminución del efecto invernadero y podemos proponer alternativas que disminuyan los índices de contaminación.

12.3.3 Por qué lo llamamos ladrillo ecológico:

Si hacemos una relación matemática de estos valores podemos concluir que, en cuanto a consumo energético, la elaboración de ladrillo ecológico con respecto al de arcilla es menor y la contribución al medio ambiente es un 61.49 % tomamos los datos del capítulo 12 MAMPOSTERIA ECOLOGICA del presente informe. (ver numeral 12.3)

Diferencia del valor de consumo energético entre los ladrillos de arcilla cocido y el valor del ladrillo ecológico obtenemos un porcentaje de beneficio ambiental.

$$2750 \text{ MJ/ton} - 161 \text{ MJ/ton} = \mathbf{1691 \text{ MJ/ton}}$$



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

Por lo que determinamos la diferencia en porcentaje de consumo de energía:

$$2750 \text{ MJ/ton} = 100\%$$

$$1691 \text{ MJ/ton} = X$$

$$X = 61.49 \% \text{ de consumo de energía}$$

El ahorro de energía en la producción de ladrillo ecológico está por encima el 60 % por lo que podemos definir que la alternativa propuesta si contribuye al medio ambiente.

De la misma manera evaluemos la emisión de CO₂ entre las dos alternativas la de arcilla cocida y la de bloque ecológico

tomamos los datos del capítulo 12.3 MAMPOSTERIA ECOLOGICA del presente informe.

$$\text{Ladrillo de arcilla cocido} = 0.2428 \text{ ton CO}_2 / \text{ton}$$

$$\text{Bloque ecológico} = 0.0557 \text{ CO}_2/\text{ton.}$$

$$0.2428 \text{ ton CO}_2 / \text{ton} - 0.0557 \text{ CO}_2/\text{ton.} = 0.1871 \text{ CO}_2/\text{ton.}$$

$$0.2428 \text{ ton CO}_2 / \text{ton} = 100\%$$

$$1691 \text{ MJ/ton} = X$$

$$X = 77,05 \% \text{ emisión de CO}_2 \text{ total}$$

En cuanto a la emisión de CO₂ podemos determinar que se tiene un valor de un 77% de ahorro de emisión de CO₂ a la atmosfera por lo que podemos concluir que los ladrillos en bloque con suelo cemento se convierten en la mejor opción para la industria de la construcción en contribución al efecto invernadero.



La elaboración de ladrillo ecológico se convierte en un tipo de mampostería ideal para el desarrollo de muchos proyectos; tiene por objetivo la sustitución a largo y mediano plazo, un gran porcentaje de la utilización del sistema de mampostería tradicional.

Existen diferentes métodos y formas de elaborar ladrillo ecológico para ello vamos a discriminar los de mayor innovación y económicamente viables.

Para la producción de ladrillos o bloques con estas características de acuerdo a los objetivos de esta investigación, es necesario implementar una maquinaria o equipos especiales como son: los molinos, bandas mecánicas transportadoras de material, zarandas mecánicas, mezcladoras de concreto, prensas y moldes según las dimensiones de acuerdo a los estándares en el mercado de los bloques o ladrillos y una infraestructura para la producción y almacenamiento del producto.

A continuación, se describen las técnicas, métodos y materiales constructivos empleados en el proceso investigativo.

Maquinaria y equipos empleados en la producción de mampostería



Imagen 4. Máquina de elaboración de ladrillo prensado. Fuente esta investigación. 2019



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Imagen 5. Moldes para ladrillo prensado. Fuente esta investigación. 2019



Imagen 6: Equipos para la fabricación de bloques. Fuente esta investigación 2019



Alternativas para elaborar ladrillos ecológicos

12.3.1.1 Alternativa N° 1

MEZCLA

- 8 cubetas de Suelo,
- 2 cubetas de Cemento
- Agua para dar una consistencia húmeda.

12.3.1.2 Alternativa N° 2

MEZCLA

- 1 cubeta de Cemento
- 5 cubetas de Arena de fina
- 2 grava de $\frac{1}{4}$ cribado a 5 mm
- Agua 1 $\frac{1}{4}$

12.3.1.3 Alternativa N° 3

MEZCLA

- 4 cubeta de suelo
- 4 cubetas de Arena fina
- 2 cubetas de cemento
- Agua a medida

12.3.1.4 Alternativa N° 4

Mezcla aprovechamiento de basura (materiales de reciclaje)

Esta mezcla sin lugar a duda es más novedosa y sustentable para el medio ambiente; de las grandes cantidades de basura que se producen a diario en los pueblos y ciudades, podemos utilizar los residuos orgánicos e inorgánicos (plásticos vidrios y demás) que acumulados en rellenos sanitarios generan lixiviados que contaminan el agua y suelo en general se producen gases como el metano que contaminan el aire.



En esta actividad se busca incentivar la recolección y el reciclaje de materiales derivados de los plásticos, papel, vidrios entre otros, para obtener materias primas que pueden ser utilizadas en las mezclas que se van a moldear; para posteriormente realizar un análisis de resultados y determinar el grado de resistencia para cumplir con los parámetros técnicos y los estándares de la mampostería empleada en la construcción.

El proceso de investigación sobre el reciclaje y la utilización de las basuras están en continuo desarrollo lo que ha permitido utilizar estos materiales para hacer ladrillos y emplearlos en las edificaciones, obras civiles, con sistemas modulares y sistemas ecológicos mediante el proceso KONLIX.

Después del proceso de recolección y clasificación, la basura en los vertederos pasa por la etapa de desinfección o higienización en este punto se recicla los plásticos, los vidrios los metales entre otros, y el resto es molido y tamizado hasta obtener arenas finas, estas se mezclan con un aditivo konlix que encapsula e inhibe el desarrollo de bacterias como coroliformes fecales, estreptococos, entre otras.

El resultado es un compuesto limpio dentro de los resultados microbiológicos de ley, luego se hace una mezcla con arena, el suelo y cemento que posteriormente son prensados y se obtiene los ladrillos ecológicos.

Este factor es muy importante para darle un uso adecuado y generarle valor agregado a la basura para solucionar los problemas de obtención de materias primas.

MEZCLA

- 4 Cubeta de suelo
- 4Cubetas de Arena fina obtenida de la basura
- 2 Cubetas de cemento

Incluso la fabricación de estos bloques, que resulta de la mezcla de arena, cemento y plásticos molidos, específicamente de polímeros sintéticos obtenidos de las botellas de agua, gaseosas y de otros recipientes plásticos reciclados, los cuales constituyeron la razón principal para desarrollar esta idea de negocios, que se puso en marcha luego de buscar los usos en que se podía utilizar estos materiales tan nocivos para el medio ambiente.



Con el desarrollo a futuro de este proyecto podemos generar mayor cantidad de mano de obra, en el proceso de reciclaje para la recolección de materias primas, y en la fabricación de nuestros productos como son: los bloques y otros tipos de mampostería para los proyectos de viviendas semi ecológicas.

Estos materiales tendrán la forma, el color, las dimensiones acordes con las necesidades y las exigencias de la normativa establecida según la NTC y demás instituciones que verifican la calidad de los materiales.

Arena fina con contenido calizo a nivel regional contamos con variedad de ríos que desembocan en un solo sistema de drenaje, los cuales poseen continuos problemas de colmatación de su cauce con los materiales de arrastre; estos poseen buenas características que se pueden aprovechar en el desarrollo constructivo, su disponibilidad lo hace un agregado muy útil y que su extracción genera muchos beneficios lejos de dañar el medio ambiente; contribuirá con el objetivo de descolmatación evitando el desbordamiento de los ríos, previniendo inundaciones en la parte baja del valle de Sibundoy; problemática que se presenta con mucha frecuencia y que las entidades territoriales invierten muchos recursos en su mantenimiento. Como se muestran en las Imágenes No. 1, 2 y 3.

Depósito de materiales en canales sistema de drenaje



Imagen 7. Arenas finas acumuladas por des colmatación del sistema drenaje del valle de Sibundoy. Fuente esta investigación. 2019



Imagen 8. Arenas finas acumuladas por des colmatación del sistema drenaje del valle de Sibundoy. Fuente esta investigación. 2019



Imagen 9. Arenas finas acumuladas por des colmatación del sistema drenaje del valle de Sibundoy. Fuente esta investigación. 2019

12.4 Ladrillos y bloques de cal y arena

Haciendo un recuento en la historia de los orígenes de la construcción y la ingeniería encontramos el desarrollo de métodos constructivos y materiales utilizados en viviendas, sistemas de irrigación de cultivos, estructuras de protección de comunidades y en general otras de gran importancia religiosa que perduran hasta nuestros días.

Entre esos materiales se destaca el uso de la madera como herramientas, sistemas de andamiaje, estructuras de cubiertas, sistemas aperticados y carpintería en general.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

Posteriormente se desarrolla los sistemas de mampostería en piedra que mediante métodos rudimentarios se le daba forma casi perfecta, con las que se construyeron diferentes estructuras que hasta hoy en día existen y fueron los métodos de donde se desarrolló el sistema actual de la construcción, la arquitectura y la ingeniería civil.

También se utilizó el método de fabricación de adobes de arcilla mezclada con materiales orgánicos como las eses animales, el tamo o paja seca, en este no se requería el proceso de cocción; posteriormente se implementó la cocción en hornos lo que permitía dar a los adobes mayor resistencia a las diferentes condiciones ambientales; conjuntamente se crea el sistema de trabas para dar estabilidad a los diferentes muros conformados para edificaciones y sistemas de terrazas para el cultivo entre otros.

Para dar un mejor adherencia a las unidades de mampostería se implementa el uso de morteros que al igual eran de arcilla, mezcla de eses animales y la cal; obtenida de la cocción de alguna roca determinada que tenía estas propiedades y características.

