MADIVEC_ MATERIAL DIVISORIO ECOLÓGICO

SUSANA SEPÚLVEDA ARTEAGA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE ARTES

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

PASTO – COLOMBIA

2009

MADIVEC_ MATERIAL DIVISORIO ECOLÓGICO

SUSANA SEPÚLVEDA ARTEAGA

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar por el titulo de ARQUITECTA

Presidentes de Trabajo de Grado

PABLO LONDOÑO BORDA

ARQUITECTO

WILLIAM CASTILLO VALENCIA

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE ARTES

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

PASTO – COLOMBIA

2009

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado, son de responsabilidad exclusiva del autor”.

Articulo 1º del acuerdo No 324 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

ARQ. PABLO LONDOÑO BORDA

Director Trabajo de Grado

_____

ING. WILLIAM CASTILLO VALENCIA

Director Trabajo de Grado

_____

ARQ. RICARDO CHECA

Jurado

_____

ARQ. EDMINDO ENRIQUEZ

Jurado

_____

ING. JORGE LUIS ARGOTY

Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre de 2009

AGRADECIMIENTOS

Como autora, quiero agradecer profundamente a todas las personas que participaron en el desarrollo de este Trabajo de Grado haciendo posible la obtención de tan buenos resultados y la vivencia de una experiencia totalmente constructiva.

Quiero destacar el apoyo dado por mi familia, Ricardo Sepúlveda y María Cecilia Arteaga mis padres, mi Tía Lilita y Carmen Helena, de quienes obtuve un apoyo incondicional, con su respaldo moral, emocional y económico en todo momento.

No menos importante fue el ánimo y ayuda dada por la persona más cercana Mario Andrés Albornoz quien se convirtió en mi bastón en los momentos más difíciles y sin duda mis amigos Diana Alejandra Restrepo y John Jairo Salas que fueron todo el tiempo mi mano derecha.

Finalmente me resta agradecer al personal de la Universidad de Nariño que me colaboró; Gustavo Ponce del Laboratorio de Suelos con la elaboración de ensayos y los profesores de Arquitectura quienes facilitaron parte de su tiempo para la construcción de mi investigación.

Solo me resta decir que sin todos ustedes esto un hubiese sido posible.

GRACIAS INFINITAS.

RESUMEN

La reducción de los costos de construcción se ha convertido en un aspecto muy importante para aquellos arquitectos e ingenieros que ansían convertir sus obras en edificaciones totalmente asequibles a la comunidad, especialmente para la población perteneciente a los estratos más bajos, contribuyendo al desarrollo de la vivienda de interés social.

Por otro lado, no cabe duda que hoy en día, el factor ecológico se ha convertido en un aspecto primario al momento de elaborar edificaciones con el ideal de contribuir al máximo en la reducción de emisiones contaminantes que provocan el calentamiento global y las irreparables consecuencias que éste nocivo fenómeno acarrea al ecosistema.

Probar que se puede remplazar la mampostería en ladrillo común, (una tecnología tan arraigada actualmente en el campo de la construcción), se hace más que necesario ya que la técnica de producción de ésta se basa en la extracción de tierra y la quema de arcilla en hornos a cielo abierto, lo cual conlleva a la ineludible degradación del suelo, la contaminación atmosférica y la tala de bosques, (debido a la obtención de leña como material básico para el funcionamiento del horno), constituyéndose así en un verdadero problema ecológico que se puede corregir por medio de la implementación de una alternativa sostenible para la realización de mampuestos.

Este proyecto presenta una alternativa que se basa en la utilización de material reciclado, (plástico), la cual no producirá agentes contaminantes en el proceso de elaboración del prefabricado y a un costo bajo considerando la proveniencia de sus materiales, prefabricado alternativo de ideal aplicabilidad, al ser ecológico y económico al mismo tiempo.

ABSTRACT

The reduction of the costs of construction has turned into a very important aspect for those architects and engineers who long to convert his(her,your) works into totally attainable buildings to the community, specially for the population belonging to the lowest strata, contributing(paying) to the development of the housing of social interest.

On the other hand, doubt does not fit that nowadays, the ecological factor has turned into a primary aspect to the moment to elaborate buildings with the ideal one of contributing(paying) to the maximum in the reduction of pollutant emission(issues) that provoke the global warming and the irreparable consequences that this one harmful phenomenon transports to the ecosystem.

To prove(try) that it is possible to replace the masonry in common brick, (a technology so established nowadays in the field of the construction), there is done more that necessary since the technology(skill) of production of this one is based on the extraction of land and the burning clay on ovens to opened sky, which carries to the unavoidable soil degradation, the atmospheric pollution and the felling forest, (due to the obtaining fuelwood like basic material for the functioning of the oven), being constituted this way in a real ecological problem that can be corrected by means of the implementation of a sustainable alternative for the accomplishment of rubbles.

This project presents an alternative that is based on the utilization of recycled, (plastic) material, which will not produce pollutant agents in the process of production(elaboration) of the prefabricated one and to a low cost considering proveniencia of his(her,your) materials, prefabricated alternative of ideal applicability, to the ecological and economic being at the same time.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 NARIÑO

1.1.1 Datos Generales

1.1.2 Diagnostico Social

1.1.2.1 Aspectos Demográficos

1.1.2.2 Desplazamiento

1.1.2.3 Déficit Habitacional

1.1.2.4 Necesidades Básicas Insatisfechas

1.1.2.5 Educación

1.1.3 Diagnostico Económico

1.1.3.1 Actividades Productivas

1.1.3.2 Empleo

1.1.3.3 ventajas Competitivas

1.1.4 Diagnostico Ambiental

1.1.4.1 Fisiografía

1.1.4.2 Clima

1.1.4.3 Hidrografía

1.1.4.4 Topografía

1.1.4.5 Zonas de Riesgo

1.1.4.6 Potencial Ambiental

1.1.4.7 Manejo de los Residuos Sólidos

1.2 LADRILLO

1.2.1 Tipos de Ladrillos

1.2.1.1 Clasificación de los Ladrillos según su material de Fabricación

1.2.1.2 Clasificación de los Ladrillos según su Forma

1.2.1.3 Clasificación de los Ladrillos según su Tipo de Fabricación

1.2.1.4 Clasificación de los Ladrillos según su Cocción

1.2.2 Propiedades de los Ladrillos

1.2.2.1 Resistencia a la Compresión

1.2.2.2 Resistencia a la Tracción

1.2.2.3 Modulo de Elasticidad y relación de Poisson

1.2.2.4 Contenido de Humedad y Absorción

1.3 MAMPOSTERÍA

1.3.1 Tipos de Mampostería

1.3.1.1 Mampostería no Reforzada

1.3.1.2 Mampostería de Muros Confinados

1.3.1.3 Mampostería de Muros Diafragma

1.3.1.4 Mampostería Parcialmente Reforzada

1.3.1.5 Mampostería de Cavidad Reforzada

1.3.1.6 Mampostería Reforzada

1.3.2 Tipos y Usos de Mampostería No Estructural

1.3.3 Comportamiento de la mampostería No Estructural

1.3.3.1 Comportamiento dela Mampostería sometida a Esfuerzos de Compresión

1.3.3.1 Comportamiento dela Mampostería sometida a Esfuerzos Cortantes

1.3.3.2 Comportamiento dela Mampostería sometida a Esfuerzos de Tracción

1.3.3.3 Comportamiento dela Mampostería sometida a Esfuerzos de Flexo-Compresión y de Cortante

1.4 El agua

1.5 Aditivos

CAPITULO 2 REFERENTES

2.1 Prototipo De Vivienda De Vidrio, Sostenible, Virtual Y Multimedia "VitroHouse"

2.2 R4 House

2.3 Cevirec - Cementos De Vidrio Reciclado

2.4 Paneles son Plumas de Gallina

CAPITULO 3 EXPERIMENTACIÓN

3.1 METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN

3.1.1 Fase I: Diseño Experimental

3.1.1.1 Análisis de Materiales

3.1.1.2 Disponibilidad de Materia Prima

3.1.1.3 Equipo y Transformación de Materia Prima

3.1.1.4 Insumos

3.1.2 Fase II: Experimentación

3.1.2.1 Características de los Materiales

3.1.2.2 Tentativa de acabados

3.1.3 Fase III: Proceso Constructivo

3.1.3.1 Elaboración de Prefabricados

3.1.3.2 Propiedades de los Prefabricados

3.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.2.1. Proceso de Fabricación

3.2.1.1 Dosificación

3.2.1.2 Moldeo

3.2.1.3 Curado

3.2.2 Prefabricados

3.2.2.1 Geometría y acabados

3.2.2.2 Peso

3.2.2.3 Costo

3.2.3 Comparación del Material Ecológico con Otros Materiales

3.2.4 Sistema de Industrialización

CAPITULO 4: APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA

4.1 Vivienda

4.1.1 Concepto

4.1.2 Diseño Arquitectónico

4.2 Comparación del material de construcción propuesto con materiales tradicionales.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Tabla Nº 1.1 Razones de Desplazamiento y Migración en el Departamento de Nariño.

Tabla Nº 1.2 Prioridades de la Población Desplazada en el Departamento de Nariño.

Tabla Nº 1.3 Déficit Habitacional en el Departamento de Nariño por Municipios.

Tabla Nº 1.4 Escolaridad por Sexo en el Departamento de Nariño en 2007.

Tabla Nº 1.5 Resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería.

Tabla Nº1.6 Resistencia a la compresión unidades de arcilla de mampostería estructural.

Tabla Nº 1.7 Resistencia a la compresión unidades de arcilla mampostería no estructural.

Tabla Nº 1.8 Resistencia a la compresión unidades de concreto de mampostería estructural.

Tabla Nº 1.9 Resistencia a la compresión unidades de concreto mampostería no estructural.

Tabla Nº1.10 Principales Factores que Afectan la Resistencia a la Compresión de la Mampostería.

CAPITULO 3 EXPERIMENTACIÓN

Tabla Nº 3.1 Cantidad de reciclaje en el municipio de Pasto.

Tabla Nº 3.2 Cantidad de reciclaje en el municipio de Ipiales.

Tabla Nº 3.3 Desperdicios no reciclados en el municipio de Ipiales

Tabla Nº 3.4 Potencial reciclable Gaseosas La Cigarra

Tabla Nº 3.5 Potencial reciclable Gaseosas Coca-Cola

Tabla Nº 3.6 Potencial reciclable Gaseosas Postobon

Tabla Nº 3.7 Análisis granulométrico peso retenido

Tabla Nº 3.8 Análisis granulométrico % retenido

Tabla Nº 3.9 Análisis granulométrico % retenido acumulado

Tabla Nº 3.10 Análisis granulométrico % pasa

Tabla Nº 3.11 Análisis granulométrico peso retenido

Tabla Nº 3.12 Análisis granulométrico % retenido

Tabla Nº 3.13 Análisis granulométrico % retenido acumulado

Tabla Nº 3.14 Análisis granulométrico % pasa

Tabla Nº 3.15 Análisis granulométrico peso retenido

Tabla Nº 3.16 Análisis granulométrico % retenido

Tabla Nº 3.17 Análisis granulométrico % retenido acumulado

Tabla Nº 3.18 Análisis granulométrico % pasa

Tabla Nº 3.19 Dimensiones de la muestra 1:1

Tabla Nº 3.20 Resistencia a la compresión cilindro 1 mezcla proporción 1:1

Tabla Nº 3.21 Resistencia a la compresión cilindro 2 mezcla proporción 1:1

Tabla Nº 3.22 Resistencia a la compresión 7 días mezcla proporción 1:1

Tabla Nº 3.23 Resistencia a la compresión 14 días mezcla proporción 1:1

Tabla Nº 3.24 Resistencia a la compresión 18 días mezcla proporción 1:1

Tabla Nº 3.25 Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla proporción 1:2

Tabla Nº 3.26 Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla proporción 1:2

Tabla Nº 3.27 Resistencia a la compresión cubo 3 mezcla proporción 1:2

Tabla Nº 3.28 Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla proporción 1:3

Tabla Nº 3.29 Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla proporción 1:3

Tabla Nº 3.30 Resistencia a la compresión cubo 3 mezcla proporción 1:3

Tabla Nº 3.31 Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla más vinilo

Tabla Nº 3.32 Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla más vinilo

Tabla Nº 3.33 Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla para pañete

Tabla Nº 3.34 Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla para pañete

Tabla Nº 3.35 Resistencia a la compresión del prefabricado Modelo A a los 7 días

Tabla Nº 3.36 Resistencia a la compresión del prefabricado Modelo B a los 7 días

Tabla Nº 3.37 Cuadro comparativo entre materiales de construcción

Tabla Nº 3.38 Cuadro comparativo entre materiales de construcción por M3

CAPITULO 4 APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA

Tabla Nº 4.1 Cuadro de áreas primera Fase de construcción

Tabla Nº 4.2 Cuadro de áreas segunda Fase de construcción

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Figura Nº 1.1 Ubicación Departamento de Nariño en el Mapa de Colombia.

Figura Nº 1.2 Distribución Poblacional en el Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.3 Grupos Étnicos en el Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.4 Grupos de Edad del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.5 Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) por Subregiones 2005.

Figura Nº 1.6 Municipios de Nariño con los mayores indicadores de NBI en 2005.

Figura Nº 1.7 Nivel de Escolaridad Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.8 Participación Según Sexo en las Actividades Productivas del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.9 Actividades Productivas del Sector Primario del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.10 Porcentaje de Producción del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.11 Sector Terciario del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.12 Porcentaje Tipo de Empleo del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.13 Empleo del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.14 Porcentaje de Participación de Las Diferentes Actividades Económicas.

Figura Nº 1.15 Red Hídrica del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.16 Topografía del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.17 Amenaza Sísmica del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.18 Localización de los Volcanes Activos del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.19 Reservas Naturales del Departamento de Nariño.

Figura Nº 1.20 Logo EMAS.

Figura Nº 1.21 Piscina de Lixiviados Relleno Sanitario Antanas Pasto.

Figura Nº 1.22 Panorama del sur de Yemen construido en adobe.

Figura Nº 1.23 Ejemplos técnicos de ladrillos según su forma.

Figura Nº 1.24 Falla por Fricción-Cortante en Muros de Mampostería No Estructural.

Figura Nº 1.25 Falla Tensión Diagonal en Muros de Mampostería No Estructural.

Figura Nº 1.26 Falla por Compresión en Muros de Mampostería No Estructural.

Figura Nº 1.27 Falla por Tensión en Muros de Mampostería No Estructural.

Figura Nº 1.28 Falla por Cortante en Muros de Mampostería No Estructural.

Figura Nº 1.29 Fallas por Flexión en Muros de Mampostería No Estructural.

CAPÍTULO 2. REFERENTES

Figura Nº 2.1 Prototipo de Vivienda de Vidrio.

Figura Nº 2.2 Vista Externa Prototipo de Vivienda de Vidrio.

Figura Nº 2.3 Vista de la Cocina Prototipo de Vivienda de Vidrio.

Figura Nº 2.4 Vista del Baño Prototipo de Vivienda de Vidrio.

Figura Nº 2.5 Vista del Cuarto Prototipo de Vivienda de Vidrio.

Figura Nº 2.6 Vista Interna Prototipo de Vivienda de Vidrio.

Figura Nº 2.7 Prototipo de Vivienda R4 House.

Figura Nº 2.8 Vista Externa Prototipo de Vivienda R4 House.

Figura Nº 2.9 Vista Lateral Prototipo de Vivienda R4 House.

Figura Nº 2.10 Vista Aérea Prototipo de Vivienda R4 House.

Figura Nº 2.11 Vista Posterior Prototipo de Vivienda R4 House.

Figura Nº 2.12 Diseño Bioclimatico R4 House.

Figura Nº 2.13 Parque San Isidro España con Cevirec (Pavimento de Vidrio Reciclado).

Figura Nº 2.14 Boulevard IKEA España con Cevirec (Pavimento de Vidrio Reciclado).

Figura Nº2.15 Plaza Oriente España con Cevirec (Pavimento de Vidrio Reciclado).

Figura Nº 2.16 Panel Fabricado con Plumas de Gallina en China.

CAPITULO 3 EXPERIMENTACIÓN

Figura Nº 3.1 Muestra de prueba cemento + plástico
Figura Nº 3.2 Muestra de prueba cemento + vidrio
Figura Nº 3.3 Partes del Molino de Fricción
Figura Nº 3.4 proceso de corte del plástico
Figura Nº 3.5 Equipo necesario
Figura Nº 3.6 Lavado y Secado del plástico
Figura Nº 3.7 Curva granulométrica
Figura Nº 3.8 Curva granulométrica
Figura Nº 3.9 Curva granulométrica
Figura Nº 3.10 Material plástico en proceso de secado
Figura Nº 3.11 Mesa de flujo
Figura Nº 3.12 Mezcla para el ensayo de fluidez
Figura Nº 3.13 Mezcla en la mesa de flujo
Figura Nº 3.14 Procedimiento para determinar fluidez
Figura Nº 3.15 Molde triple cubo
Figura Nº 3.16 Elaboración de moldes
Figura Nº 3.17 Desmolde de muestras
Figura Nº 3.18 Elaboración de la mezcla
Figura Nº 3.19 Elaboración de muestras
Figura Nº 3.20 Capinado de las muestras
Figura Nº 3.21 Curva esfuerzo vs deformación cilindro 1 proporción 1:1
Figura Nº 3.22 Muestra fallada a compresión cilindro 1 proporción 1:1
Figura Nº 3.23 Curva esfuerzo vs deformación cilindro 2 proporción 1:1
Figura Nº 3.24 Muestra fallada a compresión cilindro 2 proporción 1:1
Figura Nº 3.25 Curva esfuerzo vs deformación cilindro 2 proporción 1:1

Figura Nº 3.26 Muestra fallada a compresión cilindro 7 días
Figura Nº 3.27 Curva esfuerzo vs deformación cilindro 14 días
Figura Nº 3.28 Muestra fallada a compresión cilindro 14 días
Figura Nº 3.29 Curva esfuerzo vs deformación cilindro 28 días
Figura Nº 3.30 Muestra fallada a compresión cilindro 28 días
Figura Nº 3.31 Mezcla proporción 1:2
Figura Nº 3.32 Modelado de la mezcla en el molde triple cubo proporción 1:2
Figura Nº 3.33 Desmolde de la mezcla proporción 1:2
Figura Nº 3.34 Curva esfuerzo vs deformación cubo 1 proporción 1:2
Figura Nº 3.35 Muestra fallada a compresión cubo 1 proporción 1:2
Figura Nº 3.36 Curva esfuerzo vs deformación cubo 2 proporción 1:2
Figura Nº 3.37 Muestra fallada a compresión cubo 2 proporción 1:2
Figura Nº 3.38 Curva esfuerzo vs deformación cubo 3 proporción 1:2
Figura Nº 3.39 Muestra fallada a compresión cubo 3 proporción 1:2
Figura Nº 3.40 Preparación de mezcla proporción 1:3
Figura Nº 3.41 Vaciado de la mezcla proporción 1:3 en molde triple cubo
Figura Nº 3.42 Desmolde de la mezcla proporción 1:3 del molde triple cubo
Figura Nº 3.43 Curva esfuerzo vs deformación cubo 1 proporción 1:3
Figura Nº 3.44 Muestra fallada a compresión cubo 1 proporción 1:3
Figura Nº 3.45 Curva esfuerzo vs deformación cubo 2 proporción 1:3
Figura Nº 3.46 Muestra fallada a compresión cubo 2 proporción 1:3
Figura Nº 3.47 Curva esfuerzo vs deformación cubo 3 proporción 1:3
Figura Nº 3.48 Muestra fallada a compresión cubo 3 proporción 1:3
Figura Nº 3.49 Formaleta 1
Figura Nº 3.50 Formaleta 2
Figura Nº 3.51 Formaleta 3
Figura Nº 3.52 Formaleta 4

Figura Nº 3.53 Formaleta 5
Figura Nº 3.54 Mezcla con mineral azul
Figura Nº 3.55 Muestra con mineral azul
Figura Nº 3.56 Agua con mineral amarillo
Figura Nº 3.57 Prefabricado con mineral amarillo
Figura Nº 3.58 Mezcla con vinilo rojo
Figura Nº 3.59 Moldeo y curado de la muestra
Figura Nº 3.60 Curva esfuerzo vs deformación cubo 1
Figura Nº 3.61 Muestra fallado a compresión mezcla con vinilo cubo 1
Figura Nº 3.62 Curva esfuerzo vs deformación cubo 2
Figura Nº 3.63 Muestra fallado a compresión mezcla con vinilo cubo 2
Figura Nº 3.64 Muestra seca mezcla más vinilo
Figura Nº 3.65 Prefabricado en agua con vinilo rojo
Figura Nº 3.66 Prefabricado húmedo con vinilo rojo
Figura Nº 3.67 Prefabricado seco con vinilo rojo
Figura Nº 3.68 Mezcla para pañete
Figura Nº 3.69 Mezcla en la mesa de flujo
Figura Nº 3.70 Procedimiento para determinar fluidez
Figura Nº 3.71 Mezcla en la mesa de flujo
Figura Nº 3.72 Procedimiento para determinar fluidez
Figura Nº 3.73 Elaboración de moldes
Figura Nº 3.74 Curva esfuerzo vs deformación cubo 1
Figura Nº 3.75 Muestra fallado a compresión mezcla para pañete cubo 1
Figura Nº 3.76 Curva esfuerzo vs deformación cubo 2
Figura Nº 3.77 Muestra fallado a compresión mezcla para pañete cubo 2
Figura Nº 3.78 Primer prefabricado
Figura Nº 3.79 Segundo prefabricado formaleta
Figura Nº 3.80 Vaciado de la mezcla en la formaleta

Figura Nº 3.81 Desmolde de la muestra

Figura Nº 3.82 Vaciado de la mezcla en la formaleta

Figura Nº 3.83 Desmolde de la muestra

Figura Nº 3.84 Desmolde de la muestra

Figura Nº 3.85 Vaciado de la mezcla en la formaleta

Figura Nº 3.86 Desmolde de la muestra

Figura Nº 3.87 Vaciado de la mezcla en la formaleta

Figura Nº 3.88 Desmolde de la muestra

Figura Nº 3.89 Curva Esfuerzo Vs Deformación prefabricado Modelo A a los 7 días

Figura Nº 3.90 Muestra en la maquina de carga

Figura Nº 3.91 Muestra en la prensa de mayor capacidad

Figura Nº 3.92 Muestra fallada del prefabricado Modelo A a los 7 días

Figura Nº 3.93 Curva Esfuerzo Vs Deformación prefabricado Modelo B a los 7 días

Figura Nº 3.94 Prefabricado Modelo B fallado a los 7 días

Figura Nº 3.95 Procedimiento de Conductividad Térmica

Figura Nº 3.96 Cerramiento con los prefabricados

Figura Nº 3.97 Medición del sonido en decibeles

Figura Nº 3.98 Mufla para captura de calor

Figura Nº 3.99 Prefabricado en mufla a 50º

Figura Nº 3.100 Prefabricado en mufla a 145º iniciando su proceso de quemado

Figura Nº 3.101 Prefabricado en mufla a 185º durante su proceso de quemado

Figura Nº 3.102 Muestra sometida a 400º

Figura Nº 3.103 Muestra incinerada

Figura Nº 3.104 Geometría prefabricado modelo A

Figura Nº 3.105 Geometría medio módulo prefabricado modelo A

Figura Nº 3.106 Geometría prefabricado modelo B

Figura Nº 3.107 Geometría medio módulo prefabricado modelo A

Figura Nº 3.108 Foto Prefabricado de PET

Figura Nº 3.109 Foto Prefabricado de color de PET

Figura Nº 3.110 Maquina Trituradora de Plástico

Figura Nº 3.111 Máquina modeladora utilizada en prefabricados el Cuscungo

CAPITULO 4: APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA

Figura Nº 4.1 Eje de conceptualización

Figura Nº 4.2 Relación luz y sombra

Figura Nº 4.3 Elementos de acceso de luz y aire

Figura Nº 4.4 Estructura

Figura Nº 4.5 Primer Piso

Figura Nº 4.6 Segundo Piso

Figura Nº 4.9 Fachada

Figura Nº 4.10 Vistas perspectivas

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible exige además de ahorrar energía y recursos naturales asumir un nuevo estilo de vida.

Hace más de veinte años que las Naciones impulsan la idea del desarrollo sostenible y son cada vez más las voces que se unen para conseguir un estilo de vida más razonable y ecológico. Nuestro planeta muestra síntomas de envenenamiento; dadas las condiciones ambientales, sociales y económicas que se han generado en el mundo entero, es apropiado adelantar un estudio que permita la reutilización de residuos.

El proyecto plantea una triple perspectiva de abordaje de desarrollo tecnológico: social, económico y ambiental.

Dentro de la perspectiva social el proyecto contempla flexibilizar la vivienda con la intención de integrar varias funciones en una misma estructura espacial lo cual permitiría una completa autonomía del espacio por parte de los habitantes y reducir el creciente déficit habitacional, para amortiguar el impacto de ordenamiento causado en la zona urbana por parte de fenómenos como el desplazamiento.

En cuanto al aspecto económico, el proyecto comprende dos objetivos, primero reducir los costos de construcción de viviendas y segundo promover el uso de mano de obra no especializada, con el fin de generar nuevas fuentes de empleo.

Desde la perspectiva ambiental, la intención es investigar el uso de materiales inicialmente considerados deshechos pero que podrían ser utilizados como insumos para materiales alternativos de construcción.

Con lo anterior, éste proyecto propone una nueva opción para la producción de viviendas de interés social, más ecológica y posiblemente más económica.

CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO

A continuación, en el actual capítulo se presentan las características generales, y de gran importancia tanto del Departamento de Nariño como de las mamposterías de construcción tradicional que se encuentran relacionados con la fabricación de un elemento de construcción que para efectos de la realización de este proyecto fueron empleados.

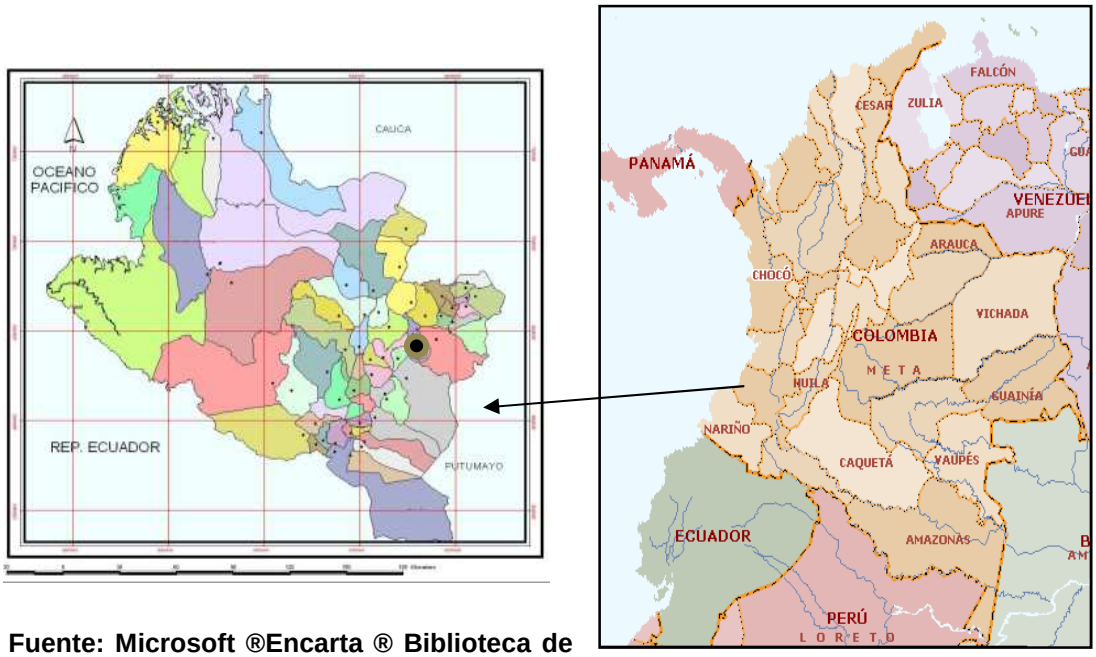
1.1 NARIÑO

1.1.1 Datos Generales

Se encuentra localizado al sur occidente Colombiano con una superficie: 33.265 Km2, correspondiente al 2,9% de la extensión territorial del país.