En la actualidad encontramos el uso de este tipo de morteros y bloques en estructuras de diferentes culturas antiguas: en América central, Sur América y Europa, con lo que se puede deducir que este tipo de materiales son resistentes en el transcurso de los años pero que en nuestra época moderna en muchos países se ha dejado de utilizar en los procesos de construcción.

12.4.1 Dosificaciones de Cal Viva (Óxido De Calcio) y Arena para Bloques

En general se busca evaluar la resistencia de bloques prototipo, elaborados con las dosificaciones utilizadas en la región y otras elaboradas a criterio técnico de acuerdo a las dimensiones utilizadas en el mercado regional de los bloques de arcilla, para posteriormente obtener las resistencias requeridas por los estándares y normatividad de Sismoresistencia Colombia.



Tablas No.1

Dimensiones de prototipos de mampostería ecológica

Bloque prototipo 1. (macizo)	
Ancho m	0.09
Alto m	0.12
Largo cm	0.22

Bloque prototipo 2. (Tolete)	
Ancho m	0.09
Alto m	0.15
Largo cm	0.23
Bloque prototipo 3. (farol)	
Ancho m	0.09
Alto m	0.20
Largo cm	0.25

Con los anteriores prototipos se implementara las dosificaciones de cal, buscando obtener la resistencia óptima mediante estudios de laboratorio de compresión de lo cual se determina la resistencia ideal para determinar el tipo de uso de cada dosificación de los agregados y el aglomerante que en este caso se evaluará la cal viva (óxido de calcio) y apagada (hidróxido de calcio)

Estos ensayos permitirán establecer la relación de costos y calidad de materiales frente a los que están en el mercado ya que son más comunes y que generan la elevación de los costos en el presupuesto de la construcción de viviendas de interés social y demás edificaciones.

12.5 Ecoblocks de materiales alternativos

En la actualidad el desarrollo de la construcción está implementando nuevas alternativas por parte de personas y organizaciones que buscan desarrollar materiales novedosos a través del reciclaje de desechos producidos por el consumo humano, por el desarrollo de actividades comerciales e industriales, de los residuos de cosecha, animales y el reciclaje de materiales producto de la demolición de estructuras y edificaciones.

Por tal motivo y basados en otras investigaciones realizadas en países que han adelantado dichos procesos de estudio para el desarrollo de novedosos



materiales de construcción llamados ecoblocks o bloques ecológicos, en los cuales se aprovechan diversas materias primas de origen orgánico e inorgánico o sintéticos, como alternativa de solución a la actual crisis que está atravesando el mundo por los altos grados de contaminación por desechos de materiales plásticos y otros que no son biodegradables que perjudican a las diferentes especies animales y al mismo ser humano.

Teniendo en cuenta que en el Valle de Sibundoy están disponibles diferentes tipos de materiales de origen orgánico e inorgánico como son: La cascarilla de frijol, desechos plásticos y de papel de la planta de reciclaje, arena producto de la colmatación de los canales que comprenden el sistema de drenaje del Valle de Sibundoy, la cal viva (óxido de calcio) y cal apagada (hidróxido de calcio) el cemento en un bajo porcentaje.

Estos materiales son la materia prima para la fabricación de ecobloques con el objetivo de disminuir el impacto de la intervención antropica en el medio ambiente, mejorar la calidad de vida de la población y la generación de empleo en la región.

12.5.1 Proceso de fabricación de los bloques ecológicos

Inicia con la selección y clasificación de las diferentes materias primas, limpieza; corte, pulverización de los materiales que lo requerirán; su almacenamiento debe ser de acuerdo a cada tipo de componente, para continuar con el proceso de pesaje y su dosificación; posteriormente agregar las cantidades de agua requeridas, en el desarrollo del proceso de mezclado se obtiene una masa con materiales aglutinantes como son la cal o cemento y se realiza el vaciado en los moldes; como fase final se realiza la compresión mecánica o manual para obtener los bloques y conducirlos al almacenamiento para su posterior uso, distribución o comercialización.

Las características de las materias primas permiten obtener mejores condiciones de resistencia, durabilidad, disminución de peso (elementos livianos) favoreciendo las condiciones estructurales de las edificaciones, disminuir el deterioro del ataque de la humedad y corrosión; añade propiedades térmicas y aislante acústico, costos entre otros aspectos.



Tabla No 2

Materiales disponibles en la region para fabricacion de ladrillos

Materiales orgánicos	Materiales Inorgánicos
1. Cascarilla de frijol	Cal viva y apagada
2. Bagazo de caña	Cemento portland tipo 1
3. Tuzas de maiz	Plastico PET picado
	Papel periodico
	Residuos y botellas plasticas
	Arena de río

Ejemplo porcentajes de dosificacion de ecobloques



Imagen 10. Forma y componentes del bloque ecológico. Fuente Pinterest.com

12.6 Selección del proyecto de investigación

Como futuros profesionales en el área de la construcción, la arquitectura y la ingeniería hemos venido trabajando desde nuestro proceso de formación enfocándonos básicamente en la forma de integrar métodos y procesos novedosos en la industria de la construcción ya que nuestra carrera nos permite fusionar la ingeniería y la arquitectura.

También queremos realizar un estudio de mercado para ofrecer cuatro (4) tipos de bloques de mampostería con las características técnicas que nos permite innovar el mercado regional en el cual existen algunas limitaciones en cuanto a la oferta de otro tipo de mampostería novedosa; por esta razón queremos investigar cómo podemos aplicar estos materiales en los proyectos de vivienda,



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

ofertando nuestro producto en la construcción superando las expectativas de los clientes y de esta manera llegar a ser pioneros en la generando empleo, contribuyendo con el medio ambiente.

Por qué. Para explicar este fenómeno vamos a citar la problemática general de la región:

El municipio de San Francisco Putumayo se caracteriza por la actividad industrial de la cal y el ladrillo, en la cual se genera un alto porcentaje de empleo, sin embargo, los impactos negativos desde el ámbito ecológico son bastante altos, ya que esta industria utiliza métodos rudimentarios de producción los cuales son muy dañinos para el Medio Ambiente entre ellos tenemos:

La quema de material vegetal (leña) para la cocción del ladrillo de arcilla en donde se emana gases contaminantes a la atmósfera (CO₂), y es causa del proceso de deforestación con la tala del bosque nativo.

Por otra parte, la extracción de arcilla de las minas en la base de la montaña genera erosión y fenómenos de remoción en masa, con el riesgo a futuro de avalanchas. Mediante la implementación de nuevas técnicas queremos fortalecer esta actividad industrial, la generación de empleo y el cuidado del medio ambiente.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS Impactos de la cocción del ladrillo



Imagen 11. Hornos de quema de ladrillo (contaminantes del aire con CO₂). Fuente esta investigación. 2019

Impacto por quema de altos volúmenes de madera



Imagen 12. Hornos de quema de ladrillo (utilización de madera como material combustible). Fuente esta investigación. 2019.

Impacto por extracción de altos volúmenes de arcilla



Imagen 13. Apilamiento de ladrillo crudo de arcilla en etapa de secad. Fuente esta investigación. 2019



Impacto por remoción de los perfiles superficiales del suelo



Imagen 14. Extracción de arcilla para ladrillo cocido. Fuente esta investigación. 2019

Del proceso de fabricación del bloque de arcilla recolectamos datos de campo para establecer el consumo de madera para el proceso de cocción los cuales los presentamos en la tabla N°2

12.7 Aportes y beneficios del proyecto de investigación

12.7.1 Aporte Principal:

Este proyecto busca contribuir al desarrollo social con la generación de empleos directos e indirectos para el mejoramiento de la calidad de vida de la población en situación de vulnerabilidad, campesinos, desplazados, indígenas, desmovilizados, y demás habitantes de la región. Siendo este tipo de material una alternativa de solución al problema de desempleo regional y una solución a la falta de adquisición de una vivienda digna.

12.7.2 Otros aspectos:

Se pretende utilizar materiales que normalmente están causando perjuicio a la estabilidad y al equilibrio ecológico-ambiental de la región. Queremos impulsar nuevas técnicas de producción de bloques y ladrillos teniendo en cuenta la innovación de la arquitectura y la ingeniería buscando disminuir los costos de inversión.



12.7.3 Beneficios:

Los beneficios que se proyectan alcanzar serán de tipo ambiental, social, económica, social y cultural.

12.7.3.1 Ambiental:

Se promoverá la conservación del medio ambiente mediante la utilización de materiales que actualmente causan perjuicios al medio ambiente como basuras y material de arrastre que causa problemáticas de colmatación en el sistema de drenaje del valle de Sibundoy.

Se buscará disminuir la emisión de CO₂ de la industria tradicional en la producción de ladrillo.

Se dejará un precedente en el desarrollo de la construcción y la infraestructura civil teniendo en cuenta el uso adecuado de los recursos naturales como el caso del agua, el suelo, y el aire, dándole un manejo adecuado a los desechos producidos en los procesos constructivos.

12.7.3.2 Social:

Fortalecer el conocimiento de la mano de obra no calificada mediante la capacitación técnica y práctica en el uso de tecnologías y normas constructivas para garantizar la calidad del producto.

Procurar contribuir al empleo y mejora de la calidad de vida de las personas del valle de Sibundoy.

Se buscará la integración de los productores de ladrillo de forma tradicional para transmitirles la aplicación de los métodos de esta alternativa y lograr la innovación industrial de estas pequeñas empresas en el municipio y se incremente la actividad económica mediante la fabricación de nuevos materiales.



12.7.3.3 Económico:

A parte de la generación de empleo y mejora de la calidad de vida del personal utilizado, se pretende disminuir los costos de producción, de inversión en la construcción de viviendas con materiales al alcance de toda la población.

12.7.3.4 Cultural:

Los beneficios proyectados son por medio de la educación ambiental sobre la protección de los recursos naturales, sobre la creación de mecanismos que permitan disminuir las causas que producen el fenómeno de calentamiento global.

La propuesta pretende fomentar la cultura y la educación a través del reciclaje de materiales plásticos y su transformación en materias primas para la fabricación de los bloques.

Ofertar una alternativa económica para disminuir la extracción de suelo para la fabricación de ladrillos cocidos de arcilla; mitigando el proceso erosivo de la zona de estudio.

12.8 Resultados prácticos del proceso de investigación.

Se obtuvieron datos mediante ensayos de laboratorio y de la practica en campo mediante la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas para determinar la resistencia de los ladrillos y se llevó a laboratorio especímenes fabricados con las mezclas propuestas a las cuales se les realizó la prueba de resistencia a la compresión, he identificar los posibles factores que impidan el desarrollo de este proyecto.

De la misma forma se analizó a fondo los costos de producción y la acogida que lograrían tener en el campo constructivo; además necesitamos comparar los rendimientos de construcción con este tipo de ladrillo ecológico en la materialización de una vivienda.

Con la finalización del trabajo de investigación, se da claridad sobre las ventajas y desventajas que podría tener estos productos en su evaluación, si son viables o no y llevarlos a su materialización.



Con el desarrollo de este proyecto pretendemos materializar este proyecto, postulándola como una idea de negocio al **fondo emprender del SENA** y a las diferentes plataformas que apoyan proyectos novedosos; esto se hace con el ánimo de la creación del auto empleo y promover en la región el desarrollo económico.

Los productos serán únicos a nivel regional en donde aplicaremos técnicas ya establecidas, pero tendrá como factor innovador la combinación de las mismas en proyectos únicos y originales en donde el inversionista tendrá la posibilidad de valorizar su inversión.

Al finalizar la investigación esperamos obtener un buen estudio de mercado determinando los valores más generales de las posibles inversiones en donde los servicios prestados como los productos ofrecidos vayan de acuerdo a la economía de la región del valle de Sibundoy.

A esta tesis de grado pretendemos materializarla fabricando los productos y genere beneficios de diferente índole, y en una futura etapa de investigación esta idea de emprendimiento, se convierta en una idea de negocio que es la verdadera intención del grupo de trabajo con el cual hemos venido avanzando desde hace mucho tiempo; y así desarrollar nuestra idea de negocios llegando a ser profesionales contribuyentes a la sociedad, independientes, generando nuestro propio empleo para no engrosar largas filas, buscando oportunidad laboral.

12.9. Naturaleza del proyecto:

El proyecto tiene una naturaleza de innovación, creación y aplicación a la construcción, la arquitectura y la ingeniería, empleando productos o materiales para la construcción de casas semi ecológicas destinadas y ajustadas a los diferentes mercados o estratos sociales, adaptándose a la Normatividad Colombiana NSR-10. La eficiencia del proyecto busca un factor innovador adicional al combinar materiales ecológicos, con técnicas constructivas antiguas y modernos acabados con temas personalizados que favorezcan el diseño arquitectónico y la economía en la inversión de todos los recursos.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

13. METODOLOGÍA

Según Bernal Cesar A. La metodología aplicada para este proyecto, es por el método de investigación Científica - método histórico comparativo.

El cual se define como el procedimiento de investigación y esclarecimiento de los fenómenos culturales que consiste en establecer las semejanzas, infiriendo una conclusión acerca de su parentesco genético, es decir de su origen común.

Podemos deducir de la comparación entre experiencias obtenidas en, investigaciones y resultados de efectividad de emprendedores y constructores de otras regiones del país y del mundo; también de personas que tienen diferentes niveles y estratos socioeconómicos según su capacidad adquisitiva, y por la observación de las necesidades en los proyectos y según la especialización de sus líneas de producción para hacer un recuento histórico del desarrollo e innovación de los diferentes materiales que comúnmente son empleados en la construcción.

13.1 Descripción del proceso de investigación.

En este proceso se realizó la recolección de la información con la revisión y análisis documental de otras experiencias ya establecidas a nivel nacional e internacional

Se visitó las fuentes de materiales y materia prima que existe en la región, además se buscó la posible competencia de este tipo de construcción y se analizó las ventajas y desventajas que pudiéramos tener sobre ella.

Se comparó los procesos y costos mediante un análisis de precios unitarios de los productos ofrecidos, de acuerdo a las referencias, dimensiones y formas que se presentan en un sector muy competitivo y que producen grandes márgenes de rentabilidad. Se concluye de manera general que es necesario ofrecer factores innovadores para lograr captar la atención de los capitalistas, buscando alternativas de ganancia para sus inversiones. Además, es necesario ofrecer un portafolio de servicios para personas de estratos más bajos los cuales son gran mayoría y que buscan adquirir vivienda con un capital de inversión más reducido. Tiene mayores ventajas en comparación con otro tipo de negocios, es un mercado amplio y más fácil de captar.



En la búsqueda del éxito de la idea o proyecto, se prevé aprovechar el mercado inmobiliario y de la construcción como una oportunidad de negocio, su estudio y el conocimiento adquirido nos motiva a seguir adelante.

13.1.1 Aspectos relevantes:

Los aspectos más relevantes de este proyecto que lo diferencian de otros en particular son:

13.1.1.1 La innovación: Se proyecta procesos combinados y técnicas constructivas que podrán mejorar la calidad de la construcción en cuanto a la mampostería y bloques, implementando nuevos materiales ecológicos y buscando cumplir con las expectativas de la arquitectura e ingeniería con el valor agregado en calidad, resistencia y durabilidad.

13.1.1.2 El servicio: Se presenta una idea que busca generar rentabilidad y estabilidad laboral, abarcando las diferentes líneas de desarrollo de la ingeniería civil, la arquitectura y la construcción. Además, se busca la producción de materiales y prestación de servicios de construcción mediante un amplio portafolio.

En resumen, los aspectos relevantes de este proyecto están enmarcados en, satisfacer a las necesidades y expectativas de los clientes, obtener rentabilidad mediante resultados a corto y mediano plazo, beneficiar a la comunidad, dar servicio completo y de calidad a los clientes, beneficiar al personal directo y temporal, crecer y mejorar de manera progresiva y segura para perdurar en el tiempo.

13.1.1.3 El universo:

Bloques y ladrillos ecológicos para la construcción en Colombia

13.1.1.4 Ámbito Territorial:

Departamentos del Putumayo y Nariño

13.1.1.5 Tipo de Muestreo:

Probabilístico o el determinado por el profesional de apoyo.



13.1.1.6 Tamaño de la población y toma de muestra:

Población Putumayo = 337.064

Población Nariño= 1.702.000 m.

Rango de Tolerancia o error de Muestreo:

Probable

Nivel de confiabilidad:

Moderado

Encuesta Tipo:

En proceso

Fecha de Realización:

En proceso

Captura de información, análisis, verificación de datos, relación y correlación con variables ambientales, sociales y económicas

13.2. Resultados de la investigación: en esta etapa se ha consolidado la información teórica de la investigación, posteriormente se debe realizar los ensayos correspondientes con el fin de obtener el costo, calidad y resistencia de dichos productos; por lo tanto está pendiente realizar los ensayos de laboratorio y así determinar en cada uno de los especímenes la resistencia a la compresión y otras propiedades físicas y mecánicas según el tipo de mezcla de material y proceder a escoger los mejores resultados a nivel de calidad y economía.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS INGENIERÍA DEL PROYECTO

Después de realizar todo el proceso investigativo y los diferentes ensayos y prácticas con diferentes mezclas podemos definir la mezcla número 1 compuesta por 8 cubetas de suelo y 1 cubeta de cemento y agua a medida hasta lograr la consistencia adecuada, la mezcla número 3 compuesta por 4 cubetas de arena fina y 4 cubetas de suelo y dos cubetas de cemento, estas mezclas se las define por la mayor facilidad de consecución de materia prima para el desarrollo de las actividades y por qué se logra bloques de mejor acabado y presentación, sin embargo debemos realizar algunos ensayos empíricos basados en las experiencias de otros investigadores sobre este tipo de bloques para definir la dosificación óptima según el suelo a utilizar de acuerdo a la materia prima disponible en la región y que no vaya en contra de nuestro objetivo fundamental que es la protección de nuestro entorno y del medio ambiente, teniendo en cuenta la contaminación ambiental la energía utilizada en su elaboración y las actividades que se realice en la industrialización de la producción de la misma manera estas mezclas deben adquirir los estándares que debe cumplir los bloques para mampostería no estructural según la NSR-10, la NTC-4205 entre otras

Dentro de las alternativas propuestas encontramos la alternativa N° 1 y la alternativa N° 3 donde utilizamos cemento en proporciones mínimas su proceso constructivo puede ser de manera manual y por lo tanto el consumo de energía es muy bajo como la producción de residuos contaminantes y de esta manera podríamos deducir que este tipo de bloque es de tipo ecológico, sin embargo en esta etapa de desarrollo vamos a demostrar mediante las propiedades físicas y mecánicas que el bloque producido tiene mayor eficiencia a el ladrillo tradicional cocido y su impacto ambiental es menor.

Realizamos la práctica referida a la búsqueda e implementación de ladrillos y bloques ecológicos mediante la utilización parámetros técnicos de resistencia, durabilidad, disminución de masa, innovación, estética y funcionalidad, absorción, rendimiento entre otras aplicadas a la construcción en sus diferentes ramas; requiere un proceso ordenado e iniciado desde la investigación y la



demonstración práctica, definición de la mezcla ideal, propiedades físicas y mecánicas, y en general los diferentes métodos que se necesita para lograr el fin propuesto.

Para la elaboración de los bloques de suelo cemento hemos definido algunos documentos base para adelantar nuestra practica y demostrar después de una larga investigación que el suelo es uno de los elementos utilizados en la construcción a lo largo de la historia y en todo el mundo, en combinación con la mezcla de calizas y cementos para darle mayor resistencia, el suelo se encuentra en toda región y en proporciones muy significativas, sin embargo hay que tener en cuenta que nuestra labor actual por encontrarnos en una región montañosa que hace parte de la amazonia tenemos de definir los puntos de extracción del suelo ideal sin caer en la problemática de remoción de suelo en maza que erosionen laderas provocando impactos ambientales negativos.