Capital: San Juan de Pasto
Municipios: 64
Resguardos Indígenas: 67
Consejos Comunitarios: 56

Figura Nº 1.1: Ubicación Departamento de Nariño en el Mapa de Colombia



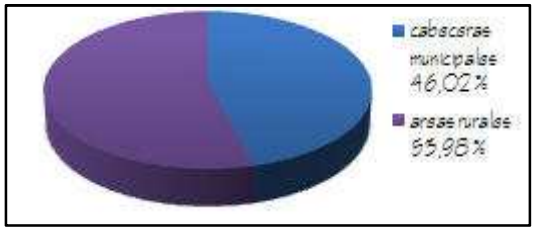
Fuente: Microsoft ®Encarta ® Biblioteca de Consulta 2007

1.1.2 Diagnostico Social

1.1.2.1 Aspectos Demográficos

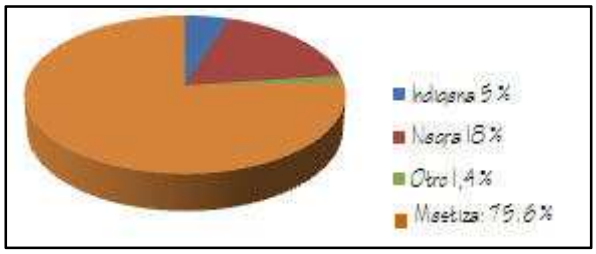
Según el Censo de 2005 del DANE, la población de Nariño es 1.498.234 con una densidad de 49.1 Hab7Km2. La población urbana, principalmente asentada en Pasto e Ipiales, concentra sus actividades económicas en el comercio con la frontera Colombo-Ecuatoriana. Por su parte, la población rural se dedica principalmente a actividades agrícolas, ganaderas y en algunas zonas a la explotación maderera.

Figura Nº 1.2: Distribución Poblacional en el Departamento de Nariño



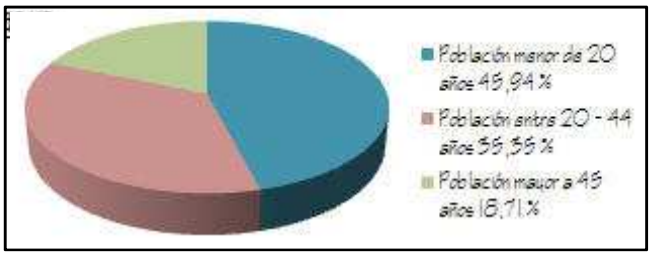
Fuente: Censo DANE 2005

Figura Nº 1.3: Grupos Étnicos en el Departamento de Nariño



Fuente: Oficina para la Coordinación de Asuntos humanitarios |OCHA

Figura Nº 1.4: Grupos de Edad del Departamento de Nariño



Fuente: Plan De Gestión Ambiental Regional 2002 - 2012

1.1.2.2 Desplazamiento

El nivel de migración y desplazamiento se agudiza a partir de 1997, cuando se intensificación los conflictos en el Putumayo. Históricamente, un gran número de familias e individuos de Nariño migró a Putumayo para participar en las sucesivas “bonanzas” del Departamento, incluyendo petróleo, plantaciones de hule, y finalmente la producción de cocaína. De hecho, se estima que el 70%

de la población actual en el Putumayo tiene sus raíces en Nariño. Los procesos migratorios recaen sobre los municipios:

- Municipios Receptores: Pasto, Taminango, El Tablón, Linares, Potosí, Córdoba, Ipiales y Tumaco.
- Municipios Expulsores: Leiva, Policarpa, La Victoria (Corregimiento de Ipiales), Tumaco, Barbacoas, Belén, Potosí y Córdoba y por conflicto armado son desplazados de los municipios de Santacruz, Belén, y Barbacoas.

Las principales causas del desplazamiento u migración en Nariño con: la violencia, el conflicto armado interno, la inequitativa distribución de tierras, las violaciones masivas de los derechos humanos, la infracción al Derecho Internacional Humanitario, el miedo, la destrucción de cosechas, incendios de ranchos, desalojos violentos, persecución, secuestro, extorsión y enfrentamientos armados, entre otros.

En Nariño, 17.549 personas desplazadas durante el año 2006, lo que lo ubica como el departamento más afectado en Colombia por esta situación, en el transcurso del año 2009 van más de 3500 desplazados.

Tabla Nº 1.1: Razones de Desplazamiento y Migración en el Departamento de Nariño

RAZONES DE MIGRACION	85 - 95	96 - 98	99 - Hoy
Desastre Natural	4%	0%	2%
Extrema Pobreza	29%	10%	2%
Fumigación	4%	5%	26%
Acciones del Ejercito Nacional	13%	10%	11%
Acciones de Autodefensas	0%	15%	9%
Acciones de Guerrilla	17%	21%	9%
Temor a la Violencia en General	25%	18%	17%
Combates entre Grupos	8%	21%	22%
Ninguna	0%	0%	2%

Fuente: Oficina para la Coordinación de Asuntos humanitarios |OCHA
Unidad de Atención y Orientación al Desplazado | UAO

Tabla Nº 1.2: Prioridades de la Población Desplazada en el Departamento de Nariño

PRIORIDAD	PORCENTAJE POBLACION
Salud	38%
Trabajo	25%
Vivienda	22%
Ayudas Alimentarias	4%
Educación Formal	3%
Seguridad y Protección Ciudadanas	3%
Justicia	3%
Otras Necesidades	2%

Fuente: Oficina para la Coordinación de Asuntos humanitarios |OCHA
Unidad de Atención y Orientación al Desplazado | UAO

1.1.2.3 Déficit Habitacional

Déficit se entiende como la "falta o escasez de algo que se juzga necesario" y se relaciona con la idea de "deficiente", que significa "falto o incompleto", "que tiene algún defecto o que no alcanza el nivel considerado normal". En este sentido, por déficit habitacional puede entenderse la multiplicidad de carencias asociadas a aspectos necesarios para una adecuada calidad residencial.

Según el Centro Latinoamericano de Demografía, la noción clásica de déficit habitacional se refiere a las necesidades habitacionales insatisfechas dentro de una determinada población, y suele distinguirse entre déficit cuantitativo y déficit cualitativo, según lo cual, la satisfacción de las necesidades de alojamiento debe considerar dos aspectos: la autonomía residencial y la calidad del local de habitación y de los servicios básicos para asegurar a las familias adecuada protección del medio ambiente, tanto físico como social, y permitir el desarrollo de las funciones familiares de acuerdo a los patrones culturales predominantes, además de satisfacer necesidades de pertenencia, arraigo e identidad.

Déficit habitacional, más allá de su etimología, del aspecto técnico y arquitectónico, significa que hay cientos de miles de seres humanos cuyo derecho a la vivienda no es valorado y cumplido. Significa que miles de niñas y niños viven en la calle, en hogares de menores o hacinados. Que las parejas jóvenes no tienen posibilidad de estructurar una familia nuclear. Que no haya déficit habitacional significará ordenamiento familiar, hogar, niñas y niños cobijados. El ser humano para organizar su vida familiar necesita primero un espacio físico, un hogar

Tabla Nº 1.3: Déficit Habitacional en el Departamento de Nariño por Municipios

MUNICIPIO	TOTAL	CABECERA MUNICIPAL	RESTO DEL MUNICIPIO
Pasto	22.924	14.304	8.621
Albán	3.607	913	2.694
Aldana	887	119	768
Ancuyá	1.366	206	1.160
Arboleda	1.497	168	1.329
Barbacoas	5.537	1.965	3.572
Belén	668	270	418
Buesaco	3.578	520	3.058
Colón	1.435	158	1.277
Consacá	1.848	222	1.626
Contadero	1.141	205	936
Córdoba	2.640	230	2.410
Cuaspúd	1.483	231	1.250
Cumbal	3.068	70	2.998
Cumbitara	893	100	793
Chachagüi	1.604	765	839
El Charco	5.405	1.587	3.818
El Peñol	1.280	88	1.192
El Rosario	2.424	660	1.764
Tablón de Gómez	2.196	116	2.080
El Tambo	1.803	287	1.516
Funes	1.340	367	973
Guachucal	2.050	218	1.832
Guaitarilla	1.846	281	1.565
Gualmatán	854	193	661
Iles	1.446	236	1.210
Imués	1.200	81	1.119
Ipiales	12.260	5.250	7.009
La Cruz	4.145	1.073	3.072
La Florida	1.427	145	1.282
La Llanada	433	178	255
La Tola	1.326	850	476
La Unión	3.160	774	2.386
Leiva	2.175	367	1.808
Linares	1.978	299	1.679
Los Andes	1.702	442	1.260
Magüi	1.994	267	1.727
Mallama	1.272	99	1.173

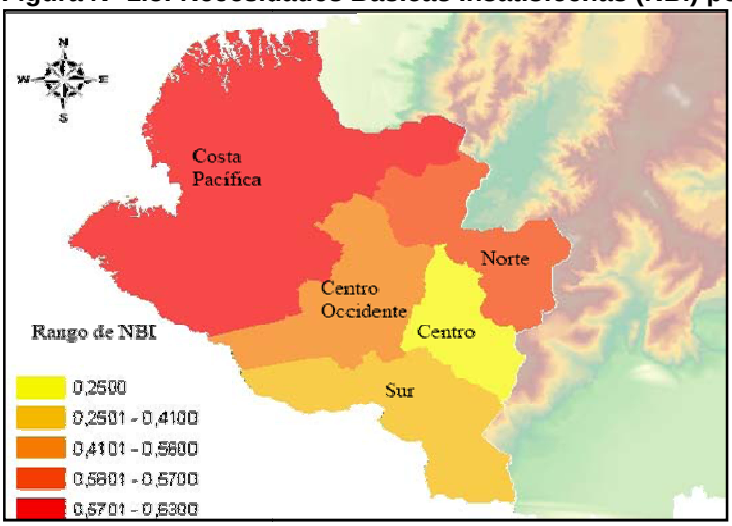
MUNICIPIO	TOTAL	CABECERA MUNICIPAL	RESTO DEL MUNICIPIO
Mosquera	2.115	539	1.576
Nariño	421	293	128
Olaya Herrera	4.549	807	3.742
Ospina	1.240	203	1.037
Francisco Pizarro	2.453	1.162	1.291
Policarpa	1.330	219	1.111
Potosí	1.780	149	1.631
Providencia	1.447	232	1.215
Puerres	1.426	283	1.143
Pupiales	3.116	440	2.676
Ricaurte	2.541	188	2.353
Roberto Payán	2.999	102	2.897
Samaniego	7.720	1.393	6.327
Sandoná	2.877	907	1.971
San Bernardo	1.818	266	1.552
San Lorenzo	2.765	188	2.577
San Pablo	1.557	286	1.271
San Pedro de Cartago	1.006	22	984
Santacruz	2.712	728	1.984
Sapuyes	803	132	671
Taminango	2.723	377	2.346
Tangua	1.571	176	1.395
San Andrés de Tumaco	32.965	18.606	14.359
Túquerres	4.747	958	3.789
Yacuanquer	1658	265	1.393
TOTAL HOGARES EN DÉFICIT	198.251		

Fuente: Censo DANE 2005

1.1.2.4 Necesidades Básicas Insatisfechas

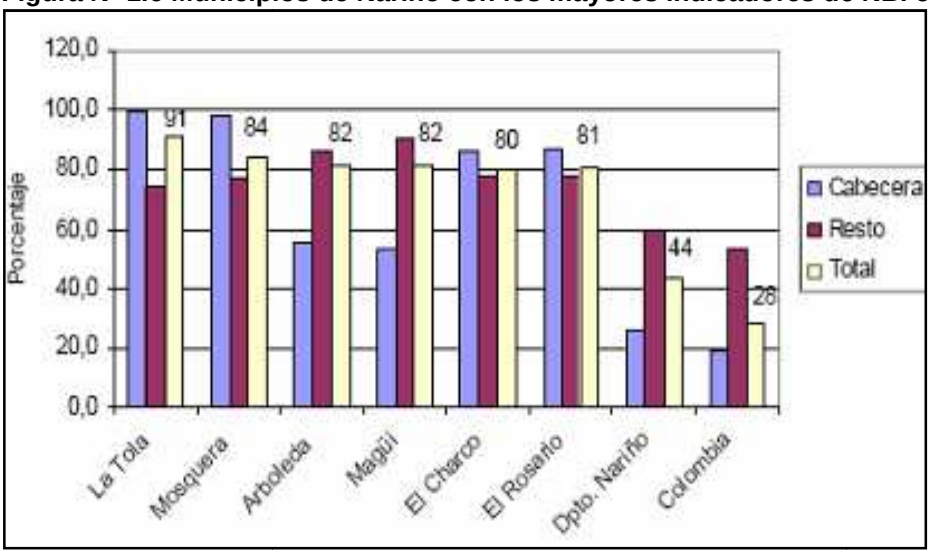
En el Departamento de Nariño, existen zonas con mayores niveles de depresión en sus condiciones sociales de vida; prueba de ello es que existen municipios con un NI superior al 90%. De acuerdo con el censo de 1993, el 54% de los hogares del departamento presentaba NBI, mientras el promedio nacional era de 36%, los niveles de Nariño solo eran superados por los otros departamentos de la periferia colombiana.

Figura Nº 1.5: Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) por Subregiones 2005



Fuente: Plan De Gestión Ambiental Regional 2002 - 2012

Figura Nº 1.6 Municipios de Nariño con los mayores indicadores de NBI en 2005



Fuente: Censo DANE 2005

A partir de la división departamental en subregiones, es evidente que la del Pacífico presenta el mayor porcentaje de población con NBI en Nariño con un 63%. De los 63 municipios nariñenses, 44 tienen un indicador de NBI

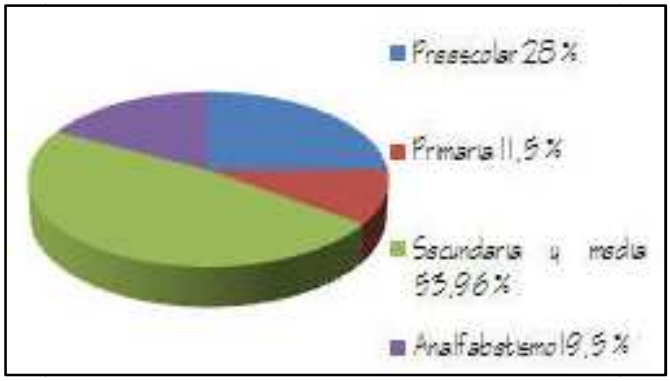
superior a la media departamental, entre los cuales se encuentran algunos con un indicador igual o superior al 90% como El Rosario 99.7%, Magüi 96.6%, Providencia 96.2% y Roberto Payán 90%.

1.1.2.5 Educación

El departamento de Nariño superó los 360.000 alumnos matriculados en el año 2004, de los cuales el 38 % habita en zonas rurales y el resto en zonas urbanas. Aproximadamente el 90% de los alumnos del departamento se encuentran matriculados en establecimientos oficiales.

El desplazamiento masivo afecta directamente a la población estudiantil, ya que las escuelas se convierten en uno de los pocos espacios con posibilidad de albergar grandes números de personas, lo cual implica que las clases son suspendidas por periodos indefinidos. En varios municipios, tanto de la costa como de la cordillera, hay dificultades para encontrar maestros dispuestos a acudir a estos lugares debido a la falta de seguridad que implica la fuerte presencia de grupos armados ilegales.

Figura Nº 1.7 Nivel de Escolaridad Departamento de Nariño



Fuente: Censo DANE 2005
Plan De Desarrollo 2004 – 2011

Tabla Nº 1.4: Escolaridad por Sexo en el Departamento de Nariño en 2007.

Nivel educativo	Total	Hombres	Mujeres
Preescolar incompleto	2,3	2,5	2,0
Preescolar completo	1,0	1,0	1,1
Básica primaria incompleta	40,8	42,4	39,4
Básica primaria completa	12,3	13,2	11,6
Básica secundaria incompleta	11,4	11,0	11,7
Básica secundaria completa	0,2	0,2	0,3
Técnico o tecnológico incompleto	0,3	0,2	0,3
Técnico o tecnológico completo	0,5	0,4	0,5
Universitario sin título	0,6	0,7	0,6
Universitario con título	0,3	0,2	0,3
Postgrado	0,1	0,1	0,1
Ninguno	30,3	28,0	32,1

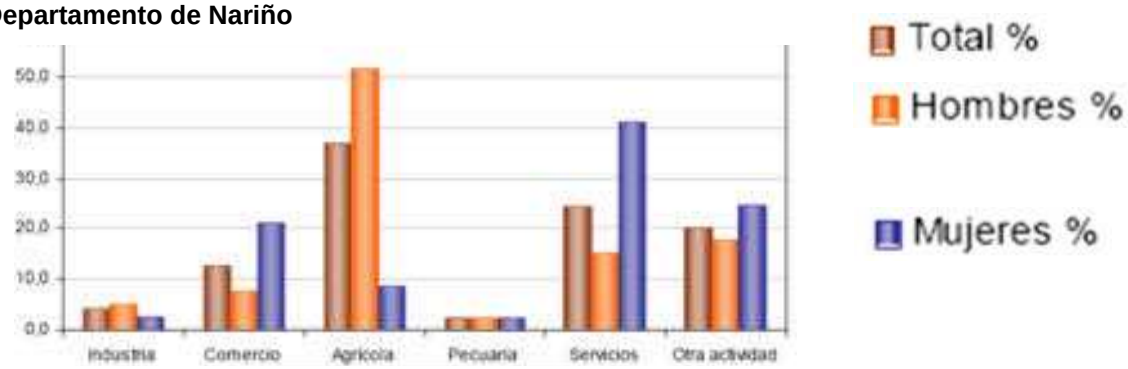
Fuente: Censo DANE 2005
Plan De Desarrollo 2004 – 2011

1.1.3 Diagnostico Económico

1.1.3.1 Actividades Productivas

La economía departamental por sectores refleja la importancia de los sectores agrícola y pecuario. El sector industrial por su parte presenta un leve incremento, lo que no significa reales procesos de industrialización de la región, pues ella es fundamentalmente artesanal. Indiscutiblemente el sector más dinámico es el sector terciario, el cual se destaca por el importante papel que juega el sector comercial y de transporte.

Figura Nº 1.8: Participación Según Sexo en las Actividades Productivas del Departamento de Nariño



Fuente: Censo DANE 2005

- Sector Primario:

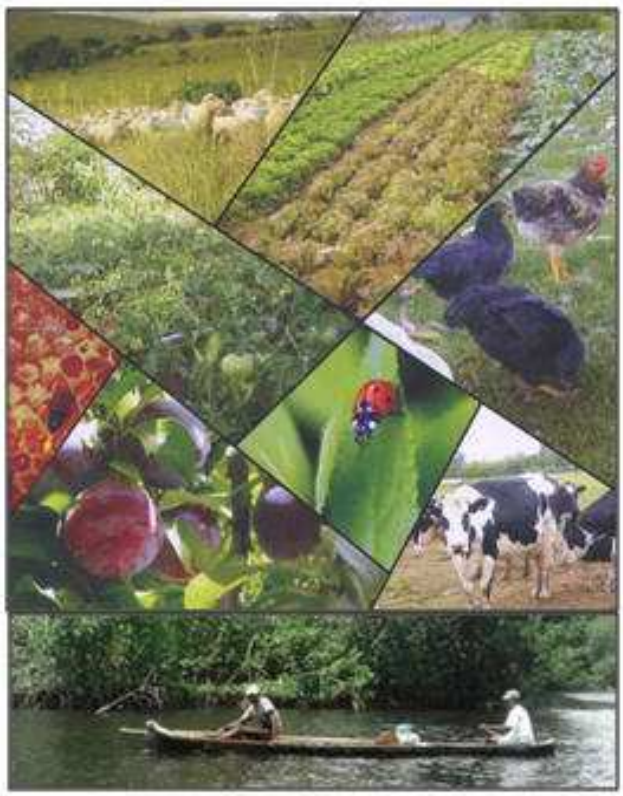
Es el principal sector productivo de la región, el cual se clasifica en:

Agrícola: Representado por la papa, trigo, cebada, fríjol, arveja en el piso térmico frío; caña panelera, plátano, café, en el clima medio; palma africana, cacao y coco en el clima medio cálido.

Pecuario: Por las malas condiciones en las que esta el sector agrícola, la producción pecuaria ha ido ganando espacio económico, especialmente la ganadería de leche.

Pesquero: El sector pesquero representa el 3.1% del PIB regional. Esta actividad productiva que se explota en el litoral Pacífico; presenta dos tipos de actividad la Industrial y la artesanal.

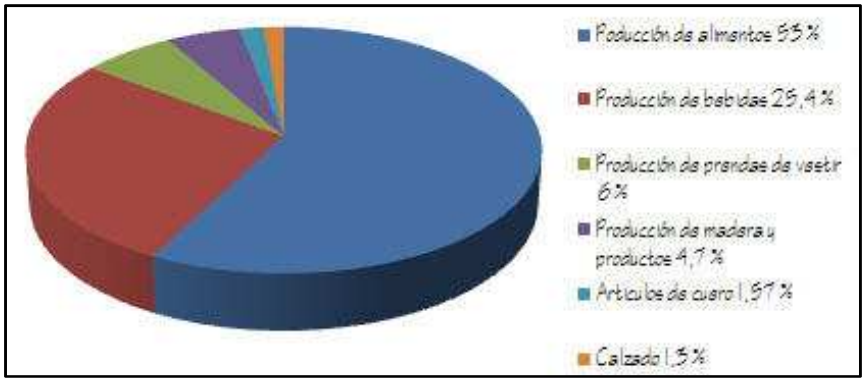
Figura Nº 1.9: Actividades Productivas del Sector Primario del Departamento de Nariño



- Sector Secundario:

El papel que desempeña la industria en Nariño es bastante frágil pues aporta muy poco a la economía regional, apenas alcanza el 7.6% de ella.

Figura Nº 1.10: Porcentaje de Producción del Departamento de Nariño



Fuente: Plan De Desarrollo 2004 – 2011

Sector terciario:

Este es el sector más dinámico y participativo de la economía Nariñense, se presenta por las condiciones fronterizas del departamento que se constituye en un paso obligado de mercancías procedentes de Sur América ayudada por el

proceso aperturista que permite el incremento de la circulación de mercancías de un país a otro; además no necesita de la producción de bienes materiales sino de una infraestructura mínima para garantizar la circulación de mercancías, sin embargo por esta razón en el departamento prevalece economía informal y competencia desleal.

Figura Nº 1.11: Sector Terciario del Departamento de Nariño





En Nariño se clasifican subregiones geográficas por con economía así:

- Zona pacifica: Su polo de desarrollo es la ciudad de Tumaco.
- Zona andina sur: fronteriza con el Ecuador, Su polo de desarrollo lo constituye el municipio de Ipiales, centro comercial y financiero.
- Zona andina central: Su polo de desarrollo es la ciudad de Pasto, ubicada sobre la carretera Panamericana en el eje Quito – Cali, Es centro del gobierno, cultural, educativo, industrial, agroindustrial, financiero, comercial, de turismo y de transporte terrestre y aéreo.
- Zona andina norte: con centro en La Unión y complemento en La Cruz.
- Región occidental andina: con centro en Túquerres y posición histórica, económica, social e importante potencial ambiental, además de alta fertilidad de sus tierras.

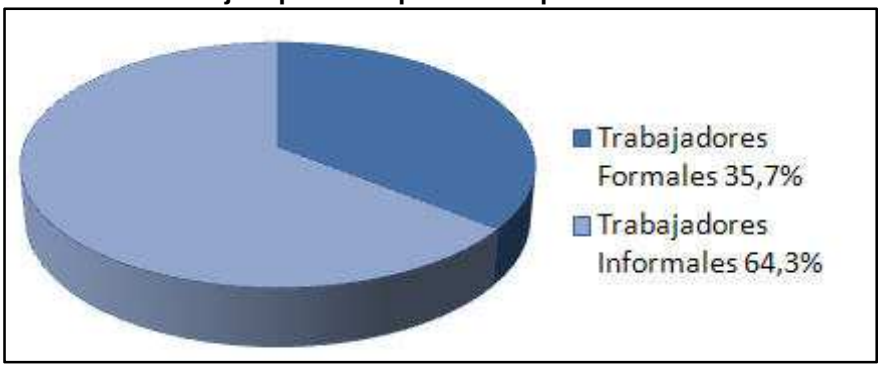
En el 2003 Nariño exportó 27.9 millones de dólares, de los cuales más de 26 millones (95%) tuvieron su origen en la economía de Tumaco y el Pacífico nariñense, Esta subregión es el epicentro de la mayoría de las exportaciones nariñenses, mientras en la zona andina se produce principalmente para el consumo interno.

1.1.3.2 Empleo

El bajo desarrollo empresarial ha generado problemas de empleo en Nariño, aunque la economía de este departamento está centrada en el sector agropecuario su desarrollo no es consecuente con la demanda de empleo que requiere la región por lo que la población económicamente activa en el departamento se caracteriza por la entrada temprana al mercado laboral, (12 años en la área urbana y de 10 años en el área rural). Al comparar la población total ocupada en el sector informal frente a la del sector formal, se

encuentra que la primera representa más de la mitad de la población total ocupada.

Figura Nº 1.12: Porcentaje Tipo de Empleo del Departamento de Nariño



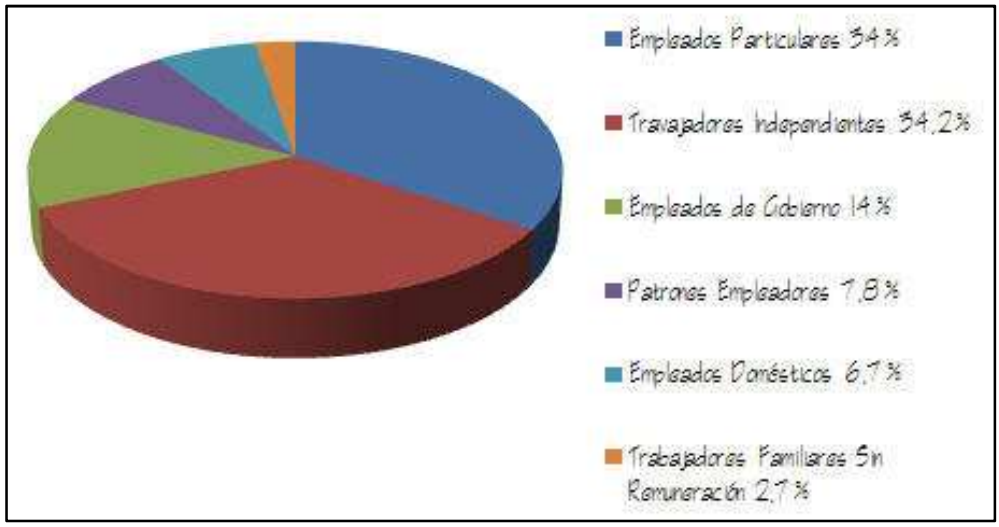
Fuente: Censo DANE 2005
Plan De Desarrollo 2004 – 2011

Según el plan de desarrollo de Nariño, se plantea que 58 de los 64 municipios del departamento se dedican en un 90% a actividades agropecuarias, por tanto en la zona rural la actividad agrícola es la principal fuente de empleo fruto de la explotación de cultivos como papa y café, en concordancia a que esta es el principal renglón del sector agrícola.

Los servicios comunales sociales y personales concentran el mayor número de empleos con un 34,7%, de donde pesan más las entidades gubernamentales.