14.1 Proceso Documental:

Una de las principales bases de nuestra investigación se basó en las experiencias del ingeniero boliviano Gonzalo flores del instituto boliviano del cemento y el hormigón, donde demuestras de forma clara el proceso y la forma de realizar bloques con suelo cemento y la manera de realizar los ensayos básicos para determinar las dosificaciones y la manera de realizarlos de una manera más económica según el suelo que tengamos.

En Colombia con los productores de los ecoblocks y su información en las plataformas de internet pudimos afianzar la idea de llevar este tipo de ladrillo a nuestra región mirando el proceso constructivo y las mezclas que se realiza y el producto obtenido con la maquina CIMBA RAM, dichos productos como muchos más son de una calidad muy buena y al ser tipo lego los acabados que se logra son muy atractivos.

Dentro del proceso de investigación para este proyecto tenemos bases fundamentales en la investigación del ingeniero Raúl Ramírez quien elaboró un prototipo de maquina denominada CETA-RAM, la cual permite comprimir la mezcla y lograr un bloque que puede alcanzar una resistencia variable entre 14 a 50 km/cm². Dependiendo de la mezcla. Los ensayos se realizaron en la Universidad Unigraria de Colombia.



Para la revisión de la calidad de ladrillo obtenido nos basamos en la norma NSR-10 TITULO E casa de uno y dos pisos y las normas NTC – 4205, unidades de mampostería cocida, NTC 4017 ensayos de mampostería de arcilla, NTC 4076 Unidades de concreto para mampostería no estructural, NTC – 4026 ingeniería civil y arquitectura Unidades de bloques y ladrillos de concreto para mampostería estructural, NTC – 296 ingeniería civil y arquitectura dimensiones modulares de unidades de mampostería de arcilla cocida ladrillos y bloques cerámicos NTC-1000 sistema internacional de medidas NTC- 3495 métodos de ensayos para determinar la resistencia a la compresión de muretes de mampostería.

Dentro de la parte documental encontramos la investigación regional de costos de materiales y posibles gastos de transporte de los mismos como de la mano de obra regional con el fin de evaluar los costos de producción de los bloques de suelo cemento, de la misma forma tenemos una consulta de los posibles costos en servicios públicos con el fin de vincularlos proporcionalmente dentro de la producción que se realizaría según el intervalo que vayamos analizar para determinar los costos por m² y unidades producidas.

14.2 Desarrollo de la investigación

Ventajas del bloque con suelo cemento

- El suelo está disponible en grandes cantidades en la mayor parte de las regiones
- Económico, en la mayor parte del mundo el suelo es fácil de conseguir y por ende beneficioso para poblaciones de bajos ingresos
- Posee un funcionamiento térmico favorable para efectos climáticos agresivos por su baja conductividad térmica y poca porosidad.
- Es de fácil elaboración se puede realizar en situ, permitiendo ahorro en costos de producción, transporte, además se disminuye el porcentaje de desperdicio por manipulación.
- Los métodos de producción son técnicamente accesibles, no se requiere de grandes conocimientos de construcción.
- Logrando la mezcla ideal se adquiere productos muy eficientes en todas sus características exigidas por las normas y puede presentar ahorros de pañetes y disminuir pesos de construcciones por metro cuadrado.



14.2.1 Características de los bloques prensados.

- Es un material de construcción cuya materia prima es la tierra
- Se estabiliza con cemento en proporciones bajas
- Al ser prensado tiene poca porosidad
- Se logra muy buenas resistencias a la compresión
- Se logra excelente nivel de compresión con la maquina CIMBA RAM y CETA RAM
- El uso de energía en la producción es muy baja
- El acabado de las paredes de los bloques con material fino es muy buena
- Se puede usar para mampostería a la vista.



Imagen 15. Tipos de máquinas manuales para elaboración de ladrillos con suelo cemento comprimidos



14.3 Materiales y dosificación

Los estudios de suelos a emplear los vamos a realizar de una manera más empírica ya que la idea es poder seleccionar de manera económica y eficiente el suelo a utilizar definir sus características y poder realizar unas mejoras según las muestras que tengamos o materia prima a disposición

14.3.1 Características del suelo

Se deben diferenciar tres fases principales del suelo la primera fase es conocida como la tierra vegetal, esta capa contiene materia orgánica y generalmente es de color marrón oscuro, su función principal es la germinación de semillas y se usa para el aprovechamiento agrícola.

En la fase número dos el suelo en esta zona es de color beige y es pegajoso cuando tiene alto contenido de arcilla. Cuando está en la superficie este tipo de suelo y contiene charcos de agua su textura al tacto es grasosa y resbalosa

La fase número tres el suelo es arenoso contiene grava y grandes rocas

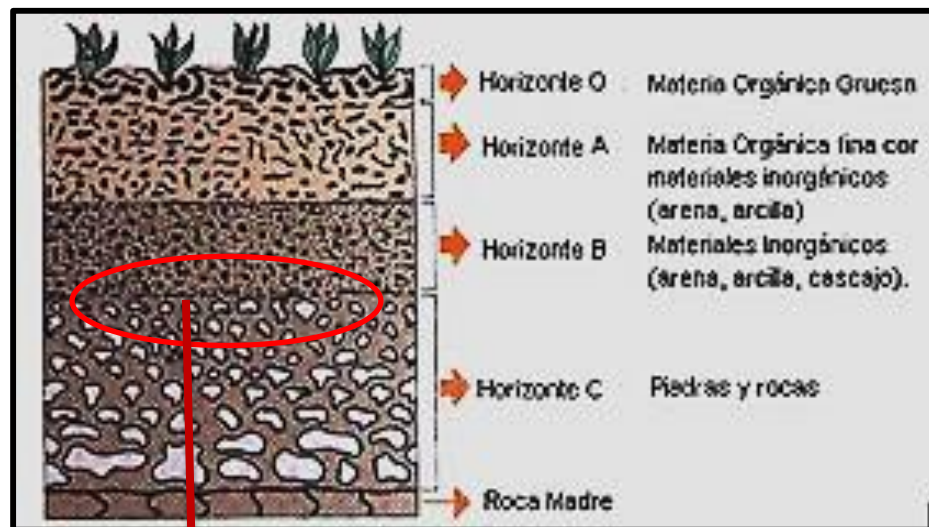


Imagen 16. Características de los perfiles del suelo.

De las tres fases o capas principales del suelo debemos diferenciar la capa ideal para la elaboración de los bloques de suelo cemento, la zona tres es muy favorable, pero tomando algo de la zona dos, y eliminado la grava gruesa, de



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

esta manera podemos identificar el tipo de suelo a utilizar para para este propósito.

Los suelos están compuestos por diferentes proporciones de 4 tipos de material grava, arena, limo y arcilla

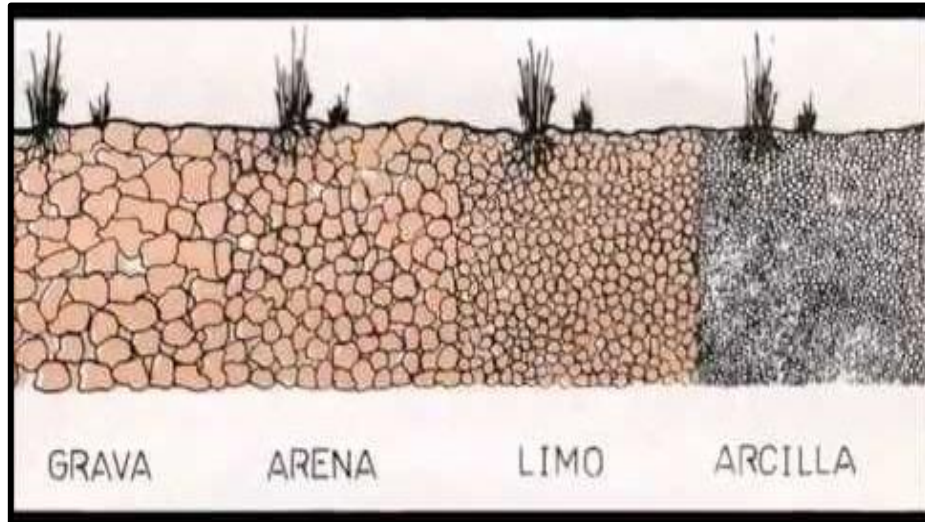


Imagen 17. Textura del suelo

GRAVA: está compuesta de fragmentos de roca entre 2 y 25 mm, forman el componente estable del suelo. Sus propiedades mecánicas no sufren cambios perceptibles frente a la presencia de agua.

ARENA: Está compuesta de partículas con tamaños entre 0.06 y 2 son también componentes estables del suelo, que carecen de cohesión cuando están secas. Cuando esta húmeda presenta una aparente cohesión como resultado de la tensión superficial del agua que ocupa los espacios entre partículas.

LIMO: Forma la parte más fina del suelo (menos de 0.002 mm) de manera opuesta a las arenas y grava, las arcillas son inestables y muy sensibles a la humedad. Se clasifican en caolinitas, iritas y montmorilonitas.



14.4. Evaluación del suelo. Ensayos de campo

14.4.1 Ensayo de sedimentación del frasco:

- Tomar un frasco cilíndrico transparente de al menos medio litro de capacidad y llenarlo con aproximadamente $\frac{1}{4}$ de suelo y $\frac{3}{4}$ de agua. Es posible agregar opcionalmente dos cucharillas de sal, con el objeto de lograr un asentamiento más rápido.
- Cerrar el frasco con una tapa o con la mano y agitar bien por dos minutos
- Dejar reposar por al menos 30 minutos y observar las capas de sedimentación.

14.4.2 Ensayo de contenido de humedad

- Tomamos un puñado de muestra seca y tamizada de suelo y agregar agua hasta humedecerla lo suficiente para formar una pelota al apretarla con la mano
- Se deja caer sobre el piso duro a una altura de 1.10 m. se observa el resultado.

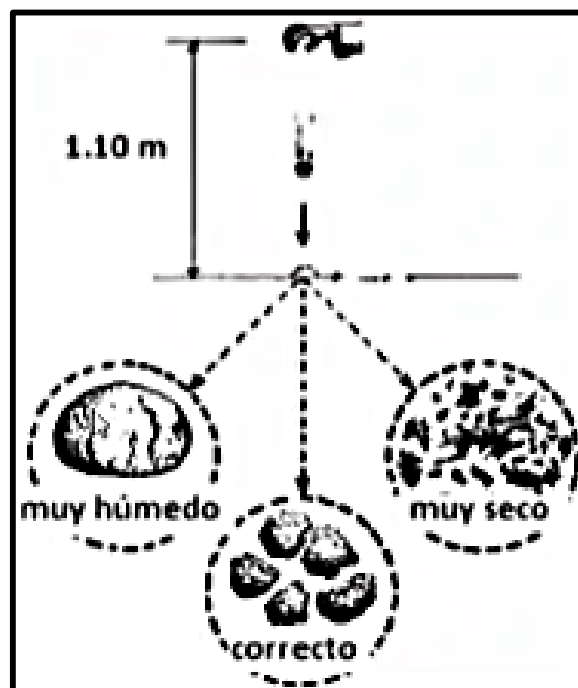


Imagen 18. Ensayo de contenido de humedad



Ensayo de campo. Evaluación del contenido de humedad



Imagen 19. Prueba de humedad



14.4.3 Ensayo de retracción, (ensayo de la caja.)

- Se construye una caja de madera con las siguientes medidas 4 cm de ancho, 60 cm de largo y 4 cm de alto
- Se pasa el suelo seleccionado por la zaranda, luego se humedece lo suficiente para que se pueda disponer en la caja.

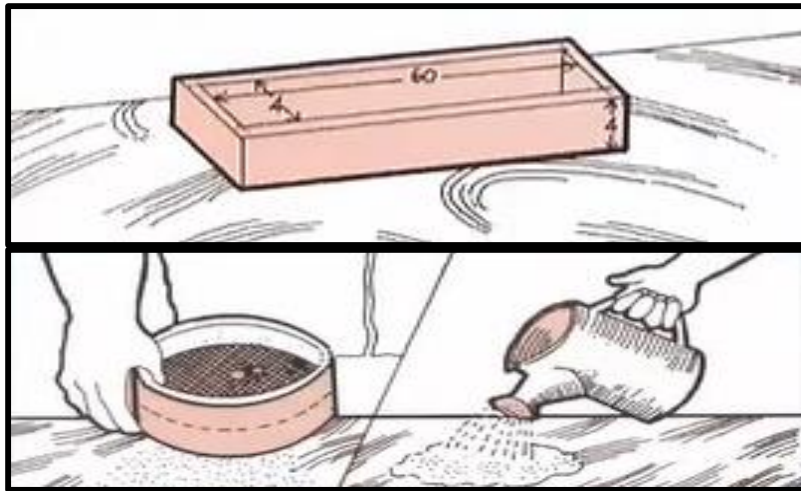


Imagen 20. Ensayo de retracción de los material fino.

Practica realizada.



Imagen 21. Ensayo de retracción de los material fino. Elaboración de caja de madera y llenado de material fino



Imagen 22. Ensayo de retracción de los material fin. Compactación y alisado de superficie

Este ensayo consiste en depositar la mezcla de suelo cemento en la caja y dejar secar por 3 días al sol o por 7 días a la sombra bajo techo, y evaluar la retracción que haya tenido, entre más se retraiga la mezcla más cantidad de cemento necesitaremos.

Cuando tengamos un resultado de la retracción medimos el espacio que deja y evaluamos si el suelo es bueno o no para nuestro proyecto de elaboración de bloques.

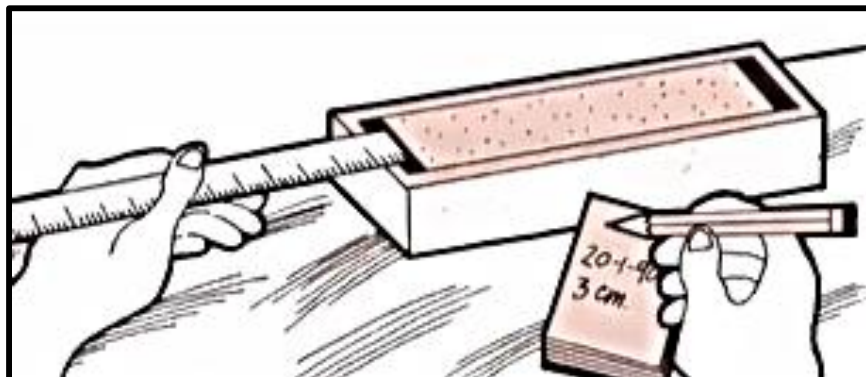


Imagen 23. Ensayo de retracción de los material fin. Recolección de datos del ensayo



14.4.3.1 Interpretación de la retracción

Para la fabricación de bloques debemos desechar el suelo que durante esta prueba de secado se haya arqueado hacia arriba, esto quiere decir que el suelo contiene mucho contenido orgánico y es muy difícil estabilizar la mezcla de suelo con el cemento,

No debemos utilizar el suelo si se encoje más de 6 cm o si se rompe en más de 5 partes, en este caso debemos realizar unos ajustes a la mezcla y repetir el ensayo se debe mezclar 3 partes de suelo 1 de arena o la suficiente cantidad de arena hasta que se encoja por debajo de 6 cm.

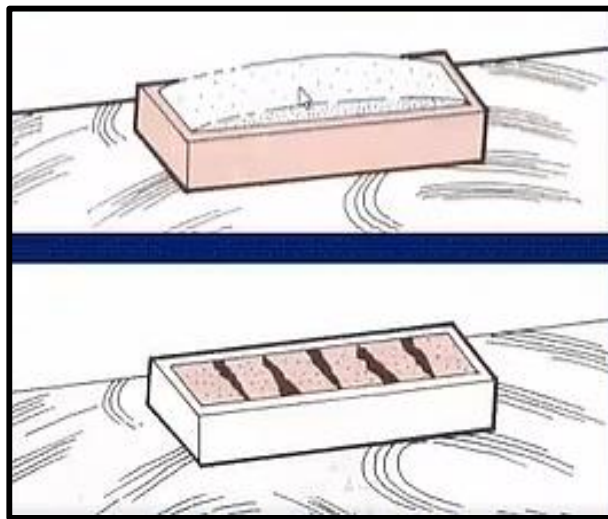


Imagen 24. Ensayo de retracción de los material fin. Comportamiento del material

Los cementos ideales para la estabilización del suelo es el tipo 1 que tienen mayor cantidad de puzolanas, a diferencia de los cementos de tipo estructural.

La estabilización de los suelos tiene como objetivo fundamental, obtener mejores características mecánicas, aumentar la resistencia a compresión seca y húmeda, de la misma forma lograr mejor cohesión, reducir la porosidad y las variaciones de volúmenes, mejorar la resistencia a la erosión del viento y de la lluvia.



14.5 Determinación empírica de la dosificación óptima

Después de realizar el ensayo de retracción de la caja, debemos analizar los siguientes parámetros del ingeniero Gonzalo flores

Si la retracción obtenida es menor a 1.5 cm se toma una parte de cemento por 16 partes de suelo

- ✓ Si el suelo se retrae entre 1.5 y 3 cm se toma 1 parte de cemento por 14 partes de suelo.
- ✓ Si el suelo se encoje entre 3 y 4.5 cm se toma 1 parte de cemento por 12 partes de suelo
- ✓ Si el suelo se retrae entre 4.5 y 6 centímetros se toma 1 parte de cemento y 10 partes de suelo

Si la retracción es superior a 6 cm la mezcla va dejando de ser económica, sin embargo hay que analizar dichos resultados de costos y beneficios en la construcción de viviendas ya que el valor por m² puede reducir a pesar de subir el precio por unidad de bloque, ya que en rendimiento de mano de obra, el ahorro de pañetes, el ahorro de refuerzo estructural por minimizar el peso de la estructura es muy significativo.

15. PRACTICA DE ELABORACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO:

Para el desarrollo de esta temática hemos seleccionado previamente una variable de mezclas donde fueron analizadas por nuestro grupo de trabajo en donde determinamos algunas de ellas teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos o materia prima en nuestra región, con ellas podríamos desarrollar un proceso en una fase nueva de investigación donde se involucre la investigación experimental para lograr determinar costos y resistencias del mismo y lograr una rentabilidad óptima con el fin de llevar el proyecto a feliz término.



15.1 Alternativa seleccionada para elaborar ladrillos ecológicos

Después de analizar puntos de obtención de material sin causar impactos ambientales negativos y contribuir de cierta forma a mejorar estado del sistema de drenaje del Valle de Sibundoy, analizar la cantidad de materia prima disponible y la durabilidad de la fuente recolectamos material de la vereda Central San Antonio donde encontramos un tipo de arena fina en combinación con cantidad de limo y material calizo con lo que pudimos hacer unos bloques experimentales que los sometimos a ciertas pruebas de laboratorio como pruebas en situ de las propiedades físicas y mecánicas.

De la misma manera se realizó las actividades de evaluación del suelo en cuanto a sedimentación, prueba de humedad, y retracción como miramos anteriormente.

15.1.1 Procedimientos de fabricación.

Se recolecta el material fino del punto definido en la vereda central san Antonio sin descartar la posibilidad de recibir suelo de los desalojos de la actividad constructiva para su mezclado evaluación de propiedades del suelo estabilización del mismo y presado posterior.