El comercio aporta con 28% de la oferta laboral

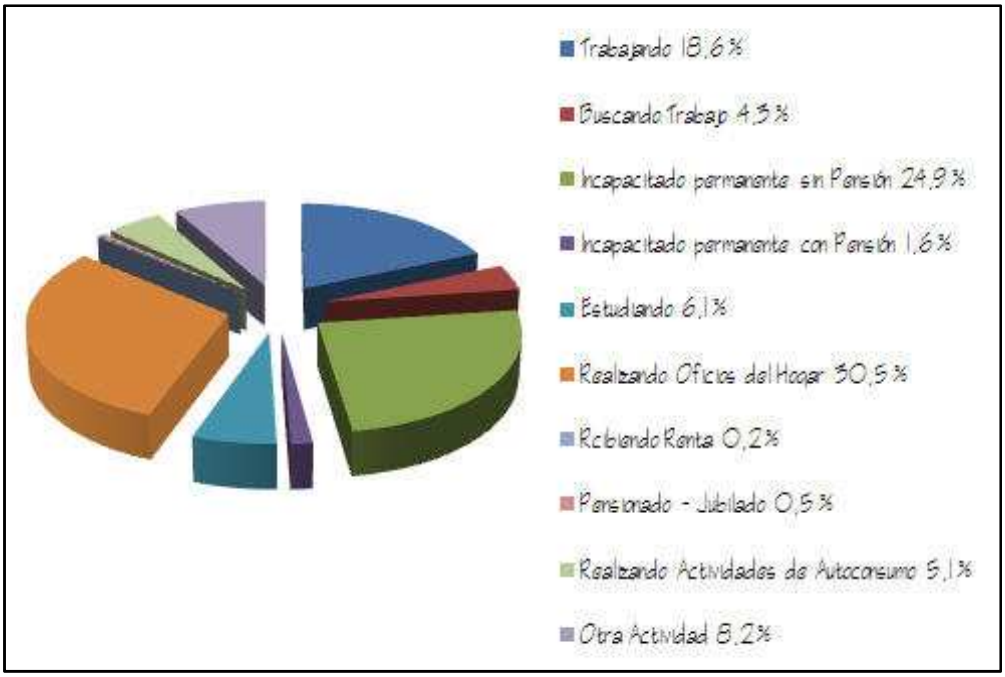
Figura Nº 1.13: Empleo del Departamento de Nariño



Fuente: Plan De Desarrollo 2004 – 2011

Ingresos: Los niveles de ingreso generados por los principales sectores económicos en el Departamento se detectan el sector del gobierno como el mejor remunerado y que mayor numero de empleos genera. En Nariño este proceso de reestructuración se ha venido adelantando en las principales entidades publicas del departamento como fueron las alcaldías, gobernación, EMPOPASTO, CEDENAR Y CORPONARIÑO, lo que ha disminuido aun mas los niveles de ocupación deteriorándose así el nivel de vida

Figura Nº 1.14: Porcentaje de Participación de Las Diferentes Actividades Económicas



Fuente: Plan De Desarrollo 2004 – 2011

1.1.3.3 Ventajas Competitivas

Nariño muestra un bajo grado de competitividad a nivel nacional, al ubicarse en el puesto 18 entre 23 departamentos estudiados, depende esencialmente de los recursos productivos especialmente los naturales, los cuales no son explotados de una manera eficiente ni sostenible, por lo que se enfrenta con serios problemas para alcanzar el desarrollo sustentable. Más sin embargo se debe potencializar y aprovechar los polos de desarrollo que el departamento posee.

Posición geográfica en el sur occidente Colombiano. Esta ubicación le otorga amplias vinculaciones estratégicas que aunque están subexplotadas le permite acceso a los mercados nacional, latinoamericano y mundial.

La conexión con el océano Pacífico por una buena carretera y de allí a la cuenca Pacífica mundial y colombiana por transporte marítimo y fluvial. Atravesando el canal de Panamá, se une a la cuenca del Atlántica Colombiana.

Contar con una Frontera especial de exportación por Ipiales y un Puerto sobre el Pacifico Colombiano. Uno de los municipios con alto potencial económico y social en la región es Samaniego, ubicado en zona templada y cálida, presta diversos servicios a su área de influencia. Reconocida por su potencial minero y agropecuaria. Las considerables ventajas competitivas que dispone el departamento deben ser potencializadas, con el propósito de lograr el vínculo de la actividad comercial en los mercados locales, nacionales e internacionales. En Nariño se han identificado una serie de productos que le permitirían mediante su aprovechamiento y potencialización el desarrollo de cadenas productivas indispensables para lograr altos de niveles de competitividad que generarían grandes impactos en materia económica para el departamento.

1.1.4 Diagnostico Ambiental

1.1.4.1 Fisiografía

En el territorio del departamento de Nariño se distinguen tres regiones fisiográficas, correspondientes a la llanura pacífica, la región andina y la vertiente amazónica. La llanura del Pacífico se caracteriza por altas temperaturas, abundantes lluvias y exuberante vegetación.

1.1.4.2 Clima

Debido al relieve del departamento de Nariño se presentan temperaturas variadas, cálidas, templadas, frías, de páramo y del casquete glacial

En el espacio territorial se tienen los siguientes pisos latitudinales:

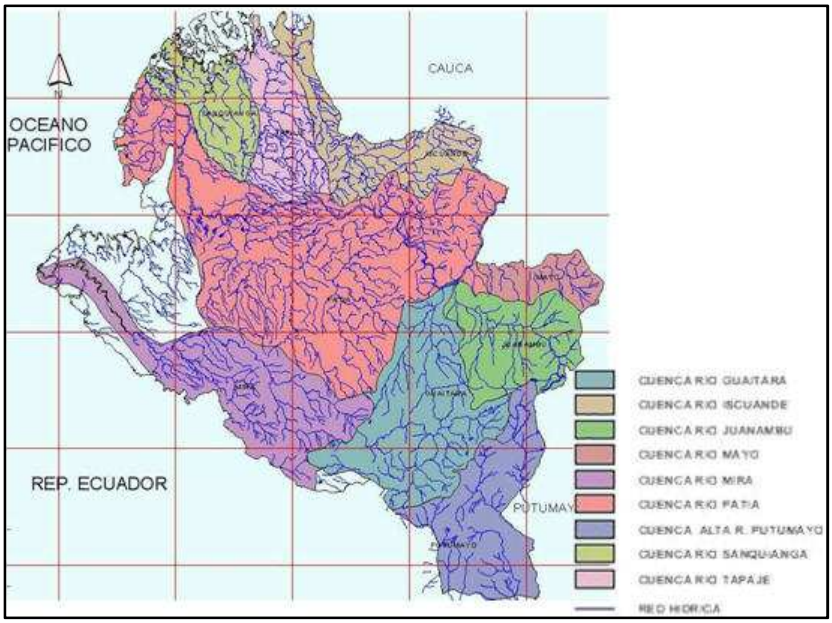
- Las vertientes frías, por encima de los 3000 m.s.n.m.
- Altiplanos entre 2600 y 3100 m.s.n.m.
- Cañones templados y fríos entre 1200 y 2400 m.s.n.m.
- Llanuras aluviales entre 100 y 1100 m.s.n.m.

1.1.4.3 Hidrografía

La riqueza hidrográfica hace que el departamento sea una despensa significativa de recursos hídricos por tener origen importantes ríos, sistemas lagunares y cuerpos de agua que irrigan todo el territorio, destacándose los ríos

Pasto, Bobo, Guamués, Blanco, Sapuyes, El Molino, La Magdalena, San Juan, Pacual, Salado, Guabo, Alisales, Miraflores, Molinoyaco, Telembí, Iscuandé, La Tola, Tapaje, Magüí, Caunapí, Güelmambí, Satinga, Sanquianga, Tabujo, Nulpe. Por otra parte se tienen identificados aproximadamente 20 complejos lagunares que sirven de reservorio de agua, destacándose las lagunas de La Cocha, La Bolsa, Verde, El Trueno, Pirí, Pumbí, Telpis y Negra.

Figura Nº 1.15: Red Hídrica del Departamento de Nariño



Fuente: Plan De Desarrollo 2004 – 2011

1.1.4.4 Topografía

Nariño se identifica por accidentes como el nudo de Los Pastos, del cual se desprenden dos grandes ramales, el occidental y el centro oriental, la depresión de el valle Atríz y los altiplanos de Ipiales y Túquerres son característicos del departamento, además de accidentes costeros que contribuyen a la gran variedad topográfica de la región.

Figura Nº 1.16: Topografía del Departamento de Nariño



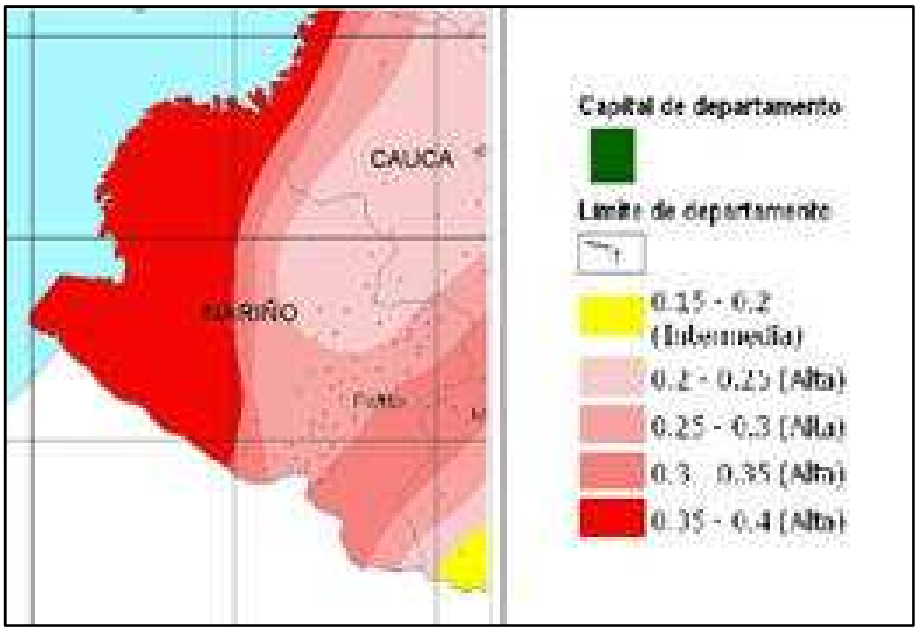
Fuente: Norma Técnica de Metadatos

1.4.4.5 Zonas de Riesgo

En el Departamento de Nariño hay grandes amenazas por fenómenos naturales y antrópicos que en diferente escala afectarían a la población de manera representativa el desarrollo económico, social y político.

Es notable la alta vulnerabilidad de un amplio sector del departamento frente a fenómenos como los Tsunamis en la Costa Pacifica, sismos en todo el territorio departamental, inundaciones, deslizamientos entre otros. La posición geográfica aumenta el riesgo debido a las fallas geológicas que atraviesan el departamento y el Cinturón de Fuego del Pacífico.

Figura Nº 1.17: Amenaza Sísmica del Departamento de Nariño



Fuente: Plan De Gestión Ambiental 2002 – 2012

Volcanes

En el departamento tenemos variedad de volcanes de tipo estrato volcán de carácter explosivo, distribuidos por complejos así:

- El Complejo Volcánico Sur: Conformado por el Volcán Chiles, Volcán Cerro Negro (frontera ecuatoriana), Volcán Cumbal, Volcán Azufral.
- Complejo Volcánico Central: Volcanes Galeras, San Fernando, Ocuyuyo. El Gallo, Bordoncillo.
- Volcanes circundantes a la Laguna de la Cocha: Campanero, Mujundinoy, Loma Larga, Guayapungo, Motilón, El Tábano.

- Volcanes de la zona Norte: Complejo Volcánico Doña Juana, Volcán Animas, Volcán Petacas Y Tajumbina.

Localización:

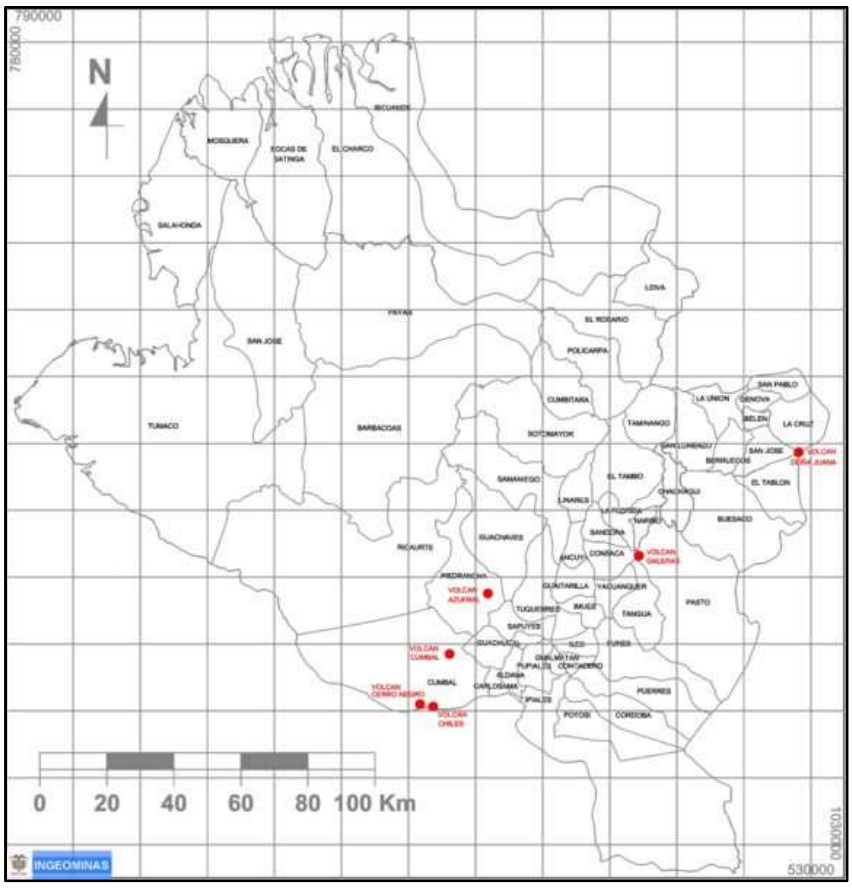
Son 21 los municipios que presentan influencia directa e indirecta de amenaza volcánica:

Cumbal, Carlosama, Aldana, Guachucal. Tuquerres, Mallama, Sapuyes, Guachavez, Pasto, La Florida, Nariño, Consacá, Sandoná, Yacuanquer, Tangua, Ancuya, San Pablo, La Cruz, Belén, Génova, Chachaguí.

Entre los volcanes activos están:

El Volcán Galeras, Azufral, los volcanes Chiles, Cumbal, Doña Juana y Cerro Negro, presentan indicios de fuentes termales.

Figura Nº 1.18: Localización de los Volcanes Activos del Departamento de Nariño

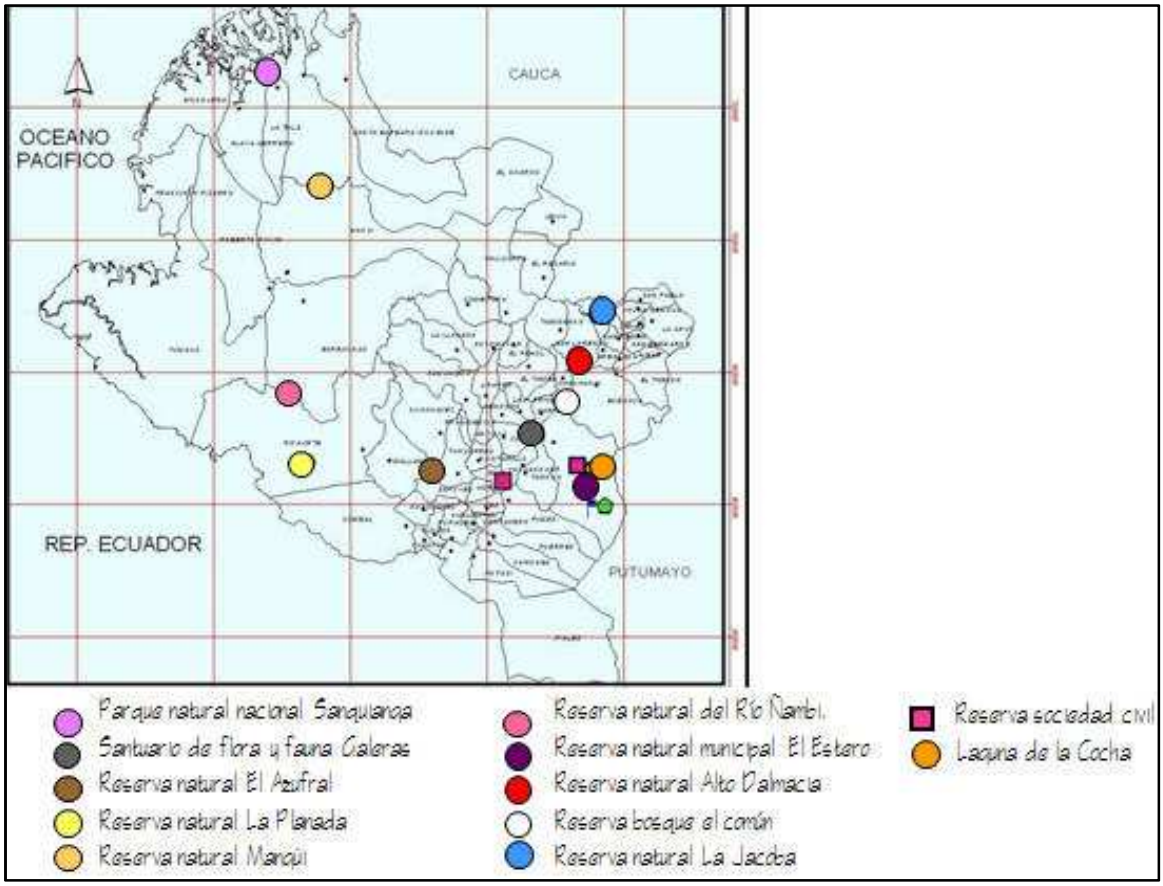


Fuente: Ingeominas

1.1.4.6 Potencial Ambiental

El gran potencial ambiental que el Departamento de Nariño posee, se debe a su posición geográfica por encontrarse en la zona intertropical, donde los rayos solares caen de manera perpendicular, y junto a las características físicas como producto de los procesos geológicos (topografía variada), permiten el desarrollo de una gran biodiversidad, en la que han evolucionado ecosistemas que van desde el nivel del mar, hasta los mayores a 4.000 m.s.n.m

Figura Nº 1.19: Reservas Naturales del Departamento de Nariño



Fuente: Plan De Gestión Ambiental 2002 – 2012

1.1.4.7 Manejo de los Residuos Sólidos

Emas Pasto es la empresa prestadora del servicio público en aseo en el ámbito regional, presta el servicio de recolección y transporte hasta el relleno sanitario Antanas, sitio de disposición final de los desechos.

El Relleno Sanitario Antanas (centro integrado de tecnología ambiental), se encuentra ubicado a 13 Km de San Juan de Pasto (Variante Daza-Buesaco) a cobertura es del 100% urbana y 30% rural, es el primer relleno sanitario en Colombia que se ejecuta con aprobación nacional e internacional, es el

segundo relleno Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que se pone en operación en el país, lo que pone de manifiesto que sí es posible contribuir a lograr los objetivos ambientales.

Aunque la Empresa Metropolitana de Aseo Emas, se ha preocupado por educar a los usuarios respecto a manejo de residuos sólidos, no cuenta con un sistema integrado de reciclaje, posee convenios con pequeñas cooperativas que prestan este servicio, sin embargo la mayor parte de los residuos reciclables llegan al relleno sanitario.

Figura Nº 1.20: Logo EMAS

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo S.A

Figura Nº 1.21: Piscina de Lixiviados Relleno Sanitario Antanas Pasto



Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo S.A

1.2 LADRILLO

Aquellas piezas cerámicas, en forma de paralelepípedo, conformadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a cocción son las que se conocen trivialmente como ladrillos, cuyas características de calidad están dadas por su solidez, resistencia y apariencia.

Según loa NSR-98[1] las unidades de mampostería se definen como aquellas piezas fabricadas en concreto, cerámica (arcilla cocida), silito-calcáreas o de piedra, que según su forma pueden clasificarse en piezas de perforación vertical, horizontal o macizas, estas últimas corresponden a aquellas cuyas cavidades ocupan un porcentaje menor al 25% del volumen total de la misma

1.2.1 Tipos de Ladrillos

Los ladrillos pueden clasificarse principalmente según los materiales que los conforman, aunque existen otras clasificaciones menos importantes tales como según su forma, su tipo de fabricación, o según su cocción.

1.2.1.1 Clasificación de los Ladrillos según su material de Fabricación

Según los materiales de fabricación existen tres tipos de ladrillo, aquellos elaborados de arcilla, los fabricados de3 materiales cementicios y los de adobe.

- Ladrillos de arcilla:

Dentro de ésta clasificación se encuentran las piezas más utilizadas en el campo de la construcción, que como su nombre lo indica con fabricados en arcilla y luego sometidos a un proceso de cocción, tales como los utilizados en la elaboración de muros, fachadas o ladrillo a la vista, vidriados, refrac6tarios, para pisos, para pavimentos y para drenajes.

[1] NSR-98 Calidad de los materiales den mampostería estructural. Unidades de mampostería. Capítulo D3.6.

Este tipo de ladrillos se pueden clasificar en perforados, cuya área neta es menor al 75% del área bruta, o en sólidos en donde su área de perforación corresponde a un porcentaje menor al 25% de la sección neta de la pieza.

Para garantizar la calidad de cada una de las piezas éstas deben cumplir con las exigencias establecidas en la norma así:

- Unidades de perforación vertical (blaque): Deben cumplir con la NTC4205[2] o con la ASTM C34.
- Unidades de arcilla maciza para mampostería estructural (tolete): Deben cumplir con la NTC 4205 o la ASTM C652, C62.

- Unidades de arcilla para mampostería no estructural: Deben cumplir con la NTC 4502 o con la ASTM C56, C212, C216.

- Ladrillos de materiales cementicios:

Aquellos elaborados con cemento y que endurecen bajo acción química con los que se encuentran dentro de ésta categoría, tales como los ladrillos de arena y cal o los ladrillos y bloques de cemento.

Para garantizar la calidad de cada una de las piezas éstas deben cumplir con las exigencias establecidas en la norma así:

- Unidades de perforación vertical (bloques) portantes: Deben cumplir con la NTC 4026[3] o con lo establecido en la ASTM C90.
- Unidades macizas (tolete) portantes: Deben cumplir con la NTC 4026 o con lo establecido en la ASTM C55.
- Unidades para mampostería no estructuras: Deben cumplir con la NTC 4076[4] o con lo establecido en la ASTM C129.

- Ladrillos de adobe

Se consideran los antecesores de los ladrillos de arcillas ya que son una forma muy básica de elaboración de los mismos, que han sido empleados en las construcciones desde la antigüedad; incluso en la actualidad existen ejemplos de ciudades enteras levantadas con este tipo de piezas, como el es caso de sur de Yemen, donde sus viviendas, hoteles y hasta el aeropuerto se encuentran construidos con este tradicional estilo.

Figura Nº 1.22: Panorama del sur de Yemen construido en adobe.



Fuente: Microsoft ® Encarta ® Biblioteca de Consulta 2007

[2] ICONTEC, Catalogo Normas Técnicas Colombianas 2001. Unidades de Mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos.
[3] ICONTEC, Catalogo Normas Técnicas Colombianas 2001. Unidades de Mampostería de concreto, bloques y ladrillos para mampostería estructural.
[4] ICONTEC, Catalogo Normas Técnicas Colombianas 2001. Unidades de Mampostería de concreto, bloques y ladrillos para mampostería no estructural.

Este tipo de piezas es fabricado con una mezcla de tierra arcillosa, paja, arena y estiércol, en dónde por medio de un molde sencillo de madera es compactado a mano, para luego ser sometido a un proceso de secado y endurecido bajo efecto de los rayos solares.

1.2.1.2 Clasificación de los Ladrillos según su Forma

Los ladrillos según su forma pueden clasificarse como macizos, de panal, macizos perforados, huecos, aplantillados, de mocheta, trahucos, rasillas, plaquetas, especiales, refractarios, aligerados, flotantes, hidráulicos y coloreados.

- Ladrillos macizos

Aquellos de masa compactada y de forma regular, generalmente suelen llevar dos perforaciones paralelas a una de las aristas con el fin de lograr aligerarlos de tal manera que se puedan con mortero en hiladas.

- Ladrillos de panal

Muy similares al ladrillo macizo con la diferencia que éstos en vez de perforaciones llevan un panal que los atraviesa, haciéndolo aún más ligero que el anteriormente mencionado.

- Ladrillo macizo perforado

Corresponde a las piezas cuyas perforaciones son paralelas a cualquiera de sus aristas y su volumen total de perforación es superior al 5% pero nunca mayor al 33%.

- Ladrillos huecos

Corresponde a aquellas piezas cuyo volumen de perforación supera el 33% del neto del ladrillo.

- Ladrillos aplantillados

Son aquellos cuya geometría no corresponde a un paralelepípedo, tienen forma de cuña, y son utilizados principalmente en la elaboración de dinteles, chimeneas o cornisas.

- Ladrillos de mocheta

Son los mismos que los rectangulares sólo que tienen un corte cuadrado en una de sus aristas con el fin de adaptarlos a cercos.

- Ladrillos trahucos

Aquellos de menor longitud propios para emparejar arranques o remates.

- Ladrillos rasilla

Ladrillos de una menor dimensión que pueden ser huecos o macizos, y cuya fabricación se da es exclusivamente mediante métodos mecánicos.

- Ladrillos plaquetas

Son pequeñas piezas de 2 a 3 cm. de espesor empleadas como recubrimiento en frentes o fachadas (tabletas).

- Ladrillos especiales

Son aquellos que por sus caracterísicas de forma y tamaño reciben el nombre de ladrillos sin embargo han sido fabricados bajo procedimientos especiales.

- Ladrillos refractarios

Son los fabricados con arcillas refractarias, preparados desengrasando arcilla muy pura con arema silícea fina, éstos llegan a resistir temperaturas de hasta 1580 ˚C.

- Ladrillos aligerados

Este tipo de piezas se obtienen de la mezcla de arcilla y aserrín o polvo de corcho, componentes que durante la cocción desaparecen produciendo ladrillos muy porosos.

- Ladrillos flotantes

Corresponden a aquellos cuya densidad es menor a la del agua.

- Ladrillos hidráulicos

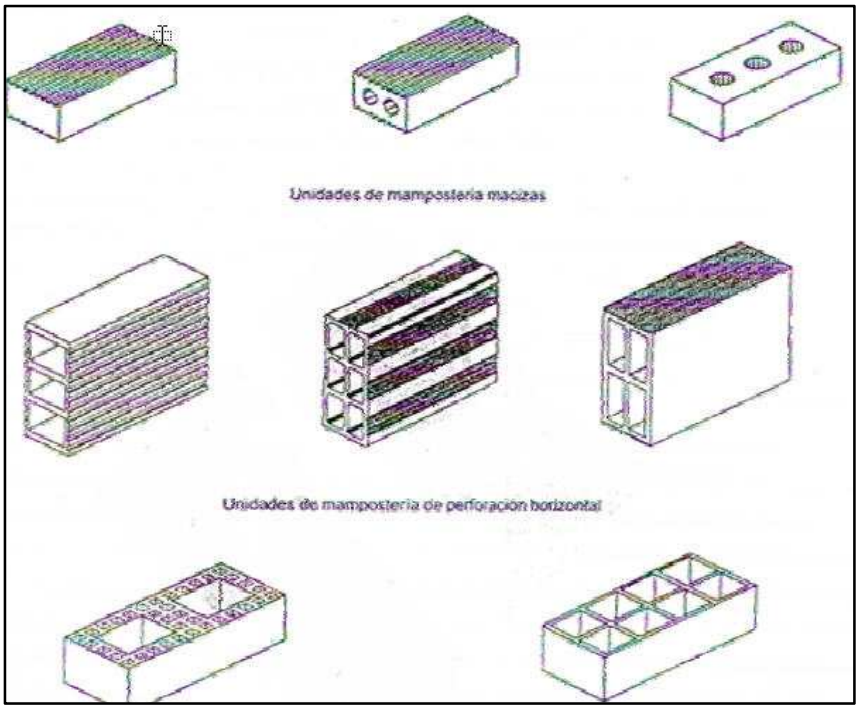
Son aquellos fabricados con mezclas que contienen arcilla seca y molida en una concentración de 91.5%, limadura de hierro en un 3%, cloruro de sodio en un 2% y cenizas de sauce en un 2%.

- Ladrillos coloreados

Este efecto se obtiene de mezclar colornates con arcillas blancas (kaolines), desengrasándolos con arena silícea para evitar la aparición de óxidos de hierro que le den un aspecto rojizo, como generalmente se aprecian.