15.1.1.1 Tamizado:

El tamizado sirve para desechar residuos orgánicos de trasportados por el caudal del rio, hojas ramas, palos, incluso la grava más gruesa, la zaranda puede ser de alambre tejido en dos mayas sobrepuestas de manera que el tamaño máximo del agregado no sea mayor a 12 mm

15.1.1.2 Mezcla con cemento

Se debe mezclar la tierra lo más seca posible y el cemento en las proporciones establecidas hasta que la mezcla esté totalmente homogénea y de color uniforme



15.1.1.3 Cantidad de Agua

El agua tiene que tener la cantidad necesaria para alcanzar una densidad máxima una humedad optima en el prensado del bloque, la materia para distinguir que tiene una consistencia adecuada debe poderse marcar las huellas digitales en ella pero no debe manchar la mano, estos son ensayos de campo para determinar la mezcla adecuada.

15.1.1.4 Prensado del bloque

Después de obtener una mezcla homogénea se la introduce en el molde de la prensa y se llena hasta el borde y se procede al prensado según la máquina que estemos utilizando.

Se expulsa el bloque teniendo mucho cuidado en su manipulación ya que sale húmedo y frágil, se retira para que empiece el proceso de secado y fraguado de la mezcla hasta adquirir la resistencia optima



Imagen 25. Ensayo de retracción de los material fin. Comportamiento del material



15.2 Análisis de resultados

Obtenida la mezcla con el material seleccionado del punto de extracción obtuvimos los bloques de las siguientes medidas 39*18*0.10



Imagen 26. Dimensiones del bloque. Medición de la longitud



Imagen 27. Dimensiones del bloque. Medición del grosor (espesor)

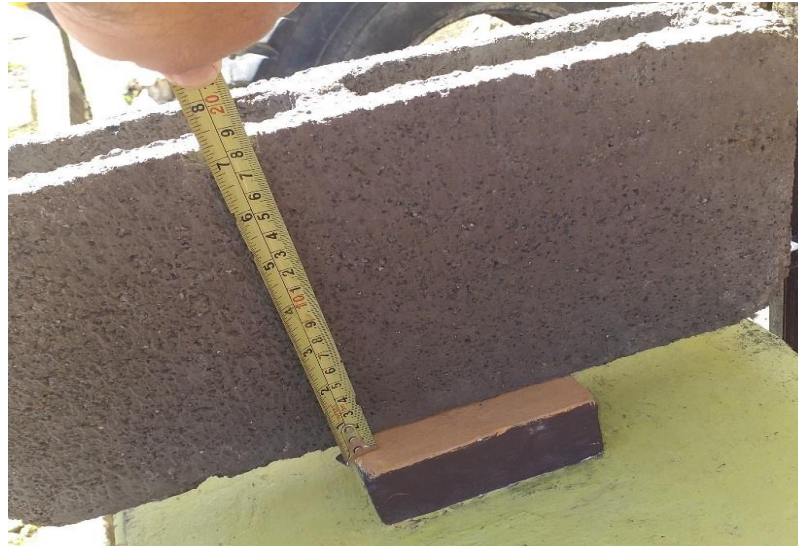


Imagen 28. Dimensiones del bloque. Medición del alto

16. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BLOQUE OBTENIDO VRS EL BLOQUE TRADICIONAL

16.1 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Para realizar la comparación del porcentaje de absorción del bloque obtenido con respecto al bloque tradicional de ladrillo cocido nos basamos en la norma NTC - 4017 aplicando la formula siguiente.

$$\% \text{ absorción} = \frac{W_{ss} - W_s}{W_s} * 100$$

Dónde:

W_{ss} = peso del bloque saturado

W_s = peso del bloque seco

Peso del bloque obtenido en seco (W_s) = 16.5 kg

Peso del bloque obtenido en seco (W_{ss}) = 18.4 kg



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

16.1.1 Calculo del % de absorción del bloque obtenido

$$\% \text{ absorción} = \frac{18.4 \text{ kg} - 16.5 \text{ kg}}{16.5 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ de absorción} = 11.5 \%$$

Registro fotográfico del ensayo de campo Bloque ecológico



Imagen 29. Pesaje de la muestra en seco y resultado obtenido

Peso del bloque obtenido en seco (Ws) 16.5 kg



Imagen 30. Pesaje de la muestra saturada resultado obtenido

Peso del bloque obtenido saturado (W_{ss}) 18.4

16.1.2 Calculo del % de absorción del ladrillo tradicional

$$\% \text{ absorción} = \frac{15\text{kg} - 12 \text{ kg}}{12 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{ de absorción} = 25 \%$$



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

*Registro fotográfico del ensayo de campo
Bloque tradicional de arcilla*



Imagen 31. Pesaje de la muestra en seco y resultado obtenido

Peso del ladrillo tradicional en seco (Ws) 12 kg



Imagen 32. Pesaje de la muestra saturada y resultado obtenido

Peso del ladrillo tradicional saturado (W_{ss}) 15 kg



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

Registro del fenómeno de absorción observado en el bloque de arcilla tradicional seco sumergido en agua.



Imagen 33. Comportamiento del ladrillo seco en el proceso de absorción.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

**PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS**

Registro del fenómeno de absorción observado del bloque ecológico seco sumergido en agua.



Imagen 34. Comportamiento del bloque ecológico en el proceso de absorción.

De esta manera demostramos que el ladrillo cocido de arcilla tiene un porcentaje de absorción mayor convirtiéndose en una desventaja en el proceso constructivo ya que este puede almacenar mayor cantidad de agua y causar patologías en los acabados.



16.2 Comparación peso de los bloques por m²

Bloque tradicional de arcilla



Imagen 35. Ladrillo tradicional de 0.29 x 0.19 x 0.10

$$\frac{1}{(0.29 + 0.0159 * (0.19 + 0.015))} = 15.9$$

Valor aproximado A 16 Und/M²

Peso del ladrillo = 16 UND/m² X 12 KG = **192 Kg/M²**

Cantidad de mortero m³/m²

Formula:

$$\{(1 * 1 * e \text{ ladrillo}) - \text{UND/M}^2 (\text{volumen del ladrillo})\}$$
$$\{(1 * 1 * 0.1) - 16 (0.29 * 0.19 * 0.10)\}$$

Volumen mortero de Pega = 0.01184 m³/m²

Volumen de pañete (1*1*0.02) x 2 lados = 0.044 m³

El peso del cemento y la arena se tiene un valor de 2100 kg / m³

Entonces

Mortero de pega = 0.01184 m³/m²*2100 kg/m³ = 24.86 kg/m²

Pañete = 0.044 m³/m² * 2100 kg/m³ = 92.4 kg/m²



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

PESO TOTAL POR M2

Peso de los ladrillos	= 192 kg/m ²
Peso de mortero de pega	= 24 kg/m ²
Peso del pañete	= 92.4 kg/m ²

TOTAL = 308.4 kg/m²

Bloque ecológico



Imagen 36. Bloque ecológico de 0.39 x 0.18 x 0.10

$$\frac{1}{(0.39+0.01)*(0.18+0.01)} = 13.1$$

Valor aproximado A 13 Und/M²

APROXIMO A 13 UND/M²

Peso del ladrillo = 13 UND/m² X 16.5 KG = **214.5 Kg/M²**

CANTIDAD DE MORTERO M³/M²

Formula:

$$\{(1*1*E \text{ ladrillo}) - \text{UND}/\text{M}^2 \text{ (volumen del ladrillo)}\}$$
$$\{(1*1*0.1) - 13 (0.39*0.18*0.10)\}$$

Volumen mortero de Pega = 0.00874 m³/m²



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

Nota

No se usa paquete solo estuco en una lámina fina ya que el acabado y la forma del ladrillo no es tan irregular como el tradicional

El peso del cemento y la arena se tiene un valor de 2100 kg / m3

Entonces:

Mortero de pega = $0.00874 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 2100 \text{ kg}/\text{m}^3 = 18.35 \text{ kg}/\text{m}^2$
Pañete = 0

PESO TOTAL POR M2

Peso de los ladrillos = 214.5 kg/m²
Peso de mortero de pega = 18.35 kg/m²
Peso del pañete = 0 kg/m²

TOTAL = 232.85 kg/m²

TOTAL PESO POR M2 DE LOS DOS MUROS

TRADICIONAL CON LADRILLO DE ARCILLA TOTAL = 308.4 kg/m²
MURO OBTENIDO CON SUELO CEMENTO TOTAL = 232.85 kg/m²

16.3 Análisis de resistencias

Según la norma NSR-10 las resistencias de los muros a la compresión está determinada por las formulas

Resistencia a la compresión $C = \frac{w}{A}$ donde,



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

- C** = resistencia del espécimen a la compresión en Pa x 10⁴ o (kgf/cm²)
- W** = carga máxima de rotura en N o kgf o la indicada por la máquina de ensayo
- A**= promedio de las áreas brutas de las superficies superior e inferior del espécimen, en cm² (véase la Nota 8).

NOTA 8

Cuando se requiera del cálculo de la resistencia a la compresión sobre el área neta (Como, por ejemplo, en ladrillos de perforación vertical), se sustituye A en la anterior fórmula, por el área neta en cm², la cual se obtiene después de descontar todas las áreas correspondientes a las perforaciones de la sección perpendicular a la dirección de carga.

en donde

V_n	=	volumen Neto, en cm ³
W_s	=	masa seca del espécimen antes de inmersión, en g
W_{ss}	=	masa sumergida en agua del espécimen saturado, en g
γ	=	densidad del agua a la temperatura de ensayo, en g/mm ³
A_{np}	=	área neta promedio, en cm ²
h	=	altura real, en cm



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

Tabla No. 3. Resultados de análisis de laboratorio prueba de compresión de las muestras.