Para dar una idea más cercana con la realidar la Figura Nº 2.2 podemos apreciar los ejemplos típicos de ladrillos según su forma

Figura Nº 1.23: Ejemplos técnicos de ladrillos según su forma



Fuente: NTC 4205, Catalogo de Normas Técnicas Colombiana 2001, Ingeniería y Arquitectura Unidades de Mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos

1.2.1.3 Clasificación de los Ladrillos según su Tipo de Fabricación

La fabricación de los ladrillos puede llevarse a cabo bajo procesos de tejares, de mesa, mecánicos o prensados. Los ladrillos de tejar corresponden a un tipo de pieza elaborada a mano, moldeada con gradillas sobre el suelo, para luego ser cocidas en hornos abiertos, mejor conocidos como hormigueros, logrando acabados toscos con caras rugosas, a diferencia de los ladrillos de mesa, quienes siguen el mismo proceso, con la única diferencia de ser fabricados sobre superficies lisas, Por otro lado los llamados mecánicos, o cerámicos, siguen un proceso en donde son moldeados con galleteras cocidos en hornos fijos. Por último los ladrillos prensados se elaboran mediante potentes prensas y luego de su cocción se pueden apreciar una pieza muy pulida de caras muy finas.

1.2.1.4 Clasificación de los Ladrillos según su Cocción

Según el proceso de cocción al que hallan sido sometidas las piezas se obtienen diferentes resultados así:

- Ladrillos santos

Debido a su exceso de cocción sufren una vitrificación lo que genera una apariencia retorcida en las piezas, pudiendo observar zonas excesivamente quemadas y un tono azulado en general.

- Ladrillos escaflados

Estas piezas son expuestas a cocción por tiempos prolongados lo que genera vitrificación y alabeo en éstas.

- Ladrillos recochos

Corresponde a aquellos con un grado exacto de cocción lo que les permite desarrollar gran resistencia.

- Ladrillos Pintones

La falta de uniformidad durante el proceso de cocción en estas piezas provoca la aparición de manchas pardas o rojas; el color es un indicador importante del tiempo de cocción, colores rojizos indican un tiempo suficiente para que las piezas desarrollen una resistencia suficiente.

- Ladrillos pardos

Aquellas piezas que han recibido solamente un punto de cocción, presentan colores pardos luego de climatizarse.

- Ladrillos Porteros

Corresponden a aquellas piezas que no tuvieron un adecuado tiempo de cocción por lo cual se han desecado.

1.2.2 Propiedades de los Ladrillos

Dentro de las propiedades características de los ladrillos podemos encontrar resistencia a la compresión y la tracción, modulo de elasticidad, relación de Poisson, contenido de humedad capacidad de absorción.

1.2.2.1 Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión (f'_{cu}) que desarrollan las unidades dependen principalmente del material con el cual hallan sido elaborados y del tipo de pieza del cual se esté hablando. Generalmente las piezas que hacen parte de muros de mampostería presentan una significativa reducción en su resistencia.

Tabla Nº1.5: Resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería

MATERIAL	INTERVALO, f'_{cu} (Ton/m2)
Piedra	$4.000 < f'_{cu} < 10.000$
Hormigón macizo	$1.500 < f'_{cu} < 2.500$
Arcilla	$500 < f'_{cu} < 2.000$
Hormigón aligerado	$400 < f'_{cu} < 600$
Adobe	$100 < f'_{cu} < 150$

Fuente: BONETT DIAZ, Ricardo León. "Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada". España. Tesis Universidad Politécnica de Cataluña

Aunque al hacer una relación de esfuerzo-deformación los resultados son realmente inciertos, sin embargo para ladrillos de arcilla, bajo condiciones experimentales, se concluye que éstos presentan un comportamiento lineal antes de llegar a la falla donde su resistencia disminuye rápidamente.

En Colombia, según la NSR-98[5] la determinación del valor correspondiente a la resistencia a la compresión de unidades de mampostería puede determinarse experimentalmente. La NTC-4205 indica que ésta propiedad varía según la disposición de las perforaciones y del volumen, de la misma manera se ve afectada por el hecho de tratarse de unidades para uso estructural o no estructural. En la tabla Nº 1.6 y Nº 1.7 pueden apreciarse los valores típicos de resistencia a la compresión de unidades de mampostería estructural y no estructural respectivamente.

Tabla Nº 1.6: Resistencia a la compresión unidades de mampostería estructural

Tipo	Resistencia minima a la compresión Pa(Kgf/cm²)		Absorción de agua máxima en %			
			Interior		Exterior	
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	5,0 (50)	3,5 (35)	13	16	7 a 13,5	14
PV	18,0 (180)	15,0 (150)	13	16	7 a 13,5	14
M	20,0 (200)	15,0 (150)	13	16	7 a 13,5	14

Donde:

- Ladrillos de perforación vertical (PV)
- Bloques de perforación horizontal (PH)
- Macizos (M)

Fuente: NTC 4205, Catalogo de Normas Técnicas Colombianas 2001, Ingeniería y Arquitectura. Unidades de Mampostería de Arcilla Cocida, Ladrillos y Bloques Cerámicos.

Tabla Nº 1.7: Resistencia a la compresión unidades de mampostería no estructural

Tipo	Resistencia mínima a la compresión Pa(Kgf/cm²)		Absorción de agua máxima en %			
			Interior		Exterior	
	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad	Prom 5 U	Unidad
PH	3,0 (30)	2,0 (20)	17	20	7 a 13,5	14
PV	14,0 (140)	10,0 (100)	17	20	7 a 13,5	14
M	14,0 (140)	10,0 (100)	17	20	7 a 13,5	14

Donde:

- Ladrillos de perforación vertical (PV)
- Bloques de perforación horizontal (PH)
- Macizos (M)

Fuente: NTC 4205, Catalogo de Normas Técnicas Colombianas 2001, Ingeniería y Arquitectura. Unidades de Mampostería de Arcilla Cocida, Ladrillos y Bloques Cerámicos.

[5]NSR-98, Calidad de los Materiales en la Mampostería Estructural, Unidades de Mampostería, Capitulo D3.7.1

Tabla Nº 1.8: Resistencia a la compresión unidades de mampostería estructural

Resistencia a la compresión a los 28 d (Rc_{28})[B], evaluada sobre el área neta promedia (Anp)			Absorción de agua (Aa) % según el peso (densidad) del concreto secado en horno, kg/m^3		
Mínimo[B], MPa			Promedio de 3 unidades, máximo, %		
Clase	Promedio de 3 unidades	Individual	Peso liviano, menos de 1 680 kg/m^3	Peso mediano, de 1 680 kg/m^3 hasta menos de 2 000 kg/m^3	Peso normal, 2 000 kg/m^3 o más
Alta	13	11	15 %	12 %	9 %
Baja	8	7	18 %	15 %	12 %

Fuente: NTC 4205, Catalogo de Normas Técnicas Colombianas 2001, Ingeniería y Arquitectura. Unidades (Bloques y Ladrillos) en Concreto para Mampostería Estructural.

Tabla Nº 1.9: Resistencia a la compresión unidades de mampostería no estructural

Resistencia a la compresión a los 28 d (Rc_{28})[A], evaluada sobre el área neta promedio	
Mínimo, MPa	
Promedio de 3 unidades	Individual
6,0	5,0

Fuente: NTC 4205, Catalogo de Normas Técnicas Colombianas 2001, Ingeniería y Arquitectura. Unidades (Bloques y Ladrillos) en Concreto para Mampostería No Estructural Interior y Chapas de Concreto

1.2.2.2 Resistencia a la Tracción

Por medio de ensayos como tensión uniforme, tensión indirecta y flexión pueden obtenerse el valor correspondiente a la resistencia de corte, que por lo general se expresa en función de la resistencia a la compresión.

Si se desea obtener valores muy cercanos a la realidad se recomienda llevar a cabo el ensayo de tensión indirecta, ya que éste proporciona mediciones más acertadas acerca de la tensión sometida en su propio plano.

Para unidades de mampostería, se encuentra que la relación esfuerzo-deformación sigue un comportamiento lineal hasta llegar al esfuerzo máximo, en donde se produce una falla frágil.

1.2.2.3 Modulo de Elasticidad y relación de Poisson

Aunque no se conoce con exactitud acerca de la relación de Poisson para unidades de mampostería, estudios de carácter experimental han arrojado un rango entre el cual éste puede oscilar, en donde para los diferentes tipos de mamposterías en encuentra entre 0.13 a 0.2.

Por otro lado, se puede decir que mientras piezas de mampostería de arcilla presentan un comportamiento elástico- lineal, aquellas de hormigón no lo hacen.

Al hablar de módulo de elasticidad E, para unidades de mampostería, se puede decir que éste depende principalmente del tipo de material con el cual haya sido fabricada y de la resistencia a la compresión f'_{cu} que desarrolle. Generalmente el valor de dicho módulo se puede determinar haciendo uso de la ecuación:

$$E = 1000 * f'_{cu} \text{ (MPa)}$$

1.2.2.4 Contenido de Humedad y Absorción

Estas dos propiedades se podrían considerar como las más importantes para las unidades de mampostería, debido a su gran incidencia en el comportamiento de las mismas.

Se entiende por contenido de humedad a la cantidad de masa de agua contenida en una pieza por unidad de volumen, lo cual se puede expresar tanto en términos relativos como en términos absolutos a la densidad de la misma cuando se encuentra seca. En general, los valores típicos de contenido de humedad varía entre 50 Kg/m³ y 60 Kg/m³ o de 2 a 3 % respectivamente.

Por otro lado, al hablar de capacidad de absorción, se puede determinar por medio de dos parámetros principales, la absorción total y la tasa inicial de absorción. Se conoce a la cantidad total de agua para saturar la unidad de mampostería como absorción total, mientras que la masa de agua por unidad

de área y por unidad de tiempo corresponde a la tasa inicial de absorción, la cual por lo general varía entre 0.15 a 0.5 Kg/cm^3 (como mínimo).

1.3 MAMPOSTERÍA

Se conoce como mampostería a un sistema constructivo en donde interactúan dos tipos de elementos, bloques, o ladrillos, y el mortero de pega. Los primeros pueden haber sido elaborados de manera natural o en fábricas, y pueden estar compuestos por varios materiales, mientras que del segundo puede decirse que es aplicado en el contorno de los ladrillos para dar cobertura a las juntas, horizontales y verticales.

1.3.1 Tipos de Mampostería

Los tipos de mamposterías a continuación expuestas se basan en la enumerada dada en la Norma Colombiana Sismoresistente (NSR-98)

1.3.1.1 Mampostería no Reforzada

Este sistema constructivo se basa en la unión de piezas de mampostería con mortero, cuyas especificaciones no cumplen con las cuantías mínimas requeridas para la mampostería parcialmente reforzada, a demás debe garantizar con lo establecido en el Capitulo D.9 de la NSR–98, en donde se determina un sistema con capacidad mínima de disipación de energía dentro del rango inelástico (DMI).

1.3.1.2 Mampostería de Muros Confinados

Por medio de una estructura de concreto reforzado se logra confinar las unidades de mampostería unidas con mortero, garantizando así un sistema con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), dentro del rango inelástico, lo cual se especifica en el Capítulo D.10 de la NSR-98.

1.3.1.3 Mampostería de Muros Diafragma

Aquellos muros construidos bajo éste sistema, en donde se restringe su desplazamiento libre bajo cargas laterales por medio de pórticos, debe cumplir con lo establecido en el Capítulo D.11 de la NSR-98.

1.3.1.4 Mampostería Parcialmente Reforzada

La mampostería parcialmente reforzada, como su nombre lo indica, consiste en el refuerzo de unidades de perforación vertical, con alambres y barras de acero, que garanticen un sistema capaz de lograr una disipación mínima de

energía dentro del rango inelástico (DMI), según lo establecido en le Capítulo D.8 de la NSR-98.

1.3.1.5 Mampostería de Cavidad Reforzada

Este sistema constructivo se integra por dos muros paralelos, que pueden ser reforzados o no, entre los cuales existe un espacio en concreto reforzado, de esta manera cumple con lo determinado en le Capítulo D.6 de la NSR-98, para así lograr un sistema estructural con capacidad especial de disipación de energía dentro del rango inelástico (DES).

1.3.1.6 Mampostería Reforzada

Aquellos muros alzados con piezas de perforación vertical, reforzados en su interior con barras de acero, deben cumplir con el Capítulo D.7 en la NSR-98, para el caso en donde la totalidad de sus cavidades se encuentran rellenas con mortero, se garantiza un sistema con capacidad especial de disipación de energía, dentro del rango inelástico (DES), pero si las cavidades a las cuales se lea ha inyectado mortero corresponden solamente a aquellas en las cuales se encuentra embebido el refuerzo de mampostería, actúa como un sistema con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), dentro del rango anteriormente mencionado.

1.3.2 Tipos y Usos de Mampostería No Estructural

Para aquellas estructuras construidas bajo el sistema convencional de concreto reforzado el empleo de la mampostería se limita a la elaboración de muros divisorios y fachadas, sin embargo en viviendas de bajos recursos ésta constituye el principal elemento sobre el cual se sostiene la edificación.

Por otro lado, fuera de sus usos estructurales, ésta es también aprovechada para la construcción de subdivisiones de espacios, como aislante térmico y/o acústico, ofrece protección contra el fuego y es de gran utilidad a la hora de dar un toque diferente en la apariencia y estética de las edificaciones.

1.3.3 Comportamiento de la mampostería No Estructural

Aunque la respuesta estructural de las edificaciones de mampostería varía de acuerdo a la región del país en la cual se encuentre, estos elementos son susceptibles a sufrir daños severos durante eventos sísmicos, lo cual conlleva a determinar los comportamientos típicos de las mismas a esfuerzos de compresión, cortante, tracción, flexo-compresión y cortante, y bajo cargas cíclicas y dinámicas en el plano.

1.3.3.1 Comportamiento de la Mampostería sometida a Esfuerzos de Compresión

En términos generales la mampostería proporciona gran resistencia al ser sometida a esfuerzos de compresión, hecho con el cual se concluye que el comportamiento y falla ante cargas axiales dependen principalmente de la interacción entre las unidades de mampostería y el mortero de pega.

En vista que cada material se comporta diferente, aún estando bajo las mismas condiciones de esfuerzos, de la misma maneta las proporciones al deformarse son distintas, así un material como el ladrillo, mucho menos deformable que el mortero restringe las deformaciones transversales de éste último. Como consecuencia, al mortero de pega le son transmitidos esfuerzos de compresión trasversal, mientras que a los ladrillos le son transmitidos esfuerzos transversales de tracción, disminuyendo así su resistencia a la compresión con respecto a la que puede ser encontrada por medio de un ensayo individual a las piezas.

Existen varias maneras por medio de las cuales se puede obtener la resistencia a la compresión de la mampostería, como por medio de datos históricos, métodos experimentales o realizando ensayos sobre los materiales de manera individual.

Para obtener resistencia a la compresión por medios experimentales, se debe seguir el procedimiento descrito en el Capítulo D.7 de la NSR-98, allí de figura

la elaboración de un conjunto de prismas conformados por piezas superpuestas unidas con mortero de pega en una proporción de altura-ancho de 5 a 1.5. En éste tipo de procedimientos la falla más común es la formación de grietas verticales, generadas por las deformaciónes transversales de las piezas, sin embargo, éstas dependen de la calidad de los materiales, hecho por el cual al estar en presencia de unidades débiles puede presentarse el caso de fallas por aplastamiento.

Dado a que la calidad y características de los materiales inciden directamente en la respuesta de la mampostería ante esfuerzos compresores (f'_m), es preciso exponer algunos de éstos agentes:

- Tipos y geometría de mampostería

La resistencia a la compresión de la mampostería se encuentra directamente relacionada con el porcentaje de área perforada que ésta contenga, es así como si dicho porcentaje corresponde a menos del 20%, la resistencia desarrollada por las piezas será similar a la desarrollada por la mampostería, por el contraio, si es superior al 20% ésta se verá disminuida, dada la concentración de esfuerzos, principalmente en las esquinas del muro.

- Características del mortero de pega

Éste material se encarga de restringir deformaciones laterales de las piezas y así mejorar la resistencia del muro, hecho por el cual varios ensayos han

arrojado resultados de los cuales se puede concluir que el mortero posee gran influencia sobre las deformaciones y adherencia que se presenta en la mampostería. Por otro lado, la relación entre el especor de la junta de mortero y la altura de las unidades influye en la resistencia a la compresión de la mampostería, de ésta manera si dicha relación es baja la resistencia desarrollada por el muro será similar a la alcanzada por las piezas individualmente, pero si por el contrario es lata la falla tiende a darse por deslizamiento en la junta.

- Humedad y absorción de las unidades de mampostería

Para no modificar las propiedades del mortero es necesario saturar las piezas de mampostería previamente, para de esta manera evitar que las mismas absorvan el agua del otro componente y así no incidan en su resistencia.

A continuación se recopilan algunos de los principales factores que pueden afectar la resistencia a la compresión de las unidades de mampostería, el mortero de pega y de los muros en general.

Tabla Nº 1.10: Principales Factores que Afectan la Resistencia a la Compresión de la Mampostería

Principales características que afectan la resistencia a la compresión de:		
Las unidades de mampostería	**Mortero de pega**	**Muros de mampostería**
Resistencia	Resistencia	Colocación
Absorción	Espesor	Hechura
Humedad	Relación agua cemento	Dirección de carga
Relación altura espesor	Características de deformación	Adherencia
Geometría	Retención de agua	

Fuente: BONETT DÍAZ, Ricardo León, "Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada". España. Tesis Universidad Politécnica de Cataluña.

1.3.3.1 Comportamiento de la Mampostería sometida a Esfuerzos Cortantes

Al momento de analizar los efectos producidos por cargas laterales en la mampostería, generadas por eventos sísmicos o por acción del viento, el preciso determinar las consecuencias producidas por esfuerzos cortantes.

Las fallas generadas por éste tipo de esfuerzos se ven representadas por la aparición de grietas que atraviesan las unidades de mampostería, generadas por la respuesta frágil de éstas, al verse sometidas a tracción, o el evidente desgaste que siguen la ruta trazada por las juntas del mortero de pega, dada la debilidad entre ellas

Según varias investigaciones realizadas, se ha determinado que la mampostería sometida a esfuerzos compresores desarrolla una mayor resistencia al corte en las juntas de mortero hecho que se encuentra directamente relacionado con la adherencia entre dicho material y las unidades de arcilla.

Dado que una propiedad como la adherencia es de gran influencia en el comportamiento de los muros, es preciso enunciar algunos factores de cada material que inciden directamente en ella. De esta manera las unidades de mampostería se ven afectadas por factores como porosidad, la tasa inicial de absorción de agua, la rugosidad de la superficie, el contenido de humedad y la reactividad química; por otro lado el mortero es influenciado por las características de la arena, la reacción limo-cemento, la capacidad de retención de agua, el contenido de humedad y la presencia de aditivos.

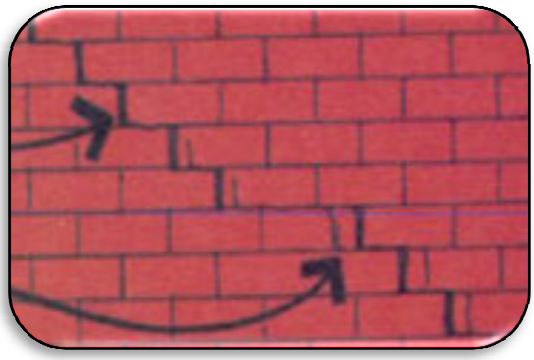
Si bien aún no es posible cuantificar la influencia de cada uno de los factores anteriormente mencionados, en el desarrollo de propiedades adherentes, sin embargo puede indicarse que variables como el contenido de humedad de las unidades y la presencia de limos en la mezcla de mortero son altamente incidentes en estas.

Sabiendo este comportamiento en general se pueden identificar cuatro tipos de fallas que corresponden a fallas por: fricción-cortante, por tensión diagonal, por compresión y por tracción.

- Falla a fricción-cortante

Al momento de verse afectada la fricción y la adherencia entre las unidades de mampostería y el mortero de pega, generado por una disminución en sus uniones, los esfuerzos normales a compresión se reducen mientras los producidos por cortante aumentan, desplazandose así por las juntas horizontales del muro, ocasionando un agrietamiento escalonado en direcci´´on diagonal al muro.

Figura Nº 1.24: Falla por Fricción-Cortante en Muros de Mampostería No Estructural.



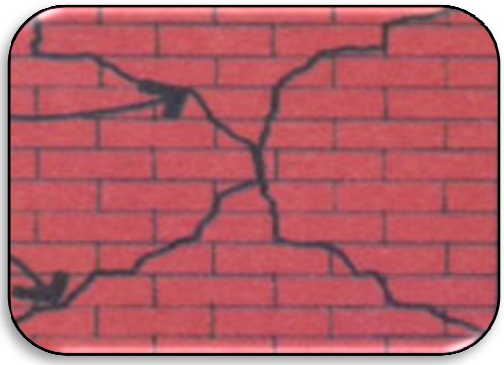
Fuente: AIS, Manual de Construcción Evaluación y Rehabilitación Sismoresistente de Viviendas en Mampostería, 2001.

- Falla por tensión diagonal

Este tipo de falla es el resultado de la presencia de esfuerzos moderados a cortante y compresores, que aumentan la resistencia al corte en las juntas de mortero, proporcionando así la aparición de grietas en las unidades de mampostería.

La inclinación de las grietas depende principalmente de la concentración de esfuerzos en las unidades, en donde no sólo se logra observar el agrietamiento de éstas sino también el deterioro del mortero de pega.

Figura Nº 1.25: Falla Tensión Diagonal en Muros de Mampostería No Estructural.

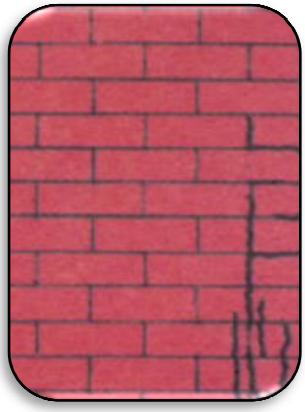


Fuente: AIS, Manual de Construcción Evaluación y Rehabilitación Sismoresistente de Viviendas en Mampostería, 2001.

- Falla a compresión

La falla a compresión se presenta cuando los esfuerzos normales son elevados, superando ampliamente los esfuerzos cortantes y reduciendo considerablemente la resistencia a compresión de la mampostería, hecho del cual se genera una respuesta similar a la de compresión directa en donde las grietas aparecen por efecto de las deformaciones verticales y se propagan en dicho sentido.

Figura Nº 1.26: Falla por Compresión en Muros de Mampostería No Estructural.



Fuente: AIS, Manual de Construcción Evaluación y Rehabilitación Sismoresistente de Viviendas en Mampostería, 2001.

1.3.3.2 Comportamiento de la Mampostería sometida a Esfuerzos de Tracción

La resistencia a tracción que logra desarrollar la mampostería se encuentra íntimamente ligada con las características de adherencia que se desarrolle entre el mortero de pega y las unidades.

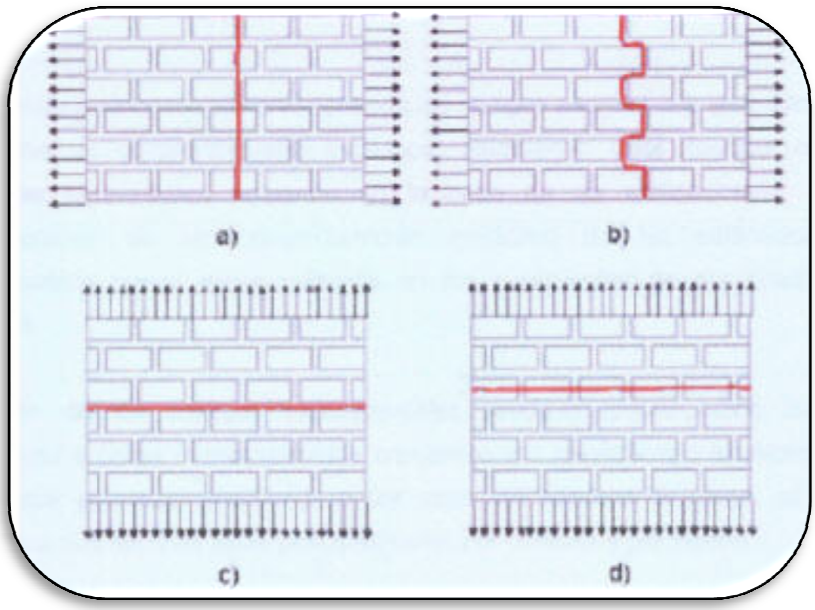
A decir verdad las características de la falla pueden variar según la dirección de la carga de tracción, la magnitud de adherencia que se desarrolle entre mortero y unidades, y la resistencia a tracción de las mismas, ocurriendo así diferentes tipos de falla.

Ya que los esfuerzos a tensión pueden presentarse tanto perpendicularmente a la junta como paralelo a éstas, el comportamiento de la mampostería es diferente para cada caso, ocasionando fallas horizontales y verticales respectivamente.

Las fallas ocasionadas por tracción en ambos sentidos son generadas principalmente por la separación entre el mortero de pega y las unidades, sin embargo para esfuerzos de tracción perpendicular, algunas unidades también pueden fallar individualmente por tensión.

En la figura Nº 1.27 se puede apreciar el comportamiento de la mampostería ante esfuerzos de tensión paralela como perpendicular a las juntas horizontales de mortero.

Figura Nº 1.27: Falla por Tensión en Muros de Mampostería No Estructural.



Fuente: BONETT DÍAZ, Ricardo León, "Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada". España. Tesis Universidad Politécnica de Cataluña.

1.3.3.3 Comportamiento de la Mampostería sometida a Esfuerzos de Flexo-Compresión y de Cortante

La complejidad de las edificaciones de mampostería no estructural radica principalmente en la presencia de esfuerzos de todo tipo, a los que dichas estructuras se ven sometidas; esfuerzos de compresión, cortante y flexión se presentan bajo la acción de cargas laterales y de compresión, incrementando el riesgo en éste tipo de edificaciones.

El estudio de éste tipo de construcciones, de mampostería no estructural, ha concluido que se trata de un material frágil, lo cual limita su resistencia lateral y lo hace muy atractivo a un análisis, para fines de diseño, por el método de esfuerzos admisibles, desechando por completo aquel que trabaje con fines de diseño inelástico, ya que dentro de las dudas que se tiene de la misma encuentra precisamente su comportamiento inelástico y resistencia a cortante y flexión, entre otros.

Los coeficientes de ductilidad, dados en los códigos, constituyen una muestra clara de la no consideración de un comportamiento inelástico de las edificaciones de éste tipo, asumiendo fuerzas estáticas equivalente que actúan en la base, siguiendo el patrón de análisis indicado anteriormente.

Ensayos experimentales, dinámicos y seudo-dinámicos, llevados a cabo sobre mesas vibratorias, en donde se simulan mocvimientos sísmicos reales, han traido como resultado la identificación de dos tipos de falla principalmente; a cortante y por flexión.

Aunque las fallas más comunes en mampostería no estructural (y algunas veces en mampostería estructural) se generan por acción de los esfuerzos cortantes, es preciso saber que la resistencia a flexión, aunque mucho menor aue la desarrollada a cortante, e generada por acción de las cargas verticales. Los anteriores hechos pueden explicarse por medio de las siguientes consideraciones:

En vista que los muros por lo general no son muy altos, es decir, su relación longitud/altura es alta, el momento de inercia en su sección transversal es grande, haciendo así que las deformaciones por esfuerzos cortantes predominen sobre las generadas por flexión. Los agrietamiento y desplazamientos por fleción y cortante forman una cruz, llamada la cruz de San Andrés, que aparece por acción de la distorción angular (y) por fuerza cortante con baja curvatura por flexión, generando esfuerzos de tracción diagonal en la mampostería.

Las deformaciones a flexión se ven disminuidas en el momento en que los muros transversales al flexionarse tratan de levantarse, lo cual es muy dificil que suceda.

Por otro lado, otra de las razones radica en que bajo la acción de cargas axiales, la resistencia a flexión aumenta más rápidamente que la resistencia al

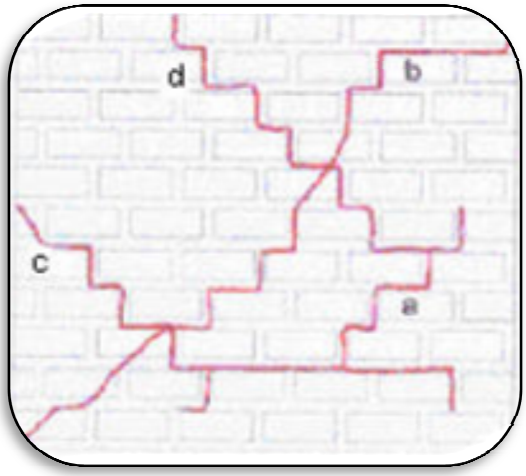
corte, lo cual también ocurre en muros esbeltos donde la relación altura/longitud es baja.

Para concluir, la mampostería es un conjunto mixto, formado por masas repartidas como los muros y concentradas como los techos, del que se origina un sistema rígido en donde los niveles de aceleración son bastante similares a los del suelo.

- Falla por cortante

Éste tipo de falla ocurre en muros no muy altos, donde la relación altura/longidud es alta, y que han estado expuestos a una gran carga pre-compresiva. Generalmente, primero aparece una grieta diagonal al de la carga mácima y luego otra al alcanzar el valor máximo de la carga horizontal (Ver Figura Nº 1.28 a y b). las grietas diagonales cambian de sentido cuando las cargas laterales también lo hacen (Ver Figura Nº 1.28 c y d).

Figura Nº 1.28: Falla por Cortante en Muros de Mampostería No Estructural.



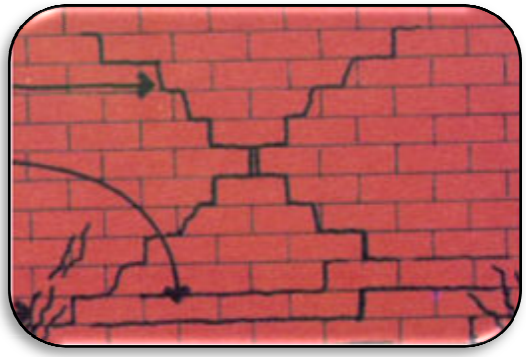
Fuente: BONETT DÍAZ, Ricardo León, "Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada". España. Tesis Universidad Politécnica de Cataluña.

- Falla por flexión

La aparición de grietas horizontales cerca a la base del muro, son una longitud de aproximadamente 2/3 de la longitud del muro, son el comienzo de éste tipo de galla, claro que se puede presentar el caso de la aparición de las grietas en otro sentido al momento de devolverse la carga.

Cabe resaltar que a mayor carga vertical mayor resistencia a la flexión, dado que la flexión se encuentra íntimamente relacionada con las cargas verticales, provocadas entre otras por las cargas transmitidas por los muros transversales.

Figura 1.29: Fallas por Flexión en Muros de Mampostería No Estructural.



Fuente: AIS, Manual de Construcción Evaluación y Rehabilitación Sismoresistente de Viviendas en Mampostería, 2001.

1.4 El agua

El agua ocupa un papel importante en las reacciones de la mezcla, tanto en su estado plástico como en el estado endurecido de la misma, principalmente porque permite dar paso a reacciones químicas del cemento consolidándose así con los agregados para formar un único sólido.

Por lo general, se recomienda que el agua que se emplee en la fabricación de morteros sea potable, libre de olores ni sabores pronunciados, con concentraciones moderadas de carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio, ya que estos tienen influencia en los tiempos de fraguado, debe estar libre de cloruros que generan corrosión en los refuerzos embebidos, también de sales orgánicas que inciden en la resistencia del producto o cualquier otra sustancia que afecte la resistencia del mortero.

Por otro lado, algunos ensayos normalmente requeridos para el análisis del agua son:

Calcio y magnesio en el agua: ASTM D -511

Cloruros: ASTM D -512

Sulfatos: ASTM D -516

PH del agua: ASTM D -1293

Acidez y alcalinidad: ASTM d - 1067

Partículas y materia disuelta: ASTM D -1888

Pero el agua no solo actúa según los componentes que contenga, ésta como parte de la mezcla en un mortero tiene tres funciones principales: el control de la trabajabilidad, la hidratación del cemento y la carbonatación de la cal.

A diferencia de la baja relación agua cemento que requiere el concreto, la cantidad de agua utilizada en un mortero depende del producto que se desee

obtener, así pues para mezclas en las cuales sea la prioridad la adherencia ante la resistencia es posible tolerar concentraciones más altas de fluido, obteniendo por añadidura mayor trabajabilidad, fluidez y mayor absorción de agua de las piezas de mampostería ayudando a los procesos de hidratación.

Con relación al tiempo límite para la adición de materiales, a pesar que se permite adicional agua para refrescar el mortero y luego recuperar consistencia al presentarse evaporación, cabe mencionar que debe colocarse dentro de las dos horas y media después del mezclado, esto con el fin de prever que el mortero ya haya comenzado su proceso de fraguado.

1.5 Aditivos

Desde mediados del siglo pasado se viene desarrollando toda una tecnología sobre los aditivos haciendo que estos cumplan funciones como reductores de agua, retardantes o acelerantes.

Un material diferente al agua, cemento y agregados, que se adiciona a una mezcla antes o durante tal proceso, fue la definición dada por el Comité ACI-212 para un aditivo.

Aunque los aditivos pueden o no hacer parte de los componentes de una mezcla, es claro que estos son utilizados para modificar las propiedades de tal material que hagan de esta un producto más adecuado para las condiciones de trabajo, o para la economía en una tarea.

Una clasificación resumida de los aditivos en términos de su funcionalidad, consiste en determinar la existencia en el mercado de aquellos inclusores de aire, reductores de agua retardantes y acelerantes, superplastificantes, minerales entre otros, sin embargo es las normas ICONTEC se encuentra una clasificación para los mismos, más específicamente en la NTC 1299[6], de la misma manera cabe mencionar que la ASTM también hace referencia a estos:

A Aditivos reductores de agua
B Aditivos retardantes
C Aditivos acelerantes
D Aditivos reductores de agua y retardantes

[6] ICONTEC, Catálogo Tormas Técnicas Colombianas 2001. Concretos, aditivos químicos para contretos

E Aditivos reductores de agua y acelerantes
F Aditivos reductores de agua de alto rango
G Aditivos reductores de agua de alto rango y retardantes

Como henmos visto, dada la indiscutible incidencia en las propiedades de las mezclas es prudente probar los aditivos con objeto de su aceptación, verificar si éstos cumplen con las especificaciones técnicas, el proveedor garantiza la obtención de los efectos deseados dadas las condiciones ambientales previstas y los procedimientos constructivos.

Una clasificación más resumida de los aditivos en terminos de su función es la siguiente:

- Aditivos inclusores de aire

El principal ingrediente empleado en éste tipo de aditivos el el alkibenceno sulfonado o el oxido de polietileno, aunque existen otros materiales tales como sales de resinas de la madera, algunos detergentes sintéticos, ácidos grasos o hidrocarburos sulfonados que son capaces de funcionar como inclusores de aire, los cuales tienen como finalidad hacer concretos y morteros con una mayor manejabilidad con una resistencia mayor al congelamiento.

- Aditivos reductores de agua

Con el fin de producir concretos con una consistencia determinada por las características propias de un proyecto en particular, o con el afán de incrementar el asentamiento del mismo, dado un contenido de agua específico, son utilizados éste tipo de aditivos los cuales se encuentran compuestos principalmente por ácidos lignosulfúricos, melaminas o polímeros hidroxilados.

- Aditivos acelerantes

Siguiendo las especificaciones de la ASTM D-98, el acelerante más utilizado por el mercado es el cloruro de calcio, con el fin de desarrollar mezclas cuyos tiempos de fraguado se reduzcan dando un desarrollo temprano de la resistencia.

- Aditivos superplastificantes

También llamados aditivos reductores de agua de alto rango, que constituyen un conjunto de sustancias químicas que le imparten una manejabilidad extrema, proporcionando una gran reducción de agua, mucho mayor a la proporcionada por los aditivos reductores de agua, con el fin de obtener mezclas de mayor manejabilidad.

- Aditivos minerales

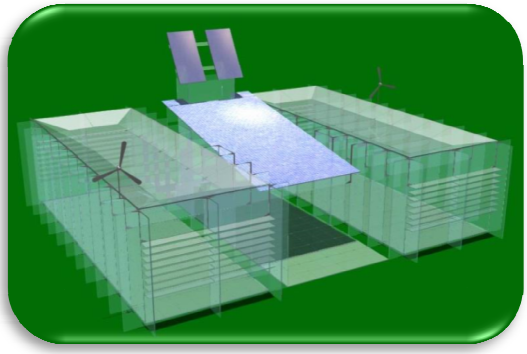
Con el fin de obtener mejoras en al manejabilidad de las mezclas, de aumentar la resistencia y durabilidad, compensando la falta de finos en las mismas, son utilizados ciertos minerales inertes tales como cuarzo molido, la caliza, la bentonita, cal hidratada y talco.

CAPITULO 2 REFERENTES

2.1 Prototipo De Vivienda De Vidrio, Sostenible, Virtual Y Multimedia "VitroHouse"

La vivienda virtual, diseñada por el arquitecto Luis de Garrido, especialista en arquitectura sostenible está enteramente construida en vidrio, incluyendo el suelo, las paredes, las fachadas, los pilares, las vigas, las cubiertas y todo el mobiliario.

Figura Nº 2.1: Prototipo de Vivienda de Vidrio



Fuente: SERVADIO, LEONARDO. Impatto zero: eco-design acconding to Luis de Garrido Talavera.

Además la vivienda dispone de muchas otras innovaciones sin ningún precedente:

1. Tela impermeabilizante de cubierta que integra células fotovoltaicas.
2. Pared vertical de césped natural.
3. Sistema ecológico de acondicionamiento ambiental, con sistema de oxigenación, ionización, bactericida y con recuperación de calor.
4. Paredes de vidrio transparente iluminados en su interior con leds.
5. Iluminación con incorporación de nuevos materiales, a mitad de camino entre la cerámica y el vidrio.
6. Suelo sobreelevado a base de un material compuesto por residuos reciclados de plástico y aserrín de madera.
7. Suelo exterior realizado a base de escorias de altos hornos.
8. Mobiliario enteramente realizado con vidrio plano.

9. Sanitarios enteramente realizados en vidrio plano postemplado.
10. Comportamiento bioclimático de la casa a pesar de estar enteramente realizada en vidrio (incorporación de dobles pieles de vidrio con cámaras ventiladas, aislamiento y celosía de control solar). Sistema de distribución de aire fresco por captor de vientos y falsos suelos de vidrio.
11. Sistema de control domótico inalámbrico por radiofrecuencia.
12. Sistema inteligente de iluminación de bajo consumo y leds.
13. Cubierta de vegetal y cubierta de agua de alta inercia térmica.

Figura Nº 2.2: Vista Externa Prototipo de Vivienda de Vidrio



Fuente: SERVADIO, LEONARDO. Impatto zero: eco-design acconding to Luis de Garrido Talavera.

El objetivo principal del prototipo VitroHouse.com es triple.

1. Se pretende construir una vivienda habitable enteramente realizada en vidrio como único material, incluida la estructura portante. Es decir, se desea mostrar las tremendas posibilidades del vidrio en la construcción, todavía sin explorar. De hecho, es la primera vez que se realiza un prototipo de esta naturaleza.
2. En segundo lugar se desea realizar una vivienda con el mayor grado de sostenibilidad posible, con la dificultad añadida de emplear solamente el vidrio. De este modo el prototipo sirve para reflexionar sobre todas las características que debe tener una construcción para ser 100% sostenible.
3. Por último, se pretende realizar una vivienda virtual, multimedia, dotada de los últimos avances en tecnologías de control, telecomunicaciones, climatización e iluminación. Se pretende trascender los espacios físicos y diluirlos en espacios virtuales y etéreos, en los que la arquitectura se confunda con la iluminación y la información multimedia. De hecho son la iluminación y la información multimedia las que definen los espacios arquitectónicos en el prototipo, que cambian de forma continuada, según

las condiciones particulares del entorno (temperatura, humedad, ruido, número de personas).

Principales Características

Las características más importantes del prototipo VitroHouse.com son las siguientes:

1. Vivienda completamente realizada en vidrio. El prototipo muestra las posibilidades del vidrio como material sostenible en la construcción, como elemento de aislamiento, elemento de decoración, elemento estructural, etc. Se trata de experimentar con todo tipo de vidrios y soluciones constructivas para lograr una construcción robusta, estable, térmicamente adecuada…y funcional. Nunca antes se había hecho nada parecido, por lo que se trata de un importante reto técnico.

2. Diseño singular. El prototipo tiene un diseño singular debido tanto al material con el que está construido, como a sus características bioclimáticas y funcionales.

3. Tecnología domótica de ultima generación. Todas las funciones del prototipo están controladas por un sistema de control de tecnología inalámbrica, lo que permite mostrar las ventajas de un hogar conectado, y sin las restricciones tradicionales del cableado.

4. Tecnología multimedia. Con el fin de lograr su carácter multimedia y virtual, el prototipo incorpora un conjunto amplio de proyectores de vídeo, robots proyectores, altavoces, sintetizadores…..integrados perfectamente y coordinados con el sistema de control domótico para producir un espectáculo multimedia continuado. En los elementos arquitectónicos de la vivienda se mostrará una exposición de arquitectura sostenible y edificios inteligentes: “Naturalezas Artificiales”.

5. Estructura bioclimática. El prototipo muestra las características arquitectónicas que puede tener una vivienda para lograr un comportamiento bioclimático y de alta eficiencia energética: orientación, tipología arquitectónica, sistemas de generación de calor, sistemas de generación de fresco, doble piel de vidrio, convección natural, efecto chimenea, etc.

6. Soluciones de vidrio de alta eficiencia energética. En el prototipo se muestran diferentes soluciones para lograr una alta eficiencia energética: doble piel de vidrio, láminas de protección solar, vidrios estructurales con serigrafía especial, aislamientos ecológicos, fachadas ventiladas, cubierta ajardinada, cubierta de agua con ciclos circadianos.

7. Características enteramente sostenibles. El prototipo constituye un modelo de vivienda que permite lograr el mayor índice de sostenibilidad posible, utilizando únicamente el vidrio como material constructivo. Cabe destacar el que todos los elementos son prefabricados, de dimensiones normalizadas, y con un sistema de ensamblaje a base de apoyos y

adhesivos, sin ningún tipo de herrajes. Todas las piezas del prototipo se van a recuperar después de su construcción y desmontaje.

8. Utilización de energías alternativas (solar térmica, solar fotovoltaica, eólica). Con el diseño del prototipo se pretende mostrar formas de integración arquitectónica de dispositivos de energías alternativas en un edificio: captores solares térmicos, captores solares fotovoltaicos y generadores eólicos.

9. Estructura funcional de vivienda futurible. El prototipo muestra diferentes soluciones arquitectónicas futuribles tales como flexibilidad de espacios, cocina y baños flexibles y reubicables, flexibilidad en las instalaciones eléctricas, de agua y desagües, suelos registrables, espacios etéreos multimedia, sanitarios móviles y con una nueva funcionalidad,…..

10. Mobiliario e interiorismo de vanguardia. El prototipo constituye una muestra de mobiliario transparente a base de vidrio y efectos luminosos. (sillas, mesas, estantes, armarios, muebles de cocina, lámparas….todo de vidrio y efectos luminosos).

11. Alta tecnología. El prototipo constituye un catalogo de las mejores y mas avanzadas tecnologías del mercado. Sistemas domóticos, sistemas de proyección multimedia, sistemas de acondicionamiento de aire, sistemas de iluminación, etc.

12. Cubierta de tierra y acuario. El prototipo dispone de dos cubiertas para aumentar su inercia térmica. Una cubierta de tierra y otra de agua (en la cual se ha dispuesto un acuario, el cual proporciona un espectáculo impresionante a los usuarios de la vivienda).

13. Nuevos sanitarios en vidrio. El prototipo muestra nuevos diseños y nuevas soluciones ingeniosas de colocación flexible de bañeras y elementos sanitarios, transparentes y perfectamente integrados en la arquitectura.

Figura Nº 2.3: Vista de la Cocina Prototipo de Vivienda de Vidrio



Fuente: SERVADIO, LEONARDO. Impatto zero: eco-design acconding to Luis de Garrido Talavera.

Figura Nº 2.4: Vista del Baño Prototipo de Vivienda de Vidrio



Fuente: SERVADIO, LEONARDO. Impatto zero: eco-design acconding to Luis de Garrido Talavera.

Figura Nº 2.5: Vista del Cuarto Prototipo de Vivienda de Vidrio



Fuente: SERVADIO, LEONARDO. Impatto zero: eco-design acconding to Luis de Garrido Talavera.

Figura Nº 2.6: Vista Interna Prototipo de Vivienda de Vidrio



Fuente: SERVADIO, LEONARDO. Impatto zero: eco-design acconding to Luis de Garrido Talavera.

Las estrategias sostenibles que se han tenido en cuenta son las siguientes:

1. Recursos.

- Reciclabilidad de materiales. La reciclabilidad de un material apenas significa nada respecto a su grado de sostenibilidad, ya que la inmensa mayoría de los materiales son reciclables. Lo realmente válido es que un material sea reciclable pero con la utilización de muy poca energía y recursos (por ejemplo, el aluminio se puede reciclar, pero el consumo

energético necesario es altísimo, mucho mayor incluso que la obtención de casi cualquier otro material). Este es el caso del vidrio: es un material fácilmente reciclable, y necesita poca energía para ello.

- Grado de naturalidad de los materiales. El vidrio es un material que se genera de forma natural en la Naturaleza, y que necesita relativamente poca energía para producirse a partir de materiales abundantes y mediante un proceso muy sencillo. Por ello el grado de naturalidad es muy alto.

- Grado de abundancia de los materiales. El vidrio es un material muy abundante y lo seguirá siendo, ya que la materia prima necesaria para su fabricación, el sílice, es uno de los materiales más abundantes de la Naturaleza.

- Grado de reutilización de los materiales del prototipo. El prototipo ha sido diseñado con elementos prefabricados de tal modo que, después de desmantelarlo, se puedan reutilizar para cualquier otra cosa. Las piezas de vidrio tienen poca variedad de tamaños, por lo que se puede intercambiar su posición, y es fácilmente reparable. Se ha diseñado un ingenioso sistema estructural, de tal modo que los vidrios no necesitan siquiera ser agujereados, por lo que se facilita su reutilización posterior. Solo se ha utilizado un sencillo herraje apenas visible, para sujetar por gravedad los vidrios. El herraje es capaz de mantener unidas todas la piezas sin necesidad de colas ni de agujeros, asegurando su resistencia ante las cargas verticales y horizontales que soportarán a lo largo de su vida útil. Este herraje es precisamente el mayor logro del prototipo.

- Componentes tóxicos y emisiones de los materiales. El vidrio no tiene ningún componente tóxico que puede alterar en absoluto la salud humana ni del planeta. Los adhesivos se han elegido de igual modo, así como las pinturas de las serigrafías utilizadas.

- Durabilidad de los materiales. La durabilidad del vidrio es extraordinariamente alta. No se tienen datos exhaustivos de lo que puede llegar a durar un vidrio templado o un vidrio laminado, pero convenientemente tratado, es de los materiales más duraderos.

- Durabilidad del prototipo. Los entornos naturales pueden llegar a tener ciclos de vida infinitos, ya que continuamente se están reparando sus elementos componentes. Un río puede existir de forma permanente, y parea ello está siempre en continuo cambio.

Del mismo modo, el prototipo se ha diseñado de tal modo que en su conjunto, pueda llegar a tener un ciclo de vida infinito. Ello ha sido posible ya que se ha diseñado un sistema estructural y constructivo de tal modo que todas las piezas se pueden sustituir en cualquier momento por otra de iguales o mejores características, en el momento de que dejaran de ser útiles. Del mismo modo las diferentes piezas son fácilmente sustituibles. No hay agujeros, ni herrajes, para sustituir una pieza tan solo hay que despegarla y quitarla.

2. Residuos.

- Residuos y emisiones generados en la fabricación de los materiales. Para la fabricación del vidrio no se genera ningún residuo, ya que los retales sobrantes se reciclan continuamente. Del mismo modo prácticamente no hay emisiones al medio ambiente.

- Residuos y emisiones generados en la construcción del prototipo. Tampoco se han generado residuos de ningún tipo en el montaje del prototipo. Las piezas componentes han sido cortadas con precisión milimétrica, y han sido utilizadas todas. Los materiales se han servido en obra sin embalajes, y cuando ha existido un embalaje, éste se ha utilizado para volver a llevar los elementos de la vivienda de vuelta a fábrica, una vez que se haya desmontado.

- Residuos y emisiones generados durante la vida útil del edificio. No hay ningún residuo, ni ninguna emisión durante la vida útil del prototipo. Téngase en cuenta además que el prototipo ha sido diseñado para tener una vida útil infinita, es decir, un ciclo de vida infinito.

- Residuos y emisiones de los materiales generados en el desmantelamiento del edificio. El prototipo ha sido diseñado de tal modo que no se genere apenas ningún residuo en su desmantelamiento. Aplicando calor y con un alambre se eliminarán los pocos adhesivos utilizados (y de naturaleza inerte y biodegradable). El resto de materiales quedarán intactos y listos para volver a utilizarse tantas veces como sea necesario.

3. Energía.

- Energía utilizada en la obtención de materiales. El consumo energético para la obtención del vidrio es medio (aprox.17 mJ/kg.) comparado con otros materiales. Algunos materiales como el hormigón, cerámica, piedras…. tienen un consumo energético menor, en cambio, la obtención de otros materiales como el acero, aluminio, plásticos, esmaltes, pinturas, aislamientos,…. implica un consumo energético mucho mayor. Además, las piezas diseñadas para el prototipo tienen poca variación dimensional y se repiten, por ello, el coste energético necesario es mínimo.

- Energía utilizada en la construcción del prototipo. El prototipo ha sido diseñado con el objetivo de utilizar solo piezas de vidrio plano (laminado y templado), de tal modo que el numero de piezas sea el menor posible, que haya el menor numero de piezas diferentes y que las piezas se coloquen con la mayor rapidez posible (con la menor cantidad posible de de mano de obra y de maquinaria auxiliar).

- Energía utilizada en el desmantelamiento del prototipo. El prototipo ha sido diseñado para que su desmantelamiento sea lo mas sencillo posible, consumiendo por tanto la menor cantidad posible de energía.

Solo se necesita eliminar los adhesivos con un alambre y recoger una por una cada pieza de vidrio. No tiene que romperse ni dañarse ninguna pieza.

- Energía utilizada en el transporte del material y mano de obra. Los materiales y la mano de obra han sido locales. No ha existido la necesidad de mano de obra especializada.

- Energía utilizada por el prototipo durante su vida útil. A pesar de estar construido únicamente de vidrio el prototipo tiene un comportamiento térmico adecuado. Por supuesto que el hecho de haber elegido vidrio como único material implica a priori serias restricciones a la eficiencia energética del prototipo (por ejemplo, las cubiertas y las paredes de vidrio generarán ineludiblemente un importante calentamiento del edificio los días de verano, al mismo tiempo que implican un bajo aislamiento térmico). Sin embargo, se han utilizado un conjunto de estrategias que han compensando estas deficiencias y han permitido un comportamiento térmico adecuado.

Estas estrategias son las siguientes:

- Diseño bioclimático. Para el diseño del prototipo se han elegido escrupulosamente un conjunto de estrategias arquitectónicas que han dado lugar a una tipología arquitectónica perfectamente bioclimática. La orientación del prototipo se ha realizado al sur, con el fin de garantizar tanto el mayor número de horas de soleamiento (refiriéndose a la trayectoria solar de España), como la posibilidad arquitectónica de control solar sin necesidad de tecnologías de control u otro tipo de artefactos. Por otro lado, se ha elegido una tipología tripartita del prototipo de tal modo que tanto la zona de día como la zona de noche estén volcados al cuerpo central (invernadero). Precisamente, este cuerpo central es el que asegura el frescor en verano y la generación de calor en invierno.

  En invierno se cierran los elementos acristalados de la doble piel de vidrio, lo que convierte al espacio central en un enorme invernadero que calienta el resto de estancias del prototipo. Las protecciones solares en la cara sur impiden que los rayos solares entren en verano, pero permiten que entren en invierno. En la zona de noche del prototipo se ha instalado un sistema de doble piel de vidrio con una persiana en su interior que permite controlar el paso de los rayos solares al interior del edificio. En cambio, en la zona de día, el sistema de control solar elegido ha sido la disposición de un conjunto de lamas horizontales de vidrio coloreado (cuanto mas oscuras mejor) con unas dimensiones tales que permiten que el sol pase en invierno, pero no en verano.

  En verano se pliega la parte exterior de la doble piel, lo que permite que, junto a las protecciones solares, no entren los rayos solares a los vidrios de la parte interior. Con ello se evita el recalentamiento del prototipo. Por otro lado, el aire mas fresco del norte se absorbe por el captor de

vientos, se refresca bajo el suelo sombreado del interior del prototipo y se distribuye por los falsos suelos. En el captor de vientos se ha incorporado un sistema mecánico y ecológico de acondicionamiento térmico, para aquellos días en los que es imposible refrescar el aire por medios arquitectónicos. El sistema elegido es de alta eficiencia energética, generador de ionización, oxigenación y bactericida. Para que el aire fresco circule por el interior de toda la vivienda se ha dispuesto un ingenioso sistema de convección natural y "efecto chimenea". La cubierta inclinada central dispone en su cara interior una lámina especial de protección solar, de tal modo que filtra una buena cantidad de luz que pasa a través del vidrio. De este modo se reducen al máximo las ganancias térmicas en verano, mientras que se incrementa el aislamiento térmico en invierno.

- Aislamiento. El aislamiento de las paredes del prototipo se ha logrado mediante la incorporación de una doble piel de vidrio. De este modo se logra una cámara ventilada que incluso puede rellenarse de material aislante con el fin de asegurar un correcto aislamiento térmico. Por otro lado para el aislamiento de las cubiertas se han seguido dos estrategias diferentes. Una cubierta se ha rellenado de tierra natural con vegetación, lo cual garantiza el sombreado del prototipo, su aislamiento y su inercia térmica. Otra cubierta se ha rellenado de agua. Este agua se almacena fresca debajo de la vivienda las noches de verano (depósito enterrado) y se va bombeando a la cubierta durante el día, permitiendo el refresco del espacio interior.

- Inercia térmica. La inercia térmica de un edificio es lo que permite que el frescor generado las noches de verano se mantenga a lo largo del día siguiente, manteniéndolo fresco. Del mismo modo, es lo que permite que el calor generado por efecto invernadero (y otros medios) los días de invierno se mantenga a lo largo de la noche. Con respecto al prototipo hay que decir que las piezas de vidrio utilizadas en su construcción son muy pesadas, por lo que el grado de inercia térmica conseguido es elevado. Por otro lado, la inercia térmica se ha aumentado considerablemente con la elevada masa de agua y de tierra incluida en los techos del prototipo de vidrio.

- Utilización de energías alternativas. Por último hay que decir que la única energía utilizada en el prototipo es renovable. En concreto se ha utilizado energía eólica, energía solar térmica y energía solar fotovoltaica. La energía solar térmica se utiliza para el agua caliente sanitaria, mientras que la solar fotovoltaica y la eólica se utilizan para el consumo eléctrico del prototipo. En un caso real, la energía eléctrica generada se vendería directamente a las empresas suministradoras de energía, con lo que el rendimiento energético se multiplica casi por cuatro debido a la diferencia de precio entre la energía que se vende y la que se compra (sistema de conexión a red). Hay que señalar el novedoso sistema utilizado para la generación fotovoltaica de electricidad: una tela impermeabilizante de cubiertas que integra células

fotovoltaicas. De este modo se reducen costes y se asegura la correcta inclinación de las células fotovoltaicas (unos 30º en nuestra latitud, equivaliendo a la inclinación más o menos usual de nuestros tejados tradicionales). Hay que decir que las pocas veces que se suelen integrar células fotovoltaicas en algunos edificios se ha hecho de forma lamentablemente ineficaz, ya que se han integrado en elementos verticales y horizontales, lo cual reduce todavía más el bajo rendimiento energético de las actuales células fotovoltaicas.

4. Salud.

- Emisiones tóxicas en la obtención de materiales. No existen emisiones tóxicas para el hombre, los animales y medio ambiente en la obtención del vidrio, ni en la fabricación de cada una de las piezas del prototipo.

- Emisiones tóxicas durante la vida útil del prototipo. No existen emisiones tóxicas para el hombre, los animales y medio ambiente durante la vida útil del prototipo.

- Emisiones tóxicas en el desmantelamiento del prototipo. No existen emisiones tóxicas para el hombre, los animales y medio ambiente en el desmantelamiento del prototipo.