		NORMA TECNICA COLOMBIANA										NTC-4205					
IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO																	
PROYECTO		ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BLOQUES ECOLOGICOS IMPLEMENTANDO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVOS PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOSTENIBLES Y SUSTENTABLES															
SOLICITADO		JUAN CARLOS LOPEZ --- CARLOS ALBERTO GUERRERO										FECHA		Lunes, 30 de marzo de 2020			
IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL																	
PROCEDENCIA		SISTEMA DE DRENAJE VALLE DE SIBUNDOY-- VEREDA CENTRAL SAN ANTONIO															
DOSIFICACIÓN		8 Cubetas de material areno arcilloso fino y una cubeta de cemento															
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN																	
ESTRUCTURA / LOCALIZACIÓN	N° MUESTRAS	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	LONGITUD	ALTURA	ANCHO cm	AREA cm2	VOLUMEN cm3	KW	CARGA EN Kgr	RESISTENCIA A COMPRESIÓN kgr/cm2	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mpa	DESARROLLO %	ESPECIFICACIÓN ESTRUCTURAL 150 kg/cm3	DESARROLLO %	ESPECIFICACIÓN ESTRUCTURAL 150 kg/cm3
LADRILLO ECOLOGICO																	
TIPO BLOQUE	1	16/03/2020	30/03/2020	14	39	18	10	390	7020	110	11217	10,1	1,01	100	35	170	20
	2	16/03/2020	30/03/2020	14	39	18	10	390	7020	107	10911	10,3	1,03	100	35	174	20
	3	16/03/2020	30/03/2020	14	39	18	10	390	7020	108	11013	10,5	1,05	101	35	179	20
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN																	
ESTRUCTURA / LOCALIZACIÓN	N° MUESTRAS	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	LONGITUD	ALTURA	ANCHO cm	AREA cm2	VOLUMEN cm3	KW	CARGA EN Kgr	RESISTENCIA A COMPRESIÓN kgr/cm2	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mpa	DESARROLLO %	ESPECIFICACIÓN ESTRUCTURAL 150 kg/cm3	DESARROLLO %	ESPECIFICACIÓN ESTRUCTURAL 150 kg/cm3
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN																	
ESTRUCTURA / LOCALIZACIÓN	N° MUESTRAS	FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	LONGITUD	ALTURA	ANCHO cm	AREA cm2	VOLUMEN cm3	KW	CARGA EN Kgr	RESISTENCIA A COMPRESIÓN kgr/cm2	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mpa	DESARROLLO %	ESPECIFICACIÓN ESTRUCTURAL 150 kg/cm3	DESARROLLO %	ESPECIFICACIÓN ESTRUCTURAL 150 kg/cm3
ELABORADO POR																	
FIRMA																	
NOMBRE	Edwin A. Ruiz E.																
CARGO	LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES Tel. 52769-025775 NRR																
	EDWIN ALBERTO RUIZ										REVISO						
	JEFE DE LABORATORIO																



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Como practica fallamos algunas unidades de los primero bloques obteniendo este resultado, sin embargo teniendo en cuenta la necesidad de conocer mejor las propiedades y resistencias de los elementos en estudio realizamos las siguientes pruebas de campo para determinar la calidad de los bloques fabricados con respecto a los tradicionales

Al hacer pruebas de carga de los muretes con la mezcla 1:3 referido al mortero de pega el muro se le aplicó una carga vertical teniendo en cuenta que para iniciar todo este proceso el mortero de pega solo tenía 24 horas de fraguado.

La carga consistió en utilizar 100 ladrillos con un peso por unidad de 12 kg cada uno para un total de 1200 kg que se reparte en un área de 10 x 100cm



Imagen 37. Fabricación de los muretes con ladrillo tradicional de arcilla y bloques ecológicos para la prueba de campo de resistencia a la compresión.

Las recomendaciones que da la NSR-10 para este tipo de muro es que debe estar confinadas contra el desplazamiento lateral, sin embargo para la práctica de campo no se colocó listones de madera que pudiera completar o reemplazar esta función, por lo tanto la prueba la realizamos al aire libre con presencia de vientos comunes en esta época del año.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Imagen 38 Curado de la pega de mampostería de bloque ecológico y ladrillo tradicional

La carga que aplicamos a los muretes se considera uniformemente repartida por que fue aplicada de forma uniforme hilada por hilada hasta completar la fila N°11 en la cual se presentó la falla, que consistió en desmoronamiento de la mezcla en la primera hilada.



Imagen 39. Aplicación de cargas para determinar la compresión del murete de ladrillo de arcilla



Imagen 40. Falla de murete de ladrillo de arcilla a los 900 kg

Se colocaron 100 ladrillos para un peso total de 1200 kg y una resistencia a la base de 1,2 kg/cm² dicha resistencia la consideramos normal para este tipo de situaciones en la zona del alto putumayo, por lo que hacemos las siguientes consideraciones.



Imagen 41. Aplicación de cargas para determinar la compresión del murete de bloque ecológico



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS



Imagen 42 Aplicación de cargas paulatinamente para determinar la compresión del murete de bloque ecológico



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS



Imagen 43. Falla del murete de bloques ecológicos a 1200 kg

- El bloque de mortero que pretendemos realizar tiene una densidad de trece unidades por metro cuadrado (13 und/m²)
- El mortero de pega es de tipo 1:3
- Se genera una resistencia a la compresión normal según la NSR-10 porque implica que hasta 3 metros (30 espesores de muro) se debe colocar una viga de amarre en concreto reforzado con resistencia $f_c \geq$ de 175 kg/cm²
- Se utilizó 2 baldes de agua para un total de 20 litros



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

LADRILLO ECOLOGICO 0.39*0.18*0.10

$$\frac{1}{(0.39+0.01)*(0.18+0.01)} = 13.1$$

APROXIMO A 13 UND/M2

$$\text{Peso del ladrillo} = 13 \text{ UND/m}^2 \times 16.5 \text{ KG} = \underline{214.5 \text{ Kg/M}^2}$$

CANTIDAD DE MORTERO M3/M2

Formula:

$$\{(1*1*\text{e ladrillo}) - \text{UND/M}^2 \text{ (volumen del ladrillo)}\}$$
$$\{(1*1*0.1) - 13 (0.39*0.18*0.10)\}$$

$$\text{Volumen mortero de Pega} = 0.00874 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$0.00874 * 1000 = 8.7 \text{ litros de mortero}$$

$$8.7 \text{ litros} * 100 \text{ m}^2 = 810 \text{ litros/m}^2$$

$$\frac{810 \text{ litros/m}^2}{1000} = 0.8 \text{ m}^3 \text{ de mezcla}$$

En 1 m3 de mortero en la relación 1:3 se emplean 8 sacos de cemento.

- $0.8 \text{ m}^3 \text{ de mezcla} * 8 \text{ sacos de cemento/ m}^3 = \boxed{6,4 \text{ sacos}}$

- Entonces tenemos que 100 m2 de mampostería se van 6.4 bultos de cemento.
- Este análisis de empleo de cemento es muy bueno ya que en zonas rurales no se emplearía mucho transporte.
- El producto logrado es completamente estable para pega tipo sogá con baja inercia.



16.4 Análisis de costos de la elaboración del bloque ecológico

BTO DE CEMENTO = \$30.000 UND

VIAJE DE MATERIAL = \$120.000 X 7 M3

MANO DE OBRA = \$ 38.400 DIA CON SEGURIDAD SOCIAL

COSTOS DE SERVICIOS PUBLICOS = \$ 150.000 MES

ANALISIS DE COSTOS:

- Con la realización de la práctica obtuvimos los siguientes análisis de costos para producción.
- Del viaje de 7 m3 de material puesto en planta 2 m3 se desperdicia entre piedras y grava de tamaño medio que no es aprovechable y se obtendría 5m3 de material de tamiz con la granulometría ideal.
- Un metro cubico (1 m3) tiene 12 carretilladas por lo tanto tenemos 60 carretilladas de material para aprovechar la elaboración de ladrillos
- Para realizar el tamizaje la mezcla y la elaboración de 60 carretilladas necesitamos 2 persona y 2 días tomado de la práctica de la elaboración de los bloques.
- 1Carretillada tiene 8 baldes por lo que por cada carretilladas se agrega 1 balde de cemento.
- Las medidas del ladrillo son 39*10*18
- En la práctica realizada se revolvió 5 carretilladas y 5 baldes de cemento y obtuvimos 130 unidades de ladrillos comprimidos
- El tiempo estimado para revolver y realizar los bloques de las 5 carretillas se tomó en 2 horas entre dos personas
- Por lo que se concluye que para tamizar el viaje de 7 m3 y lograr 5 m3 aprovechables se demora 1 día y para mezclar y comprimir 60 carretilladas



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

entre dos personas se demora un tiempo estimado de 3 días para un total de 4 días por cada 5 m³

- Entonces 20 carretilladas se mezclan y comprimen en un día, 60 en tres días más un día de tamizaje para un total de 4 días

Tabla No. 4 Resumen de costos de producción para los 5 m³ de material

DETALLE	UND	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ TOTAL
JORNALES	UND	4	\$ 38.400	\$ 152.000
MATERIAL FINO ARCILLOSO	M3	5	\$ 40.000	\$ 200.000
SACOS DE CEMENTO	UND	15	\$ 30.000	\$ 450.000
GASTOS EN SERVICIOS PUBLICOS	GLB	1	\$ 7.500	\$ 7.500
			TOTAL	\$ 809,500

Costos por unidad:

- Se mezcla cada vez: 5 carretillas de material y 5 baldes de cemento.
- Por cada 5 carretilladas salen 130 ladrillos.
- 1 m³ tiene 12 carretilladas

12 carretilladas por 5 m³ = 60 carretilladas

- Si se mezclan 60 carretilladas se necesitan 60 baldes de cemento
- 1 bto tiene 4 baldes
- 60 baldes / 4 baldes por saco = 15 sacos de cemento