5. Mantenimiento.

- Costes de mantenimiento del prototipo (reparaciones, sustituciones,). Los costes de mantenimiento del prototipo son muy bajos. El único mantenimiento a corto plazo es la limpieza, debido a la naturaleza transparente y semitransparente del vidrio. No obstante, los tratamientos del vidrio y el diseño de cada pieza componente se ha realizado para minimizar este apartado. Del mismo modo, a la hora de diseñar la estructura y detalles constructivos del prototipo el hecho de que el vidrio es un material relativamente frágil, por ello se han diseñado convenientemente los apoyos y las juntas elásticas. Ello asegura que el grado de roturas o desperfectos sea el mínimo.

A modo de resumen puede decirse que un edificio completamente realizado en vidrio como único material consumiría menos energía que un edificio convencional ya que, un edificio convencional tiene muchos materiales con menos consumo energético, pero también tiene otros con un consumo mucho mayor (acero, aluminio, esmaltes, plásticos, etc.). Por otro lado, el consumo energético de un edificio enteramente realizado en vidrio no tiene porqué ser mayor que un edificio convencional, siempre que esté convenientemente proyectado).

2.2 R4 HOUSE (REUTILIZA – RECUPERA – RECICLA – RAZONA)

La vivienda diseñada por el arquitecto Luis de Garrido, ha sido una vivienda construida de forma exclusiva, con elementos reciclados y diseñada pensando

en un comportamiento bioclimático de la vivienda, permitiendo así que no necesiten de aire acondicionado para refrescarse, y su consumo de calefacción se reduzca considerablemente.

R4HOUSE tiene como objetivo construir un ejemplo de cómo pueden utilizarse en la arquitectura materiales reciclados, materiales recuperados y residuos. Todo ello, además sin que genere ningún residuo en la construcción de la vivienda. Así, todos los materiales entregados en obra, se utilizan por completo, de un modo u otro y en diferentes emplazamientos.

El nombre del prototipo demuestra lo que se pretende conseguir con el mismo. R4jouse significa que para el diseño del conjunto de viviendas se han tenido en cuenta las 4 “erres” que pueden convertirse en símbolo de la arquitectura.

- Recicla

La vivienda esta realizada en parte con materiales reciclados y reciclables. Es decir, con materiales que se han obtenido de materiales ya existentes. De este modo se han elegido empresas que fabrican algunos de los productos ecológicos del sector de la construcción. Por supuesto los materiales elegidos podrán reciclarse de nuevo, tantas veces como se quiera, una vez superado du ciclo de vida útil en las viviendas.

- Recupera

Parte de los materiales utilizados son recuperados, es decir, se han utilizado materiales que en principio han sido desechados por la sociedad; algunos son desechos industriales y otros desechos urbanos.

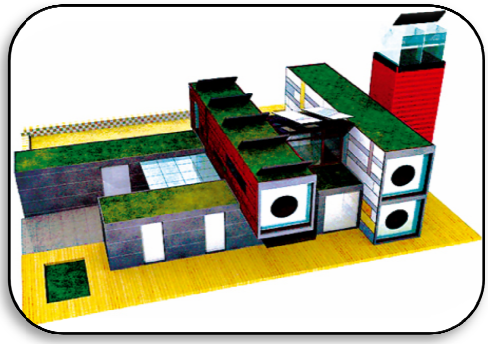
- Reutiliza

Algunos materiales han tenido un uso anterior, se han vuelto a reutilizar de nuevo, lo que disminuye al máximo la energía utilizada en su construcción y evita los residuos generados, la vivienda se ha construido de tal forma que todos sus materiales se pueden reutilizar completamente. De este modo, los materiales se pueden renovar y utilizar en otras construcciones, sin generar residuos y con el mínimo consumo energético posible.

- Razona

Sin duda el componente más importante de los cuatro. El sector de la construcción es el de mayor indolencia de todos los sectores productores de riqueza existentes en nuestra sociedad, y si la sostenibilidad si algo requiere para poder establecer como alternativa, es un proceso exhaustivo de razonamiento que la fundamente.

Figura Nº 2.7: Prototipo de Vivienda R4 House



Fuente: e-innova.nireblog.com

Características más importantes de la R4house

1. Construcción a base de materiales reciclados, materiales recuperados y residuos.

2. Reutilizabilidad total de sus componentes arquitectónicos

3. Estética singular. La estética diferencial e impactante se debe tanto a los materiales con los que está construido el prototipo, como a sus características bioclimáticas y funcionales. La utilización de contenedores portuarios desechados le confiere al prototipo una singular e interesante estructura arquitectónica. La composición de las fachadas e interiores, muestra un ejemplo de lo que Luis de Garrido denomina "la belleza de lo imperfecto". el objetivo de este tipo de composición arquitectónica es el de crear objetos bellos, armónicos y atractivos, pero al mismo tiempo aprovechar al máximo todo tipo de recursos, y no generar residuo alguno.

Figura Nº 2.8: Vista Externa Prototipo de Vivienda R4 House



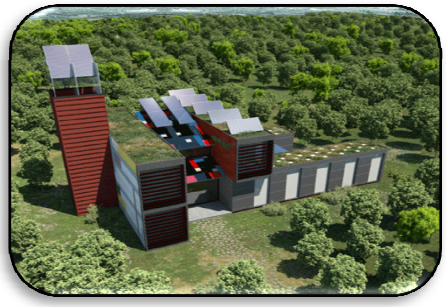
Fuente: e-innova.nireblog.com

Figura Nº 2.9: Vista Lateral Prototipo de Vivienda R4 House



Fuente: e-innova.nireblog.com

Figura Nº 2.10: Vista Aérea Prototipo de Vivienda R4 House



Fuente: e-innova.nireblog.com

Figura Nº 2.11: Vista Posterior Prototipo de Vivienda R4 House

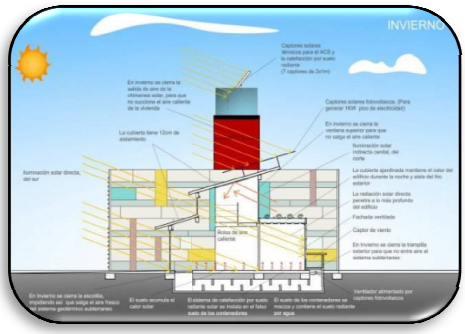


Fuente: e-innova.nireblog.com

4. Sostenibilidad extrema. Todas las acciones tomadas en el diseño de R4house han pretendido cumplir de forma extrema con los siguientes puntos:
    - Disminuir al máximo las emisiones y residuos generados.
    - Disminuir al máximo el consumo energético.
    - Optimizar al máximo los materiales y recursos utilizados.
    - Mejorar el bienestar y salud humana.
    - Disminuir al máximo el mantenimiento y el costo de los edificios.

5. Diseño bioclimático extremo. Debido a su especial diseño arquitectónico, la vivienda tiene un perfecto comportamiento bioclimático y de alta eficiencia energética gracias a su orientación, su tipología arquitectónica, la incorporación de dobles pieles con cámara ventiladas, aislamientos ecológicos y celosías de control solar.

Figura Nº 2.12: Diseño Bioclimatico R4 House



Fuente: e-innova.nireblog.com

2.3 Cevirec - Cementos De Vidrio Reciclado

CEVIREC S.L. es una joven empresa de construcción especializada en la realización de pavimentos terrizos de aspecto natural, utilizando vidrio reciclado.

Su principal producto es CEVIPAR, un pavimento con aspecto de arena recién apisonada pero más resistente y duradero. Se obtiene mezclando un árido (que dará el color y aspecto final) con ECO´STABIL, que es un material patentado realizado mezclando hasta un 90% de vidrio reciclado (el que no se puede reutilizar para fabricar envases) con materiales pegantes.

El ECO´STABIL es un cemento que consume menos energía que un cemento tradicional en su fabricación, y que mezclado con el árido que deseemos mantiene el aspecto del árido original (incluso su color) pero mejora mucho las cualidades del pavimento resultante (especialmente supone más resistencia, más durabilidad y menos costes de mantenimiento).

CEVIREC ofrece todos los servicios asociados, que van desde el soporte a la realización de especificaciones o el proyecto técnico hasta la puesta en obra o el mantenimiento (mucho menor por cierto que el de un pavimento terrizo convencional).

Se trata de residuos últimos de vidrio de envases (rechazo de instalaciones de reciclaje que tratan el vidrio de la recogida selectiva) que están muy sucios (papel, plástico, piedras, cerámica, caucho, corcho, etc.) para su aceptación por la industria del vidrio, así como los vidrios planos procedentes de demoliciones, parabrisas y otros cristales de vehículos, restos de vidrio de los hornos de incineración de basuras, algunos tipos de vitrificados, vidrio de ampollas, etc.

Esta materia prima supone en la España de 2007, un millón de toneladas/año de vidrio de envases, sólo reciclado el 56%, del resto van al vertedero 150000 tn/año, más de 600000 tn/año de vidrio plano procedente de escombros de edificación, así como 150000 tn/año de rechazos de fabricación de la industria del vidrio. Además, stocks crecientes de vidrio coloreado inutilizable en la industria del vidrio y stocks de polvo de vidrio inadecuado para los hornos de vidrio se añaden a este derroche.

Inicialmente, la recogida y el reciclaje del vidrio usado en envases han sido concebidos y puestos en marcha con ocasión de las crisis petrolíferas de los años 1974 y 1976, como potente factor de economía energética. Hoy en día se efectúan dentro de un marco reglamentario tanto en el ámbito nacional como en el de la unión Europea.

Los residuos últimos de vidrio ¡valorizables al 100% por una transformación en cementos de vidrio!

Aparte de los cristales de pantallas que pueden liberar elementos tóxicos a la naturaleza y de aquellos que son radioactivos, todos los tipos de vidrio pueden ser valorizados al 100%, tanto más cuando ahora los metales ferrosos y no ferrosos pueden ser eliminados por corrientes de Foucault en proceso de reciclaje.

A partir de investigaciones, iniciadas hace varias décadas, que pusieron de manifiesto algunas características de diferentes tipos de vidrio (empezando por los vidrios sodo-cálcicos de envases), que permiten su transformación en diferentes tipos de ligantes hidráulicos denominados genéricamente *“cementos de vidrio”*.

Los silicatos, el sodio, el calcio y el aluminio del vidrio ofrecen una reactividad muy interesante en medio básico, cuando el vidrio se micronIza en frío por molienda con una granulometría media inferior a algunas decenas de micras. Con granulometrías superiores el vidrio no es reactivo, manteniéndose totalmente inerte.

Gracias a varias subvenciones, han sido preparados diferentes cementos de vidrio, cada uno incluyendo de un 70 a un 90% de polvo de residuos últimos de vidrio y de un 10 a un 30% de reactivo básico para acelerar o controlar las reacciones.

La valorización para el medio ambiente y el paisaje: las posibilidades en ingeniería civil

CEVIPAR, pavimento de árido estabilizado con el cemento de vidrio, aplicable a paseos de parques y jardines, carriles bici, estacionamientos naturales, plazas, salones urbanos, caminos rurales, etc. Una solución que ofrece 10 años de avance tecnológico como alternativa a los conglomerados y hormigones:

- Conservación perfecta del aspecto natural de los áridos tratados.

- Duración superior a los 10 años.
- Estable en fuertes pendientes a ante inundaciones prolongadas.
- Autorreparable en caso de fisuras.
- Resistencias en aumento durante, al menos, 2 años.

Figura Nº 2.13: Parque San Isidro España con Cevirec (Pavimento de Vidrio Reciclado)



Fuente: www.cevirec.com

Figura Nº 2.14: Boulevard IKEA España con Cevirec (Pavimento de Vidrio Reciclado)



Fuente: www.cevirec.com

Figura Nº 2.15: Plaza Oriente España con Cevirec (Pavimento de Vidrio Reciclado)



Fuente: www.cevirec.com

2.4 Paneles con Plumas de Gallina

Las plumas son un material rico en queratina una sustancia proteica muy rica en azufre y contiene hidrógeno.

Características

- Son flexibles y resistentes,
- Además un excelente conductor de electricidad.
- Provocan una insonorización de las viviendas
- Evitan la amenaza de las termitas y otros insectos,
- No son inflamables
- Son buenas conductoras de calor
- Son absorbentes
- Resisten el desgaste mejor que las planchas convencionales fabricadas con fibra de madera y cemento.

Plumas de gallina que pueden ser perfectamente utilizados como paredes en las casas. Eso sí, nunca como vigas maestras ni como pilares que soporten mucho peso, paneles de 10x10 pulgadas, unos 645,16 centímetros cuadrados

Figura Nº 2.16: Panel Fabricado con Plumas de Gallina en China



Fuente: www.ecolosfera.com

CAPITULO 3 EXPERIMENTACIÓN

3.1 METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos, por medio de un proceso experimental, se plantearon tres fases que permitieron el desarrollo de las actividades, dichas fases corresponden al diseño experimental, proceso constructivo y la experimentación.

3.1.1 Fase I: Diseño Experimental

El objetivo principal de ésta fase radica en la determinación de los materiales a utilizar, la identificación de los modelos mas representativos y la planeación del sistema de mezcla a emplear.

3.1.1.1 Análisis de Materiales

Con base en datos históricos y a investigaciones recientes en la construcción y acorde con la realidad regional, se realizó una selección de materiales que podrían ser utilizados con el fin de lograr una integración del método experimental.

De acuerdo a las actividades productivas del Departamento de Nariño, se pueden determinar como posibles materias primas los desechos generados por los productos agrícolas o los desechos generados el comercio regional y fronterizo; sin embargo, los primeros, los desechos generados por la producción agrícola son descartados por ser utilizados principalmente para el consumo de los animales, quedando así los desechos comerciales que a su vez son reciclables.

- Cartón
- Vidrio
- Plástico
- Aluminio

De acuerdo a un rápido análisis, se descarta a primera medida el cartón, aunque es el residuo que se presenta a mayor cantidad, su apariencia es débil y al hacer contacto con el agua pierde sus características, el aluminio aunque es un muy buen material, el sistema para su transformación es mas complicada y la cantidad de reciclaje es menos generosa que el plástico y el vidrio

- Plástico PET

El PET es un polímero plástico, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante proceso de extrusión, inyección, soplado y termosoplado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos y tiene buenas propiedades dieléctricas.

Características generales:

- Cristalinidad
- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes
- Alta resistencia al desgaste
- Muy buen coeficiente de deslizamiento
- Buena resistencia química
- Buenas propiedades térmicas
- Muy buena barrea al CO2 aceptable barrera a O2 y humedad
- Totalmente reciclable
- Aprobado para su uso en productos que deben estar en contacto con los productos alimentarios
- Viscosidad Intrínseca, esta depende de la longitud de su cadena polimérica, entre más larga la cadena más rígido el material y por lo tanto mas alta.
- Ligero
- Alto grado de transparencia y brillo.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sida las razones por las que el material ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles, envases especialmente botellas.

- Vidrio Común

La mayoría de los vidrios están realizados a partir de la arena (o sílice) a la que se le mezclan óxidos de sodio y calcio, y se calienta a gran temperatura en horno. Posteriormente es enfriado y se solidifica, formando el vidrio. También se puede obtener a partir del cuarzo o el pedernal. El vidrio fundido es maleable y se le puede dar diversas formas

Características generales

- Material homogéneo, compacto, impermeable.
- Permeable a la radiación solar infrarroja (producción de calor)
- Resistente al ataque de agentes atmosféricos, biológicos y la mayoría de los químicos.
- Mal conductor eléctrico (aislante).
- No requiere de protecciones o terminaciones

Aunque los dos materiales poseen muy buenas características, se determina utilizar el plástico para la investigación debido a una mezcla de prueba realizada con los dos materiales en el cual es vidrio reacción formando una capa de polvo blanca y delgada que al contacto con la mano producía comezón; caso contrario con el plástico que no mostró ninguna reacción con el cemento.

Figura Nº 3.1: Muestra de prueba cemento + plástico



Figura Nº 3.2: Muestra de prueba cemento + vidrio



3.1.1.2 Disponibilidad de Materia Prima

De acuerdo a EMAS, la Empresa Metropolitana de Aseo, encargada de la recolección de basuras del municipio de Pasto, se producen 6000 toneladas de basuras al mes, de las cuales el 40% de la misma es reciclable, sin embargo, esta empresa no realiza el proceso, solo recoge la basura y es llevada al relleno sanitario, pero existen dentro del municipio cooperativas dedicadas al reciclaje, COEMPRENDER, ARCOIRIS, COOPRAGA, SUR PAPELES, DEPOSITOS PEREIRA, estas cooperativas realizan su recolección en centros

comerciales, bancos, colegios, instituciones publicas y privadas, recogen en 80 barrios y además le reciben a los independientes.

Tabla Nº 3.1: Cantidad de reciclaje en el municipio de Pasto

MATERIAL	CANTIDAD/MES
CARTON	100 TONELADAS
ARCHIVO (PAPEL BLANCO)	60 TONELADAS
VIDRIO	25 TONELADAS
CHATARRA (HIERRO Y METALES)	7.5 TONELADAS
PLASTICO	85 TONELADAS
METALES (ALUMINIO Y COBRE)	500 KG.
PAPLES (CRAFF- CARTULINA)	7.5 TONELADA

Fuente: Cooperativas de reciclaje

Tabla Nº 3.2: Cantidad de reciclaje en el municipio de Ipiales

MATERIAL	CANTIDAD/MES
CARTON	441 TON
ARCHIVO (PAPEL BLANCO)	105 TON
VIDRIO	70 TON
CHATARRA (HIERRO Y METALES)	14 TON
PLASTICO	42 TON
METALES (ALUMINI O Y COBRE)	1.4 TON
PAPLES (CRAFF- CARTULINA)	7 TON
PRENSA	21 TON

Fuente: Cooperativas de reciclaje

De acuerdo con lo anterior en los municipios de Pasto e Ipiales se obtienen 127 ton/mes de plástico reciclado.

Sin embargo, existen cantidades no reciclada en el municipio de Ipiales, según ISERVI al botadero de basura llegan sin ser recicladas 261.9 ton/mes

Tabla Nº 3.3: Desperdicios no reciclados en el municipio de Ipiales

MATERIAL	CANTIDAD/MES
MATERIA ORGANICA	1765 TON
PAPEL	124.2 TON
CARTON	110.7 TON
PLASTICO	261.9 TON
LATAS	35.1 TON
OTROS	48.6 TON
CUERO	18.9 TON
TEXTILES	89.1 TON
VIDRIO	83.1 TON
MADERA	21.9 TON

Fuente: ISERVI Ipiales

Por otra parte, estas cantidades están acompañadas de un potencial reciclable, es decir la cantidad de productos en plástico que salen al mercado, sin contar todos los que ingresan de manera ilegal y son comercializados.

Según las comercializadoras de gaseosas presentes en la cuidad de Pasto el mayor comercio se realiza de los productos envasados en plástico; en unidades la relación es la siguiente:

Tabla Nº 3.4: Potencial reciclable Gaseosas La Cigarra

TAMAÑO	UNIDADES	PESO
350 ml	118608	3,55824 TON
2 lt	19038	1,2374 TON
600 ml	25200	0,882 TON
250 ml	39500	0,9875 TON
	202346	6,66494 TON

Fuente: Gaseosas La Cigarra

Tabla Nº 3.5: Potencial reciclable Gaseosas Coca-Cola

Fuente: Gaseosas Coca_Cola

Tabla Nº 3.6: Potencial reciclable Gaseosas Postobon

TAMAÑO	UNIDADES	PESO
2,5 lt	39000	2,652 TON
500-600ml	20000	0,7 TON
600 ml	12000	0,42 TON
3,5 lt	28000	2,1 TON
	99000	5,872 TON

Fuente: Gaseosas Postobon

En el caso de Gaseosas la Cigarra, por encontrarse la fábrica en la ciudad de Pasto se presenta un margen de desperdicios del 5%, es decir 10117 unidades (0.3 TON) son dañadas por la maquinaria antes de salir al mercado.

De lo anterior se concluye que existen 357346 unidades (15.486,94 ton) de plástico que salen al mercado y pueden ser reciclados para ser utilizados luego como materia prima.

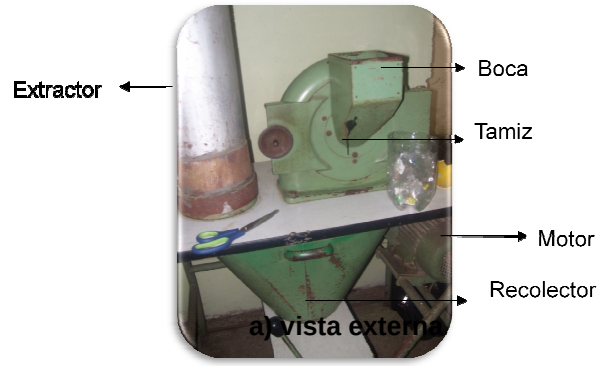
3.1.2.1 Equipo y Transformación de la Materia Prima

Para esta investigación se presenta el plástico PET triturado con el fin de mezclarlo con el cemento y que pueda cumplir con algunas funciones de la arena.

Herramienta: Molino de Fricción

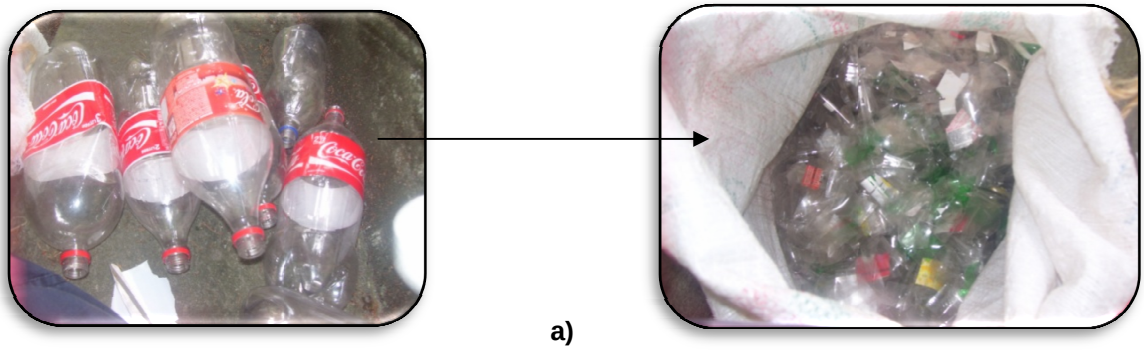
El molino de fricción se encuentra en las instalaciones de la Universidad de Nariño bajo la responsabilidad de los Laboratorios Especializados y es utilizado para el procesamiento de diferentes materiales, sin embargo nunca había sido utilizado para el procesamiento de un material duro como el plástico, un material inerte.

Figura Nº 3.3: Partes del Molino de Fricción



Debido a las características del molino utilizado y teniendo en cuenta que no es la herramienta apropiada para el proceso (aunque útil) se requiere agregar el plástico previamente recortado.

Figura Nº 3.4: proceso de corte del plástico



a)

plástico PET entero **a) plástico PET recortado**

El material plástico se obtiene en partículas finas y gruesa, de acuerdo al número de tamiz utilizado, se realizaron diferentes pruebas con el fin de obtener un material bien gradado, es decir con uniformidad en el tamaño de sus partículas.

- Tamiz número 8; partículas <= 2.36 mm
- Tamiz número 4; partículas <= 4.75 mm
- Tamiz número 3/8; partículas <= 9.5mm

Análisis Granulométricos

El objetivo principal del análisis granulométrico por tamices de material (plástico), es clasificar por tamaños los granos que lo componen. Entendiendo como tamaño del grano a la menor abertura de una malla reticular por la cual una partícula de material (plástico) puede pasar sin forzarla.

Procedimiento:

- LAVADO DEL MATERIAL (PLÁSTICO): Se realiza el lavado del material con el fin de quitarle las partículas más finas que pasan la malla número 200 (tamiz de 0.15mm) y tener la muestra libre de polvillo, sin embargo para los cálculos granulométricos si se tiene en cuenta esta cantidad de material.
- Se vierte el material sobre el juego de tamices colocados por orden descendente de manera vertical y se agita.
- Se separan las partículas retenidas en cada tamiz incluidas las pasantes por el tamiz# 200.
- Se tiene en cuenta el peso que se perdió con el lavado y es incluido en el material que pasa el tamiz# 200 (p1-p2) donde: P1 es el peso antes de lavado y P2 el peso después de lavado.
- Se calcula los porcentajes del material retenido en cada malla respecto al peso seco de la muestra original (P1).

  %Retenido=(Peso Retenido/P1)*100
- Se calcula los porcentajes retenidos acumulados en cada malla sumando los porcentajes retenidos en cada una de las mallas de abertura mayor a la malla en consideración.

  % Retenido Acumulado = %Retenido + %Retenido Acumulado Anterior
- Se calcula el porcentaje que pasa cada tamiz restando de 100% el porcentaje retenido acumulado en dicha malla.

  % Pasa = 100 - % Retenido Acumulado
- Con los valores obtenidos se construye la curva granulométrica. En la escala aritmética se registran los porcentajes del material que pasó por las distintas mallas y en escala logarítmica las aberturas de las mallas ó sea los diámetros de las partículas.
- Como una medida simple de la uniformidad de un material HALLEN HAZEN propuso el Coeficiente de Uniformidad Cu
  - Cu = D60/D10 donde:

D60 indica que el 60% (en peso) de las partículas del material tienen un diámetro menor que el de 60.

D10 diámetro o tamaño efectivo, es el tamaño correspondiente al 10% en la curva granulométrica, el tamaño efectivo indica que el 10% (en peso) de las partículas tienen un diámetro menor que el de 10.

El Coeficiente de Uniformidad dice si todos los tamaños están repartidos en la curva granulométrica.

Como índice complementario necesario para definir la buena gradación de un material se define el grado de curvatura Cc. El Coeficiente de Curvatura sirve para determinar la concavidad de la curva.

- Cc = $(D30)^2$ / D60*D10 donde

D30 indica que el 30% de las partículas tienen el diámetro menor que 30.

- Para clasificar la muestra, se tiene en cuenta que denomina material grueso, aquel que su tamizado esta por encima del tamiz#200 y a su vez se dividen en dos, las arenas, determinadas por el tamizaje entre el tamiz#200 y el tamiz#4 y las gravas determinadas por el tamizado mayor al tamiz#4, por debajo del tamiz#200 se denomina material fino.
- El módulo de finura es la medida de finura de un material. Las arenas según el módulo de finura se clasifican así:
    - Arenas finas MF entre 05 y 1.5
    - Arenas medias MF entre 1.5 y 2.5
    - Arenas gruesas MF entre 2.5 y 3.5
- El módulo de finura se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la serie de tamices dividido entre 100
    - MF=% Retenido Acumulado / 100
- Equipo necesario: Juego de tamices estándar del tamiz #4 (.75mm de abertura) al tamiz # 200 (0.15mm de abertura).

Figura Nº 3.5: Equipo necesario



a) Tamiz # 4



b) Tamiz # 8



c) Tamiz # 16



d) Tamiz # 4



e) Tamiz # 50



f) Tamiz # 100



g) Tamiz # 200

Los materiales pueden ser bien o mal gradados, las arenas con bien gradadas cuando el % que pasa por el Tamiz#200 es menor o igual al 5%, el Cu es mayor a 6 y el Cc está entre 1 y 3.

a) Análisis con el Tamiz número 8

- Peso del material secado en horno durante 24 horas: P_1=130.6
- Lavado de material y posterior secado en horno

Figura Nº 3.6: Lavado y Secado del plástico



a) Secado del plástico PET



a) Lavado del plástico PET

- Peso de la muestra después de lavada : P_2=115.1
- Análisis

Tabla Nº 3.7: Análisis granulométrico peso retenido

GRADACIÓN					
P1=	130.6		P2=	116.7	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0			
# 8	2.36	23.8			
# 16	1.18	39.3			
# 30	0.6	32.8			
# 50	0.3	9.1			
# 100	0.18	7.9			
# 200	0.15	3.4			
Fondo		13.9 + 0.4= 14.3			
Suma					

P1 – P2 = 130.6 - 116.7= 13.9

Tabla Nº 3.8: Análisis granulométrico % retenido

GRADACIÓN					
P1=	130.6		P2=	116.7	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0	0		
# 8	2.36	23.8	18.2		
# 16	1.18	39.3	30		
# 30	0.6	32.8	25.2		
# 50	0.3	9.1	7		
# 100	0.18	7.9	6		
# 200	0.15	3.4	2.7		
Fondo		14.3	10.9		
Suma		130.6	100		

%Retenido= (Peso Retenido/P1)*100

Tabla Nº 3.9: Análisis granulométrico % retenido acumulado

GRADACIÓN					
P1=	130.6		P2=	116.7	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0	0	0	
# 8	2.36	23.8	18.2	18.2	
# 16	1.18	39.3	30	48.2	
# 30	0.6	32.8	25.2	73.4	
# 50	0.3	9.1	7	80.4	
# 100	0.18	7.9	6	86.4	
# 200	0.15	3.4	2.7	89.1	
Fondo		14.3	10.9	100	
Suma		130.6	100		

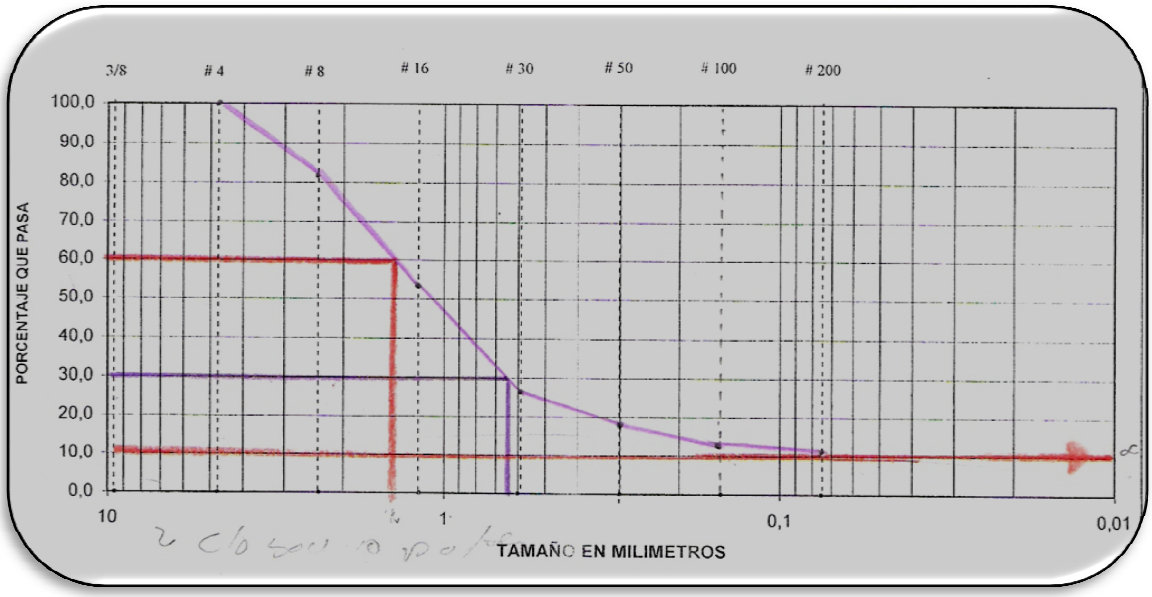
% Retenido Acumulado = %Retenido + %Retenido Acumulado Anterior

Tabla Nº 3.10: Análisis granulométrico % pasa

GRADACIÓN					
P1=	130.6		P2=	116.7	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0	0	0	100
# 8	2.36	23.8	18.2	18.2	81.8
# 16	1.18	39.3	30	48.2	51.8
# 30	0.6	32.8	25.2	73.4	26.6
# 50	0.3	9.1	7	80.4	19.6
# 100	0.18	7.9	6	86.4	13.6
# 200	0.15	3.4	2.7	89.1	10.9
Fondo		14.3	10.9	100	0
Suma		130.6	100		

% Pasa = 100 - % Retenido Acumulado

Figura Nº 3.7: Curva granulométrica



Entonces:

$Cu = D60 / D10$ $Cu =$ No tiene

$Cc = (D30)^2 / D60 * D10$ $Cc =$ No tiene

% Pasa por el Tamiz# 200 <=5%: 10.9 % No cumple

Cu: No tiene No cumple
Cc: No tiene No cumple

Módulo de Finura:

$$mf = 18.2 + 48.2 + 73.4 + 80.4 + 8.4 + 89.1/100 = 3.9$$

De acuerdo a lo anterior el material es mal gradado, lo que significa que posee muchas partículas de un tamaño, en este caso muchos finos, por lo tanto hay que realizar de nuevo el análisis con otro tamaño de material y su modulo de finura determina que es una arena gruesa.

b) Análisis con el Tamiz número 3/8

- Peso del material secado en horno durante 24 horas: P_1=274.9
- Lavado de material y posterior secado en horno
- Peso de la muestra después de lavada : P_2=271.4
- Análisis

Tabla Nº 3.11: Análisis granulométrico peso retenido

GRADACIÓN					
P1=	274.9		P2=	271.4	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	72			
# 8	2.36	75.9			
# 16	1.18	100.9			
# 30	0.6	69.7			
# 50	0.3	12.1			
# 100	0.18	29			
# 200	0.15	1			
Fondo		0.2+3.5			
Suma					

P1 – P2 = 274.9 – 271.4= 3.5

Tabla Nº 3.12: Análisis granulométrico % retenido

GRADACIÓN					
P1=	274.9		P2=	271.4	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	7.2	2.7		
# 8	2.36	75.9	27.8		
# 16	1.18	100.9	36.8		
# 30	0.6	69.7	25.4		
# 50	0.3	12.1	4.40		
# 100	0.18	2.9	1.1		
# 200	0.15	1	0.4		
Fondo		3.7	1.4		
Suma		271.9	100		

%Retenido= (Peso Retenido/P1)*100

Tabla Nº 3.13: Análisis granulométrico % retenido acumulado

GRADACIÓN					
P1=	274.9		P2=		
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	7.2	2.7	2.7	
# 8	2.36	75.9	27.8	30.5	
# 16	1.18	100.9	36.8	67.3	
# 30	0.6	69.7	25.4	92.7	
# 50	0.3	12.1	4.40	97.1	
# 100	0.18	2.9	1.1	98.2	
# 200	0.15	1	0.4	98.6	
Fondo		3.7	1.4	100	
Suma		271.9	100		

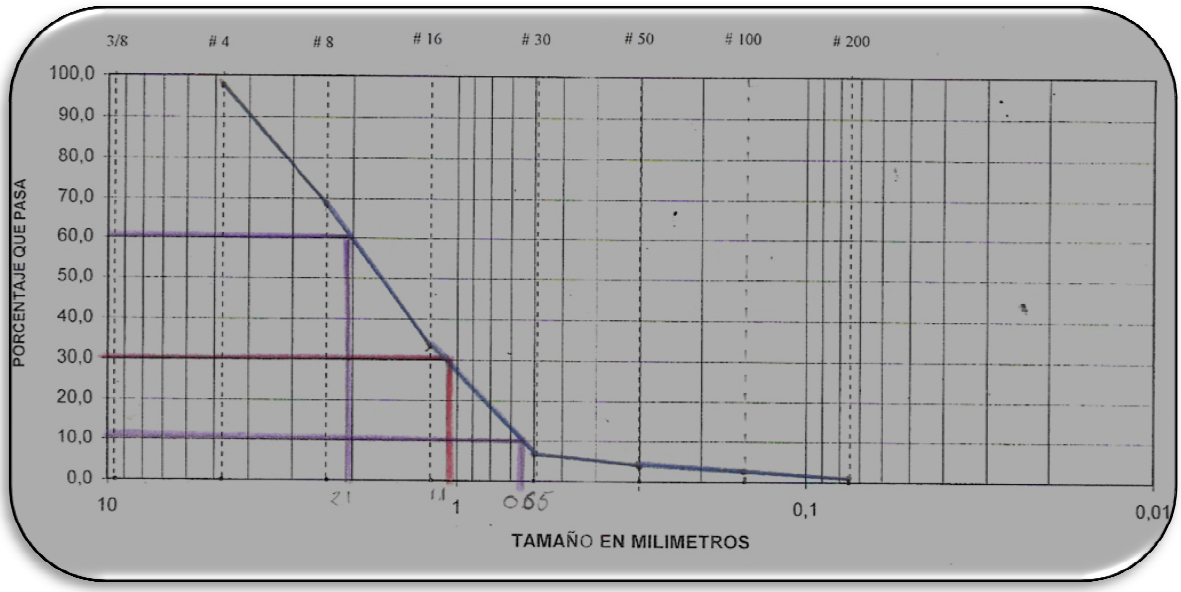
% Retenido Acumulado = %Retenido + %Retenido Acumulado Anterior

Tabla Nº 3.14: Análisis granulométrico % pasa

GRADACIÓN					
P1=	274.9		P2=	271.4	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	7.2	2.7	2.7	97.3
# 8	2.36	75.9	27.8	30.5	69.5
# 16	1.18	100.9	36.8	67.3	32.7
# 30	0.6	69.7	25.4	92.7	7.3
# 50	0.3	12.1	4.40	97.1	2.9
# 100	0.18	2.9	1.1	98.2	1.8
# 200	0.15	1	0.4	98.6	1.4
Fondo		3.7	1.4	100	0
Suma		271.9	100		

% Pasa = 100 - % Retenido Acumulado

Figura Nº 3.8: Curva granulométrica



Entonces:

$Cu = D60 / D10$ $\quad Cu = 3.23$

$Cc = (D30)^2 / D60 * D10$ $\quad Cc = 1.13$

% Pasa por el Tamiz# 200	<=5%:	1.4 %	Si cumple
Cu > 6:		3.23	No cumple
Cc entre 1 y 3:		1.13	Si cumple

Módulo de Finura:

$$mf = 2.7 + 30.5 + 67.3 + 92.7 + 97.1 + 98.2 + 98.6/100 = 4.8$$

Como el material no cumple con el coeficiente de curvatura es un material mal gradado, por lo tanto hay que repetir el análisis con otro tamaño de tamiz, y el modulo de finura determina que es una arena gruesa.

c) Análisis con el Tamiz número 4

- Peso del material secado en horno durante 24 horas: P_1=202.6
- Lavado de material y posterior secado en horno
- Peso de la muestra después de lavada : P_2=192.1
- Análisis

Tabla Nº 3.15: Análisis granulométrico peso retenido

GRADACIÓN					
P1=	202.6		P2=	192.1	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0			
# 8	2.36	26.1			
# 16	1.18	87.5			
# 30	0.6	50.5			
# 50	0.3	15.2			
# 100	0.18	7.1			
# 200	0.15	4.3			
Fondo		10.5 + 1.4= 11.9			
Suma					

P1 – P2 = 202.6-192.1 = 10.5

Tabla Nº 3.16: Análisis granulométrico % retenido

GRADACIÓN					
P1=	202.6		P2=	192.1	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0	0		
# 8	2.36	26.1	13		
# 16	1.18	87.5	43.1		
# 30	0.6	50.5	25		
# 50	0.3	15.2	7.5		
# 100	0.18	7.1	3.5		
# 200	0.15	4.3	2.1		
Fondo		11.9	5.8		
Suma		202.6	100		

%Retenido= (Peso Retenido/P1)*100

Tabla Nº 3.17: Análisis granulométrico % retenido acumulado

GRADACIÓN					
P1=	202.6		P2=	192.1	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0	0	0	
# 8	2.36	26.1	13	13	
# 16	1.18	87.5	43.1	56.1	
# 30	0.6	50.5	25	81.8	
# 50	0.3	15.2	7.5	88.6	
# 100	0.18	7.1	3.5	92.1	
# 200	0.15	4.3	2.1	94.2	
Fondo		11.9	5.8	100	
Suma		202.6	100		

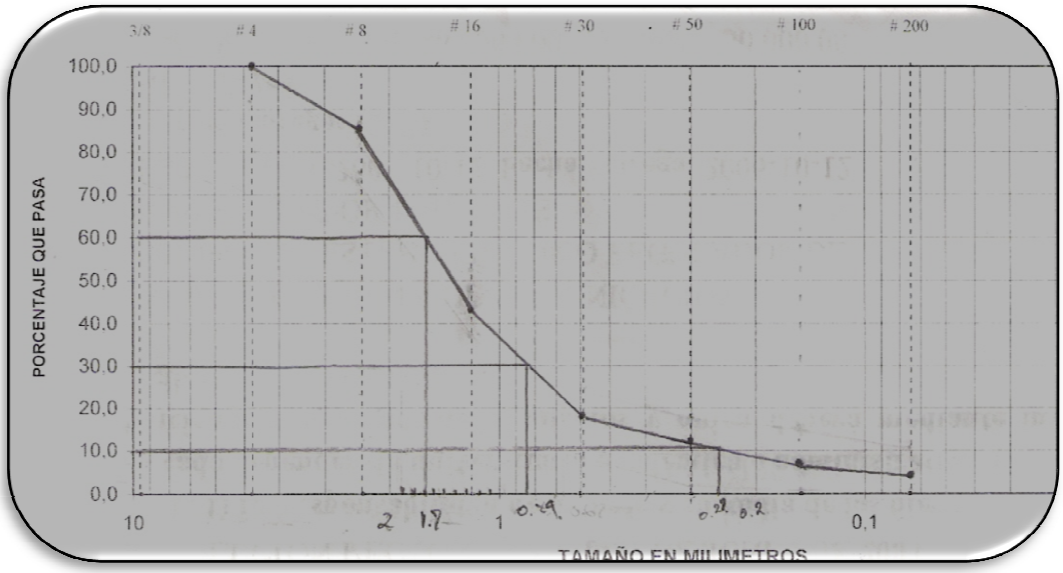
% Retenido Acumulado = %Retenido + %Retenido Acumulado Anterior

Tabla Nº 3.18: Análisis granulométrico % pasa

GRADACIÓN					
P1=	202.6		P2=	192.1	
TAMIZ	TAMIZ mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUM.	% PASA
# 4	4.75	0	0	0	100
# 8	2.36	26.1	13	13	87
# 16	1.18	87.5	43.1	56.1	43.9
# 30	0.6	50.5	25	81.8	18.2
# 50	0.3	15.2	7.5	88.6	11.4
# 100	0.18	7.1	3.5	92.1	7.9
# 200	0.15	4.3	2.1	94.2	5.8
Fondo		11.9	5.8	100	0
Suma		202.6	100		

% Pasa = 100 - % Retenido Acumulado

Figura Nº 3.9: Curva granulométrica



Entonces:

$Cu = D60 / D10$ $Cu = 6.29$

$Cc = (D30)^2 / D60 * D10$ $Cc = 1.5$

% Pasa por el Tamiz# 200	<=5%:	5.8 %	Si cumple
Cu > 6:		6.29	Si cumple
Cc entre 1 y 3:		1.5	Si cumple

Módulo de Finura:

$$mf = 13 + 56.1 + 81.8 + 88.6 + 92.1 + 94.2 / 100 = 4.2$$

Como el material cumple con todos los requisitos para ser un material bien gradado, se concluye que el tamiz idóneo para utilizar dentro de la investigación es el tamiz número 4 para producir material menor a 4.75mm.

3.1.2.2 Insumos

Los insumos a utilizar dentro de esta investigación son:

- Cemento tipo portland común
- Polietilen- tereftalato (PET) triturado

3.1.2 Fase III: Experimentación

A continuación se muestra el proceso seguido en la experimentación, con el propósito de determinar las características de los materiales directamente relacionados con la investigación.

3.1.2.1 Características de los Materiales

Para el desarrollo de la investigación se realizaron pruebas sobre los materiales, con le fin de identificar su comportamiento y características generales. Para tal fin se elaboraron probetas que cumplieran con los requerimientos especificados en las normas técnicas de referencia y de ésta manera llevar a cabo los procedimientos descritos en las mismas para cada ensayo.

a. Contenido de humedad del plástico a utilizar en la investigación.
b. Ensayo de fluidez para determinar la cantidad de agua necesaria para la investigación,
c. Cubos y cilindros de mezcla cemento + plástico para determinar la proporción a utilizar en la investigación.
d. Elaboración de formaletas de madera

a. Contenido de humedad del plástico a utilizar en la investigación.

La Humedad Es la relación porcentual del peso del agua al peso sólido, se determina con la diferencia entre la muestra antes de ser secada y después de ser sometida al calor del horno durante 18-24 horas sobre el peso inicial antes del secado.

$$[(P1 – P2) /P1] *100$$

En este caso:

- Peso inicial 132.5 gr.
- Peso después de 30 minutos en horno 129.5 gr

Figura Nº 3.10: Material plástico en proceso de secado



[(130.6gr – 115.1gr)/130.6gr] * 100 = **11.8%**

La muestra (plástico) contiene un 11.8% de humedad. Las arenas suelen tener entre un 12% y un 36% de humedad; como su nivel de absorción no es lejano al de una arena el plástico es útil para la investigación.

b. Ensayo de fluidez para determinar la cantidad de agua necesaria para la investigación.

El objetivo es conocer que tan fluida queda una mezcla ó sea cual es el contenido de agua de dicha mezcla y de ello determinar la resistencia obtenida.

Procedimiento:

- Se realiza una mezcla de los materiales necesarios en la proporción adecuada.
- Se coloca la mezcla en la mesa de flujo (requerida para determinar la fluidez), se agrega la mezcla en 2 capas y cada capa es compactada con 25 golpes.

Figura Nº 3.11: Mesa de flujo



- Se quita el molde (desmoldar) y se dan 25 golpes con la palanca en 15 segundos para ver cuanto se expandió la mezcla.

  F = (D2 – D1 / D1) * 100 donde

  F: Fluidez

  D1: Diámetro inicial de la mezcla (10cm, medida del molde)

  D2: Diámetro de la mezcla después de realizado el procedimiento

-
- Se realizan las muestras para determinar la resistencia.

Es importante tener en cuenta que a mayor cantidad de agua menor es la resistencia obtenida.

- Ensayo de fluidez para la mezcla a utilizar en el desarrollo experimental del prefabricado.
  - Material (plástico) 465gr
  - Cemento 169gr
  - Agua 132ml

Mezcla del Material:

Figura Nº 3.12: Mezcla para el ensayo de fluidez





Como la mezcla se encuentra seca se le agrega mas agua en este momento 140ml más de agua.

Mezcla en mesa de flujo:

Figura Nº 3.13: Mezcla en la mesa de flujo



Desmolde y golpeteo de la mezcla:

Figura Nº 3.14: Procedimiento para determinar fluidez







Después de realizado el procedimiento se determina un diámetro promedio con los resultados obtenidos (12.5 – 12 - -12 – 12 – 12), éstos son medidos en diferentes partes de la mezcla.

F = (12-10/10) *100

F= 20%

Como la Fluidez es baja se le agrega mas agua a la mezcla 100ml más de agua. Se realiza el mismo procedimiento anterior y se calcula la fluidez con los valores obtenidos (15 – 12.5 – 13 – 14)

F = (13.62 – 10 /10) *100

F= 36.2%

Como el contenido de agua ya es demasiado, se elaboran las muestras con esta mezcla para determinar la resistencia obtenida .

Elaboración de muestras:

Materiales Requeridos

- Molde Triple Cubo, cada cubo es de 5*5*5

Figura Nº 3.15: Molde triple cubo



El molde triple cubo se lo engrasa y se lo llena con 2 capas de la mezcla compactadas cada una con 16 golpes, 4 golpes por cada lado preferiblemente.

Figura Nº 3.16: Elaboración de moldes







Desmolde de las muestras:

En el momento de se desmoldado uno de los moldes triple cubo, a simple vista se determina la baja resistencia, incluso, al agarrar muy fuerte uno de los cubos, este se daña, se determina que la cantidad de cemento utilizada fue muy poca, una proporción 1:3 aproximadamente y el plástico no queda amarrado, además la cantidad de agua utilizada fue demasiada 372ml lo cual baja la resistencia.

Figura Nº 3.17: Desmolde de muestras

Dados los resultados







anteriores se llega a la conclusión de utilizar una cantidad de agua muy reducida, lo suficiente para compactar la mezcla, esto con el fin de darle prioridad a la resistencia.

b. Cubos y cilindros de mezcla cemento + plástico para determinar la proporción a utilizar en la investigación

- Proporción 1:1

  Material (plástico): 251.95gr

  Cemento: 251.95gr

  Agua: 135 ml

Se utiliza la mezcla con una cantidad de agua limitada, lo suficiente para ser compactada con el fin de no alterar demasiado la resistencia.

˚ Para la mezcla de materiales se realiza el mismo procedimiento descrito anteriormente.

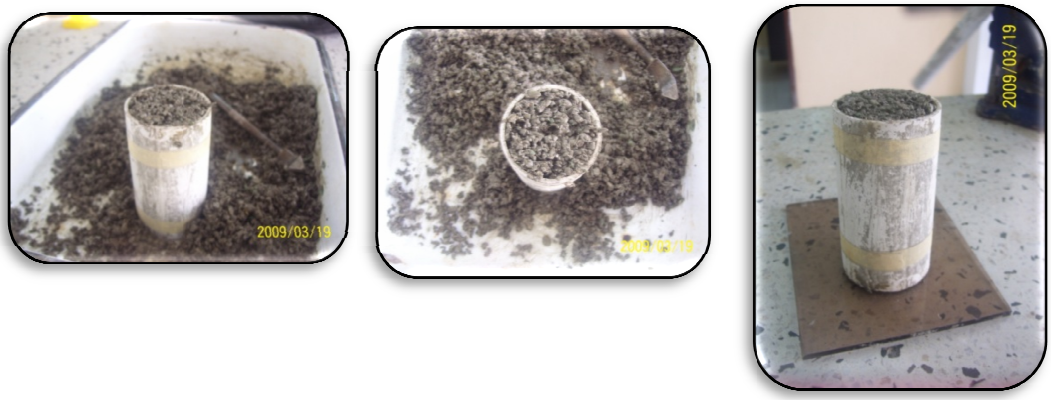
Figura Nº 3.18: Elaboración de la mezcla



˚ Las muestran son realizadas en cilindros con la relación L=2A de tamaño 9.1* 4.55

˚ Se engrasa el molde y se llena con 3 capas compactadas do 25 golpes cada una, se espera 24 horas mínimo para desmoldar.

Figura Nº 3.19: Elaboración de muestras



- Se realiza un ensayo de prueba a los 4 días de elaborada la mezcla y uno de curado sumergido en agua.
- Se toman las dimensiones dela muestra

Tabla Nº 3.19: Dimensiones de la muestra 1:1

MUESTRA	DIAMETRO	ALTURA	PESO
Cilindro 1	4	8.9	138.28 gr
Cilindro 2	4	8.85	139.1 gr

- Se requiere capinar cada una de las muestras (en este caso se ensayarán 2) con azufre con el fin de emparejar las bases de la muestra.

Figura Nº 3.20: Capinado de las muestras



˚ Se ensaya en la prensa y se realiza la lectura de los datos.

Cilindro 1:

Tabla Nº 3.20: Resistencia a la compresión cilindro 1 mezcla proporción 1:1

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm^2
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0014	0,9986	1	0,45	12,55	0,04
10	0,02540	0,0029	0,9971	6	2,73	12,54	0,22
15	0,03810	0,0043	0,9957	31	14,09	12,53	1,12
20	0,05080	0,0057	0,9943	69	31,36	12,52	2,51
25	0,06350	0,0072	0,9928	102	46,36	12,50	3,71
30	0,07620	0,0086	0,9914	139	63,18	12,49	5,06
35	0,08890	0,0100	0,9900	173	78,64	12,48	6,30
40	0,10160	0,0115	0,9885	200	90,91	12,46	7,29
50	0,12700	0,0144	0,9856	215	97,73	12,44	7,86
60	0,15240	0,0172	0,9828	212	96,36	12,41	7,76
70	0,17780	0,0201	0,9799	208	94,55	12,39	7,63
80	0,20320	0,0230	0,9770	209	95,00	12,36	7,68
90	0,22860	0,0258	0,9742	202	91,82	12,34	7,44
100	0,25400	0,0287	0,9713	195	88,64	12,31	7,20
110	0,27940	0,0316	0,9684	190	86,36	12,29	7,03

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO	4	cm
LADO	0	cm
ALTURA	8,85	cm
AREA	12,5664	cm^2
VOLUMEN	111,21264	cm^3

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	139,1	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS gr/cm^3	
PESO UNITARIO HUMEDO	1,251
PESO UNITARIO SECO	0,000

E = F/A donde E= 7.86 kg/cm^2 = 0.77 Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.21: Curva esfuerzo vs deformación cilindro 1 proporción 1:1



Figura Nº 3.22: Muestra fallada a compresión cilindro 1 proporción 1:1



Cilindro 2:

Tabla Nº 3.21: Resistencia a la compresión cilindro 2 mezcla proporción 1:1

DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0,00000	0	0	0	0	0	0
0,01270	0,0014	0,9986	5	2,27	12,55	0,18
0,02540	0,0029	0,9971	25	11,36	12,54	0,91
0,03810	0,0043	0,9957	38	17,27	12,53	1,38
0,05080	0,0057	0,9943	82	37,27	12,52	2,98
0,06350	0,0071	0,9929	135	61,36	12,50	4,91
0,07620	0,0086	0,9914	170	77,27	12,49	6,19
0,08890	0,0100	0,9900	187	85,00	12,48	6,81
0,10160	0,0114	0,9886	194	88,18	12,46	7,07
0,12700	0,0143	0,9857	198	90,00	12,44	7,24
0,15240	0,0171	0,9829	198	90,00	12,41	7,25
0,17780	0,0200	0,9800	200	90,91	12,39	7,34
0,20320	0,0228	0,9772	204	92,73	12,36	7,50
0,22860	0,0257	0,9743	206	93,64	12,34	7,59
0,25400	0,0285	0,9715	209	95,00	12,31	7,72
0,27940	0,0314	0,9686	208	94,55	12,29	7,69
0,30480	0,0342	0,9658	206	93,64	12,26	7,64
0,33020	0,0371	0,9629	206	93,64	12,24	7,65
0,35560	0,0400	0,9600	200	90,91	12,21	7,44
0,38100	0,0428	0,9572	197	89,55	12,19	7,35
0,40640	0,0457	0,9543	190	86,36	12,16	7,10
0,43180	0,0485	0,9515	186	84,55	12,13	6,97

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO	4	cm
LADO	0	cm
ALTURA	8,9	cm
AREA	12,5664	cm^2
VOLUMEN	111,84096	cm^3

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	138,25	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS gr/cm^3	
PESO UNITARIO HUMEDO	1,236
PESO UNITARIO SECO	0,000

Página 1

E = F/A donde E= 7.72 kg/cm^2 = 0.76 Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.23: Curva esfuerzo vs deformación cilindro 2 proporción 1:1

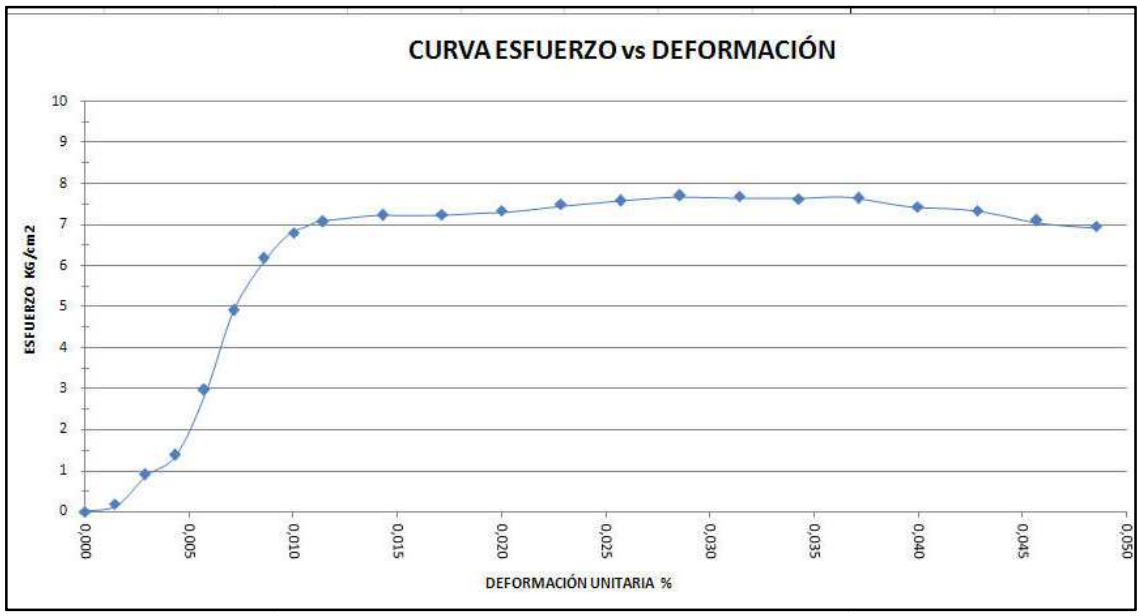


Figura Nº 3.24: Muestra fallada a compresión cilindro 2 proporción 1:1



- Se realiza la prueba de los cilindros a los 7 14 y 28 días para determinar la resistencia del material.