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

60 carretilladas / 5 mezcladas = 12 mezcladas

12 mezcladas * 130 unidades = 1560. Desperdicio de 2% = 1530 unidades

$$\frac{\$ 809.500}{1530 \text{ und}} = 529 \text{ \$/und}$$

16.3.1 Precios Comparativos del ladrillo tradicional con el bloque ecológico.

1. LADRILLOS DE ARCILLA COCIDO DE 29*18*10 PRECIO DE MERCADO
\$ 750.000



2. LADRILLOS DE ARCILLA COCIDO DE 27*17*10 PRECIO DE MERCADO
\$ 600.000



3. LADRILLO COMPRIMIDO DE 39*18 *10 POSIBLE PRECIO DE
MERCADO \$ 800.000





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

16.5 Precios comparativos de los muros por m2

Unidades de ladrillo cocido	=16 unid/m2
Volumen mortero de Pega	= 0.01184 m3/m2
Volumen de pañete (1*1*0.02) x 2 lados	= 0.044 m3
Unidades de bloque ecológico	=13 unid/m2
Volumen mortero de Pega	= 0.00874 m3/m2
Volumen de pañete	= 0

Nota

No se usa paquete solo estuco en una lámina fina ya que el acabado y la forma del ladrillo no es tan irregular como el tradicional

Tabla No. 5. Presupuestos comparativos

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS					
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS					
"ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS IMPLEMENTANDO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVOS, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOSTENIBLES Y SUSTENTABLES".					
PRESUPUESTO DE OBRA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL
1	MAMPOSTERIA PARA EDIFICACIONES				
1	MAMPOSTERIA EN LADRILLO DE ARCILLA COCIDO DE 29*10*18	M2	1	\$65.593,00	\$ 65.593,00
2	MAMPOSTERIA EN LADRILLO ECOLOGICO DE 39*18*10	M2	1	\$57.381,00	\$ 57.381,00
	JUAN CARLOS LOPEZ LAGOS - CARLOS ALBERTO GUERERO RUALES				



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Tabla No. 6 precio unitario para el muro con ladrillo de arcilla.

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
OBJETO: "ELABORACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS IMPLEMENTANDO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVOS, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOSTENIBLES Y SUSTENTABLES". □					
PROPONENTE: JUAN CARLOS LOPEZ LAGOS - CARLOS ALBERTO GUERERO RUALES				FECHA:	30/8/2020
ITEM:		MAMPOSTERIA EN LADRILLO DE ARCILLA COCIDO DE 29*10*18		UND:	M2
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
LADRILLO DE ARCILLA COCIDO DE 29*10*18	UND	16	\$ 750,00	\$ 12.000,00	
MORTERO 1:3 R-17MPA	M3	0,01184	\$ 337.000,00	\$ 3.990,08	
MORTERO IMPERMEABILIZADO R-17MPA	M3	0,044	\$ 345.800,00	\$ 15.215,20	
TOTAL MATERIALES:				31.205	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	HORA-HOMBRE	PRESTACIONES	CANTIDAD	RENDIMIENTO	VR. PARCIAL
OFICIAL	\$ 5.000,00	1,750	1	1,1429	\$ 10.000,38
AYUDANTE	\$ 3.750,00	1,750	1	1,1429	\$ 7.500,28
TOTAL MANO DE OBRA:				17.501	
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	TIPO/UND	TARIFA	RENDIMIENTO	VR. PARCIAL	
HERRAMIENTA MENOR				\$ 1.750,10	
TOTAL HERRAMIENTA Y EQUIPO:				1.750	
TRANSPORTE					
MATERIAL	UNIDAD	VOL / PESO / CANI	DIST	TARIFA	VR. UNITARIO
TOTAL TRANSPORTE:				0	
TOTAL COSTO DIRECTO:				50.456	
COSTOS INDIRECTOS					
DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	VR.PARCIAL			
ADMINISTRACIÓN	0,25	12.614,00			
IMPREVISTOS	0,03	1.513,68			
UTILIDAD	0,02	1.009,12			
IVA (SOBRE LA UTILIDAD)	0%	0,00			
TOTAL COSTO INDIRECTO:				15.137	
TOTAL PRECIO UNITARIO:				65.593	



17. CONCLUSIONES

Se ve gran oportunidad en adquirir un resultado positivo con el que se pueda hacer una idea de emprendimiento

Los ladrillos ecológicos son gran parte de un proyecto del área de la construcción, la arquitectura y la ingeniería que proyectan factores innovadores que pueden contribuir a solucionar en gran escala los problemas ecológicos económicos y sociales de un determinado territorio como es el valle de Sibundoy en el departamento del Putumayo.

Las propiedades físicas y mecánicas analizadas del producto obtenido están dentro de la normatividad y las necesidades que se requiere para la construcción.

Se optimiza las construcciones y se mira grandes beneficios al tener un comparativo por metro cuadrado de muro construido.

Se debe hacer un análisis de costos, rendimientos, propiedades físicas y mecánicas de los materiales con el fin de buscar economía rendimiento y calidad en una construcción, ya que aparentemente el producto nuevo sería más costoso pero al realizar dicho análisis podemos concluir que es más resistente, mas rendidor y minimiza el impacto ambiental negativo de la producción de ladrillo de arcilla cocido.

Es de gran interés como constructores lograr plasmar esta idea de proyecto y profundizar más a fondo la investigación realizando prácticas que permitan demostrar que en nuestra región se puede lograr incentivar un mercado en el área de la construcción con novedosas técnicas, resultados eficientes desde el área de la ingeniería y acabados novedosos desde la arquitectura que permitan valorizar una inversión.

El suelo es una fuente de material muy económico y se puede construir en situ por lo que si se analiza en una obra en general podrá disminuir costos de transporte y mejorar los rendimientos en mano de obra. Además si se realiza dichos bloques para una obra determinante solo se tendría en cuenta los costos de producción sin utilidad.



18. RECOMENDACIONES

En el proceso de investigación se debe emplear los mecanismos necesarios para la recolección de fuentes primarias y secundarias aplicando los principales conocimientos para obtener datos reales y precisos para determinar la conveniencia y la continuación del proceso investigativo de la alternativa de solución a la problemática percibida.

Los instrumentos de recolección de los datos tienen que diseñarse con el acompañamiento de un profesional para que no favorezcan las encuestas según la conveniencia del proceso investigativo, cada instrumento debe recoger la información según el punto de vista y de opinión del encuestado así se información real de gustos y preferencias de las muestras específicamente según el planteamiento y el criterio técnico de este profesional.

El procesamiento de la información debe hacerlo el mismo asesor porque él se encarga de aplicar procedimientos matemáticos con mayor precisión para tabular los resultados, calcular y obtener datos estadísticos que favorezcan los objetivos del estudio.

En el proceso de fabricación de los especímenes se deben realizar las mezclas para el muestreo en sitios adecuados para no tener la influencia de factores que puedan alterar los resultados y que permita de forma precisa la recolección de la información sistemática y organizadamente.

Se evaluarán los equipos, las herramientas y los métodos planteados en esta investigación para determinar los rendimientos en cuanto a cantidades de materiales en las mezclas, el uso de la mano de obra incluido en cada uno de los procesos y el desarrollo de un cronograma que recoja información detallada según el comportamiento y las características en proceso de evaluación en cada uno de las muestras fabricadas.

Se debe tener en cuenta realizar los ensayos de compresión y demás para determinar las propiedades físicas y mecánicas de cada una de las muestras, en un laboratorio confiable, que garantice la precisión de los resultados, esperados para registrar los valores de resistencia y demás datos necesarios para realizar la caracterización de los especímenes e identificar los



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

materiales de mejor calidad y comportamiento a las pruebas. De esta forma se podrá selección la mezcla, dimensionamiento y forma del material para definir las características e información técnicas de los elementos de mampostería para su comercialización efectiva garantizando calidad entre otras características físicas del producto.

También en la oferta de los demás servicios que prestaran los materiales ecológicos planteados se busca integrarlos en los métodos y técnicas de construcción de las diferentes edificaciones para evaluar su comportamiento y trabajo.

En el proceso de recolección de los materiales a evaluar se deben definir los criterios para selección, clasificación y de almacenamiento teniendo en cuenta las características físicas y se describirán de forma escrita sus propiedades, textura, estructura y su composición.

En cuestión de los suelos se describirá las zonas de recolección son su debida caracterización para posterior definir claramente la fuente del material orgánico e inorgánico.

Se debe estudiar las características técnicas de los plásticos teniendo en cuenta que cada uno tiene propiedades diferentes mediante la consulta de fuentes bibliográficas y la investigación con el apoyo de personal que tenga los conocimientos en el proceso de reciclaje de estas materias primas.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

19. BIBLIOGRAFÍA

1. BERNAL, Cesar A. (2010). “Metodología de la investigación”, Tercera edición, Pearson educación, Colombia, pág. 110
2. CHAVARRIA M. & VILLALOBOS M. (2017). “Metodología para la elaboración de tesis y otras opciones de titulación”, Tercera edición, Trillas, México, pág. 41
3. PACHECO J. A. (2010) “Normas APA”, Artículo de investigación científica, Publiindex, Universidad Santo Tomas. Recuperado de <http://biblioteca.ustamed.edu.co/pdfs/vbibliotecabmanga.pdf>
4. CONSTRUCTORA del Noa, (29 nov. 2011), Eco constructora del Noa, [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=CpYMhmJtWg8>
5. INDUSTRIA ECOMAQUINAS, (18 Jun. 2012), ladrillos ecológicos del vertederos sanitarios [Archivo de video] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=z54xa67dJIQ>
6. GARTNER, L (2004). “Guía para la elaboración de proyectos y de informes finales de investigación, cuadernillo de trabajo 5, Universidad Nacional de Caldas, Manizales.
7. HERNANDES SAMPIERI, R., BAPTISTA L, P. & FERNANDEZ C, C., “Metodología de la investigación”, quinta edición, McGraw-Hill, México
8. GOMEZ M, M., (2000) “Análisis del contenido cualitativo y cuantitativo”, Revista de ciencias humanas No. 20, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.