Resistencia 7 días:

Tabla Nº 3.22: Resistencia a la compresión 7 días mezcla proporción 1:1

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0015	0,9985	1	0,45	12,55	0,04
10	0,02540	0,0029	0,9971	19	8,64	12,54	0,69
15	0,03810	0,0044	0,9956	36	16,36	12,53	1,31
20	0,05080	0,0058	0,9942	48	21,82	12,52	1,74
25	0,06350	0,0073	0,9927	71	32,27	12,50	2,58
30	0,07620	0,0088	0,9912	99	45,00	12,49	3,60
35	0,08890	0,0102	0,9898	130	59,09	12,48	4,74
40	0,10160	0,0117	0,9883	171	77,73	12,46	6,24
50	0,12700	0,0146	0,9854	250	113,64	12,44	9,14
60	0,15240	0,0175	0,9825	287	130,45	12,41	10,51
70	0,17780	0,0204	0,9796	286	130,00	12,39	10,49
80	0,20320	0,0234	0,9766	275	125,00	12,36	10,11
90	0,22860	0,0263	0,9737	268	121,82	12,34	9,87
100	0,25400	0,0292	0,9708	263	119,55	12,31	9,71
110	0,27940	0,0321	0,9679	257	116,82	12,29	9,51
120	0,30480	0,0350	0,9650	247	112,27	12,26	9,16
130	0,33020	0,0380	0,9620	239	108,64	12,24	8,88
140	0,35560	0,0409	0,9591	231	105,00	12,21	8,60

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO	4	cm
LADO	0	cm
ALTURA	8,7	cm
AREA	12,5664	cm^2
VOLUMEN	109,32768	cm^3

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	140,5	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS	gr/cm^3
PESO UNITARIO HUMEDO	1,285
PESO UNITARIO SECO	0,000

$$E = F/A \quad \text{donde} \qquad E = 10.51\ kg/cm^2 = 1.03\ Mpa$$

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.25: Curva esfuerzo vs deformación cilindro 2 proporción 1:1

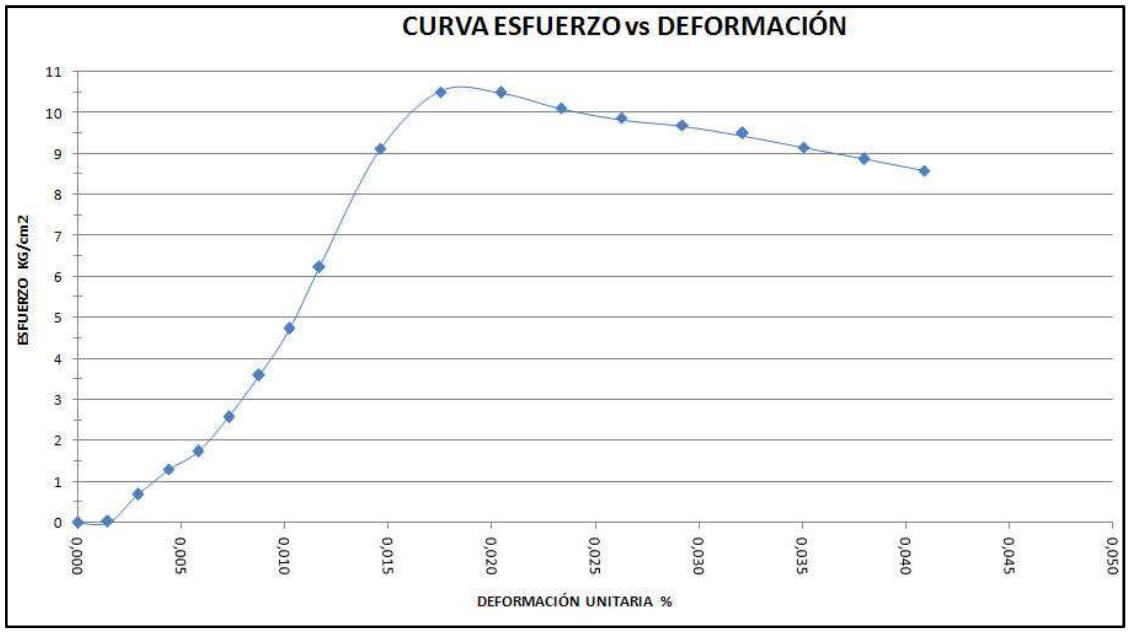


Figura Nº 3.26: Muestra fallada a compresión cilindro 7 días



Resistencia 14 días:

Tabla Nº 3.23: Resistencia a la compresión 14 días mezcla proporción 1:1

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²	MEDIDAS DE LA MUESTRA		
0	0,00000	0	0	0	0	0	0	DIAMETRO	4	cm
5	0,01270	0,0015	0,9985	2	0,91	12,55	0,07	LADO	0	cm
10	0,02540	0,0029	0,9971	20	9,09	12,54	0,72	ALTURA	8,7	cm
15	0,03810	0,0044	0,9956	49	22,27	12,53	1,78	AREA	12,5664	cm^2
20	0,05080	0,0058	0,9942	52	23,64	12,52	1,89	VOLUMEN	109,32768	cm^3
25	0,06350	0,0073	0,9927	81	36,82	12,50	2,94			
30	0,07620	0,0088	0,9912	99	45,00	12,49	3,60	CONTENIDO DE AGUA		
35	0,08890	0,0102	0,9898	152	69,09	12,48	5,54			
40	0,10160	0,0117	0,9883	171	77,73	12,46	6,24	PESO HUMEDO	142,3	gr
50	0,12700	0,0146	0,9854	260	118,18	12,44	9,50	PESO SECO		gr
60	0,15240	0,0175	0,9825	284	129,09	12,41	10,40	HUMEDAD		
70	0,17780	0,0204	0,9796	290	131,82	12,39	10,64			
80	0,20320	0,0234	0,9766	310	140,91	12,36	11,40	PESOS UNITARIOS	gr/cm^3	
90	0,22860	0,0263	0,9737	301	136,82	12,34	11,09			
100	0,25400	0,0292	0,9708	297	135,00	12,31	10,96	PESO UNITARIO HUMEDO		1,302
110	0,27940	0,0321	0,9679	260	118,18	12,29	9,62	PESO UNITARIO SECO		0,000
120	0,30480	0,0350	0,9650	258	117,27	12,26	9,56			
130	0,33020	0,0380	0,9620	220	100,00	12,24	8,17			
140	0,35560	0,0409	0,9591	210	95,45	12,21	7,82			

$E = F/A$ donde $E = 11.40\ kg/cm^2 = 1.2\ Mpa$

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.27: Curva esfuerzo vs deformación cilindro 14 días

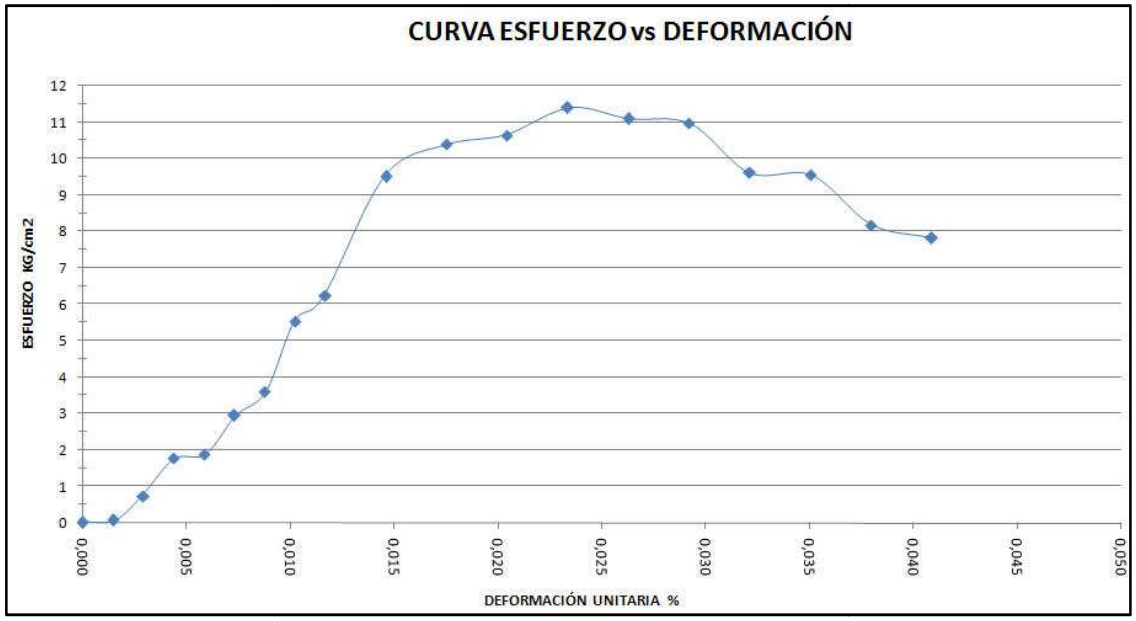


Figura Nº 3.28: Muestra fallada a compresión cilindro 14 días



En todas las pruebas realizadas a los cilindros se puede concluir que fallan por compactación en la última capa.

Resistencia 28 días:

Tabla Nº 3.24: Resistencia a la compresión 18 días mezcla proporción 1:1

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²	MEDIDAS DE LA MUESTRA		
0	0,00000	0	0	0	0	0	0	DIAMETRO	4,4	cm
5	0,01270	0,0014	0,9986	73	33,18	15,19	2,18	LADO	0	cm
10	0,02540	0,0028	0,9972	146	66,36	15,18	4,37	ALTURA	9,1	cm
15	0,03810	0,0042	0,9958	242	110,00	15,17	7,25	AREA	15,205344	cm^2
20	0,05080	0,0056	0,9944	334	151,82	15,15	10,02	VOLUMEN	138,36863	cm^3
25	0,06350	0,0070	0,9930	391	177,73	15,14	11,74			
30	0,07620	0,0084	0,9916	415	188,64	15,13	12,47	CONTENIDO DE AGUA		
35	0,08890	0,0098	0,9902	429	195,00	15,12	12,90			
40	0,10160	0,0112	0,9888	432	196,36	15,10	13,00	PESO HUMEDO	155,6	gr
50	0,12700	0,0140	0,9860	424	192,73	15,08	12,78	PESO SECO		gr
60	0,15240	0,0167	0,9833	402	182,73	15,05	12,14	HUMEDAD		
70	0,17780	0,0195	0,9805	380	172,73	15,03	11,49			
80	0,20320	0,0223	0,9777	354	160,91	15,00	10,73	PESOS UNITARIOS	gr/cm^3	
90	0,22860	0,0251	0,9749	334	151,82	14,98	10,14			
100	0,25400	0,0279	0,9721	312	141,82	14,95	9,49	PESO UNITARIO HUMEDO		1,125
								PESO UNITARIO SECO		0,000

E = F/A donde E= 13.00 kg/cm^2 = 1.27 Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.29: Curva esfuerzo vs deformación cilindro 28 días

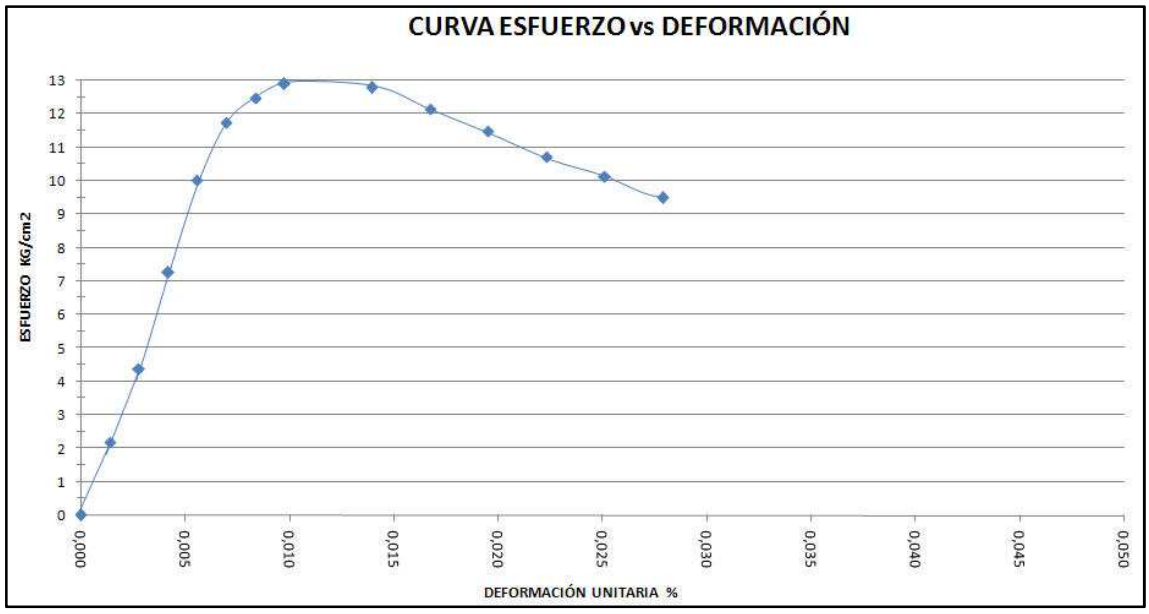


Figura Nº 3.30: Muestra fallada a compresión cilindro 28 días



En este ensayo, la muestra falló por hinchamiento, la muestra se expandió 2mm de su diámetro inicial (4.6cm), en el momento de retirarle la presión recuperó 1mm (4.5cm).

- Proporción 1:2

  Material (plástico): 200 gr

  Cemento: 100 gr

  Agua: 80 ml

Para la mezcla de materiales se realiza el mismo procedimiento descrito anteriormente y se realizará el procedimiento con el molde triple cubo.

Figura Nº 3.31: Mezcla proporción 1:2



Figura Nº 3.32: Modelado de la mezcla en el molde triple cubo proporción 1:2



Figura Nº 3.33: Desmolde de la mezcla proporción 1:2





La mezcla a simple vista tiene una buena apariencia en cuanto a consistencia y resistencia, a continuación se realiza una prueba a compresión a 7 días

Cubo 1:

Tabla Nº 3.25: Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla proporción 1:2

DEFORMACIÓN 10^{-3}	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm^2
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0026	0,9974	67	30,45	24,00	1,27
10	0,02540	0,0052	0,9948	181	82,27	23,98	3,43
15	0,03810	0,0078	0,9922	267	121,36	23,97	5,06
20	0,05080	0,0104	0,9896	354	160,91	23,96	6,72
25	0,06350	0,0130	0,9870	416	189,09	23,95	7,90
30	0,07620	0,0156	0,9844	470	213,64	23,93	8,93
35	0,08890	0,0181	0,9819	514	233,64	23,92	9,77
40	0,10160	0,0207	0,9793	534	242,73	23,91	10,15
50	0,12700	0,0259	0,9741	554	251,82	23,88	10,54
60	0,15240	0,0311	0,9689	548	249,09	23,86	10,44
70	0,17780	0,0363	0,9637	544	247,27	23,83	10,38
80	0,20320	0,0415	0,9585	524	238,18	23,81	10,00
90	0,22860	0,0467	0,9533	505	229,55	23,78	9,65
100	0,25400	0,0518	0,9482	486	220,91	23,76	9,30

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO		cm
LADO	4,9	cm
ALTURA	4,9	cm
AREA	24,01	cm^2
VOLUMEN	117,649	cm^3
CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	132,4	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		
PESOS UNITARIOS	gr/cm^3	
PESO UNITARIO HUMEDO	1,125	
PESO UNITARIO SECO	0,000	

E = F/A donde E= 10.54 kg/cm^2 = 1.03 Mpa

E: Esfuerzo máximo

F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.34: Curva esfuerzo vs deformación cubo 1 proporción 1:2

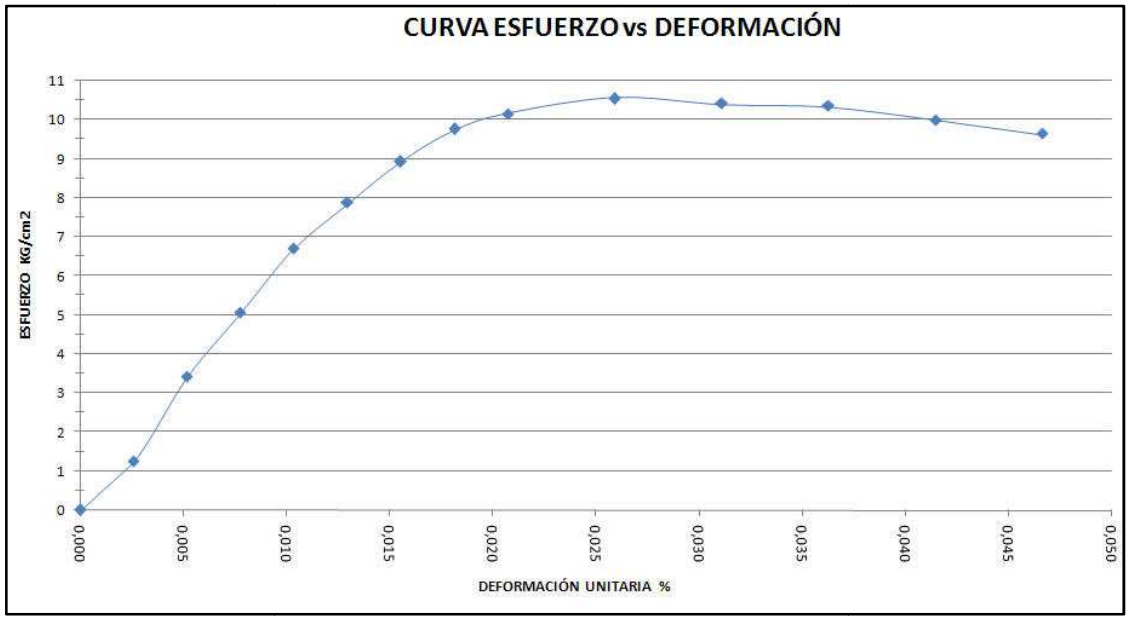


Figura Nº 3.35: Muestra fallada a compresión cubo 1 proporción 1:2





Cubo 2:

Tabla Nº 3.26: Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla proporción 1:2

DEFORMACIÓN 10^{-4}	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0025	0,9975	28	12,73	24,99	0,51
10	0,02540	0,0051	0,9949	73	33,18	24,97	1,33
15	0,03810	0,0076	0,9924	132	60,00	24,96	2,40
20	0,05080	0,0102	0,9898	141	64,09	24,95	2,57
25	0,06350	0,0127	0,9873	244	110,91	24,94	4,45
30	0,07620	0,0152	0,9848	295	134,09	24,92	5,38
35	0,08890	0,0178	0,9822	350	159,09	24,91	6,39
40	0,10160	0,0203	0,9797	398	180,91	24,90	7,27
50	0,12700	0,0254	0,9746	474	215,45	24,87	8,66
60	0,15240	0,0305	0,9695	531	241,36	24,85	9,71
70	0,17780	0,0356	0,9644	588	267,27	24,82	10,77
80	0,20320	0,0406	0,9594	631	286,82	24,80	11,57
90	0,22860	0,0457	0,9543	661	300,45	24,77	12,13
100	0,25400	0,0508	0,9492	693	315,00	24,75	12,73
110	0,27940	0,0559	0,9441	713	324,09	24,72	13,11
120	0,30480	0,0610	0,9390	734	333,64	24,70	13,51
130	0,33020	0,0660	0,9340	750	340,91	24,67	13,82
140	0,35560	0,0711	0,9289	760	345,45	24,64	14,02
150	0,38100	0,0762	0,9238	770	350,00	24,62	14,22
160	0,40640	0,0813	0,9187	768	349,09	24,59	14,19
170	0,43180	0,0864	0,9136	769	349,55	24,57	14,23
180	0,45720	0,0914	0,9086	768	349,09	24,54	14,22
190	0,48260	0,0965	0,9035	762	346,36	24,52	14,13
200	0,50800	0,1016	0,8984	751	341,36	24,49	13,94
210	0,53340	0,1067	0,8933	740	336,36	24,47	13,75
220	0,55880	0,1118	0,8882	727	330,45	24,44	13,52
230	0,58420	0,1168	0,8832	710	322,73	24,42	13,22
240	0,60960	0,1219	0,8781	696	316,36	24,39	12,97
250	0,63500	0,1270	0,8730	675	306,82	24,37	12,59
260	0,66040	0,1321	0,8679	649	295,00	24,34	12,12

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO		cm
LADO	5	cm
ALTURA	5	cm
AREA	25	cm²
VOLUMEN	125	cm³

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	134,2	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS gr/cm³	
PESO UNITARIO HUMEDO	1,074
PESO UNITARIO SECO	0,000

Página 1

E = F/A donde E= 14.23 kg/cm^2 = 1.4 Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.36: Curva esfuerzo vs deformación cubo 2 proporción 1:2



Figura Nº 3.37: Muestra fallada a compresión cubo 2 proporción 1:2





Cubo 3:

Tabla Nº 3.27: Resistencia a la compresión cubo 3 mezcla proporción 1:2

DEFORMACIÓN 10^{-3}	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-3}	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²	MEDIDAS DE LA MUESTRA		
0	0,00000	0	0	0	0	0	0	DIAMETRO		cm
5	0,01270	0,0026	0,9974	12	5,45	23,51	0,23	LADO	4,8	cm
10	0,02540	0,0052	0,9948	26	11,82	23,49	0,50	ALTURA	4,9	cm
15	0,03810	0,0078	0,9922	38	17,27	23,48	0,74	AREA	23,52	cm²
20	0,05080	0,0104	0,9896	54	24,55	23,47	1,05	VOLUMEN	115,248	cm³
25	0,06350	0,0130	0,9870	77	35,00	23,46	1,49			
30	0,07620	0,0156	0,9844	106	48,18	23,44	2,06	CONTENIDO DE AGUA		
35	0,08890	0,0181	0,9819	135	61,36	23,43	2,62			
40	0,10160	0,0207	0,9793	158	71,82	23,42	3,07	PESO HUMEDO	128,4	gr
50	0,12700	0,0259	0,9741	223	101,36	23,39	4,33	PESO SECO		gr
60	0,15240	0,0311	0,9689	313	142,27	23,37	6,09	HUMEDAD		
70	0,17780	0,0363	0,9637	340	154,55	23,34	6,62			
80	0,20320	0,0415	0,9585	468	212,73	23,32	9,12	PESOS UNITARIOS gr/cm³		
90	0,22860	0,0467	0,9533	528	240,00	23,29	10,30			
100	0,25400	0,0518	0,9482	592	269,09	23,27	11,57	PESO UNITARIO HUMEDO		1,114
110	0,27940	0,0570	0,9430	641	291,36	23,24	12,54	PESO UNITARIO SECO		0,000
120	0,30480	0,0622	0,9378	684	310,91	23,22	13,39			
130	0,33020	0,0674	0,9326	729	331,36	23,19	14,29			
140	0,35560	0,0726	0,9274	748	340,00	23,16	14,68			
150	0,38100	0,0778	0,9222	776	352,73	23,14	15,24			
160	0,40640	0,0829	0,9171	791	359,55	23,11	15,56			
170	0,43180	0,0881	0,9119	805	365,91	23,09	15,85			
180	0,45720	0,0933	0,9067	818	371,82	23,06	16,12			
190	0,48260	0,0985	0,9015	825	375,00	23,04	16,28			
200	0,50800	0,1037	0,8963	835	379,55	23,01	16,49			
210	0,53340	0,1089	0,8911	828	376,36	22,99	16,37			
220	0,55880	0,1140	0,8860	830	377,27	22,96	16,43			
230	0,58420	0,1192	0,8808	825	375,00	22,94	16,35			
240	0,60960	0,1244	0,8756	818	371,82	22,91	16,23			
250	0,63500	0,1296	0,8704	804	365,45	22,89	15,97			
260	0,66040	0,1348	0,8652	790	359,09	22,86	15,71			
270	0,68580	0,1400	0,8600	767	348,64	22,83	15,27			

Página 1

E = F/A donde E= 16.49 kg/cm^2 = 1.62 Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.38: Curva esfuerzo vs deformación cubo 3 proporción 1:2

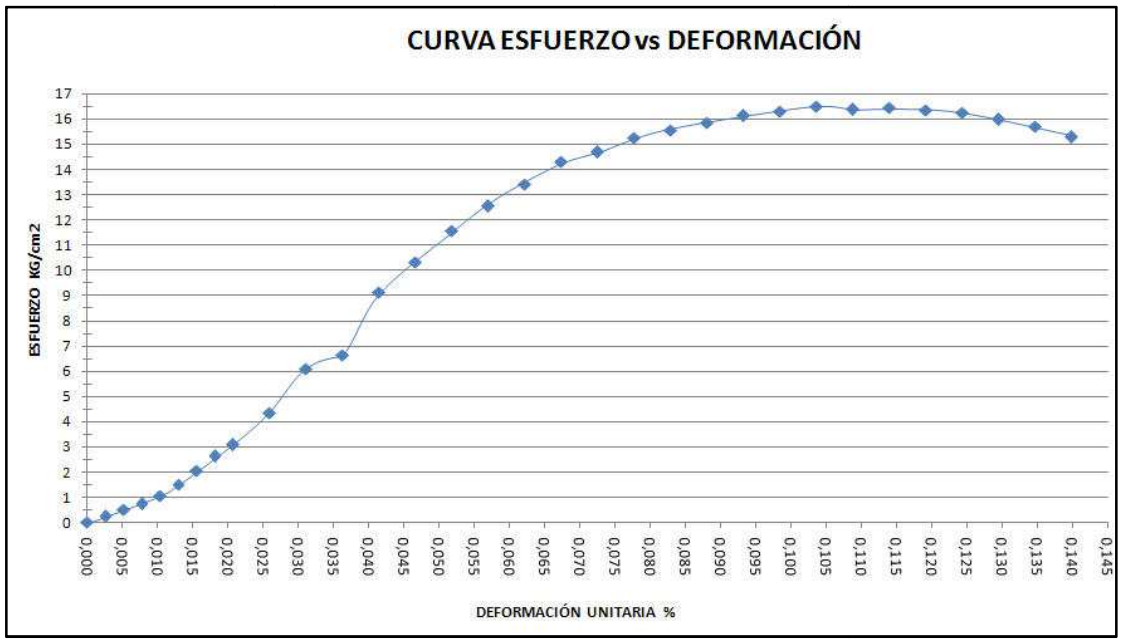
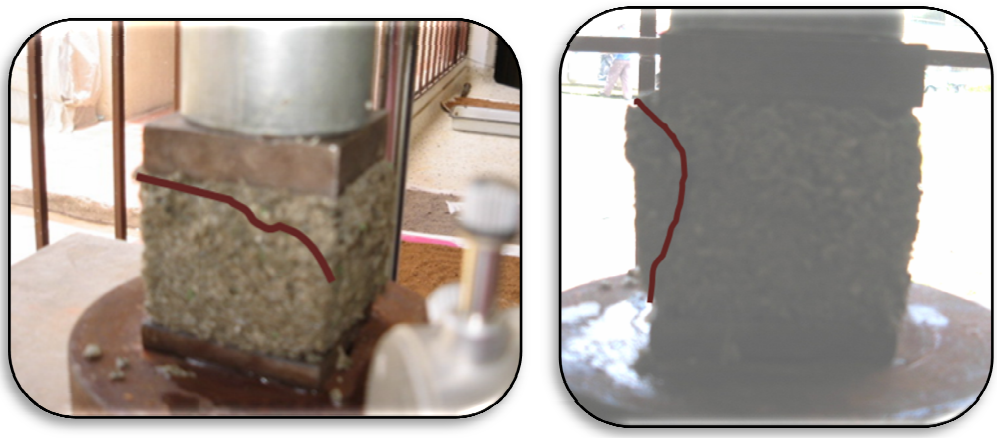


Figura Nº 3.39: Muestra fallada a compresión cubo 3 proporción 1:2



Se puede concluir que en las tres muestras los cubos no explotan, presentan una deformación elástica de enconchamiento donde se desprenden algunas porciones de material, lo cual en un evento desafortunado seria bueno.

- Proporción 1:3

  Material (plástico): 465 gr

  Cemento: 155 gr

  Agua: 272 ml

Para la mezcla de materiales se realiza el mismo procedimiento descrito anteriormente y se realizará el procedimiento con el molde triple cubo.

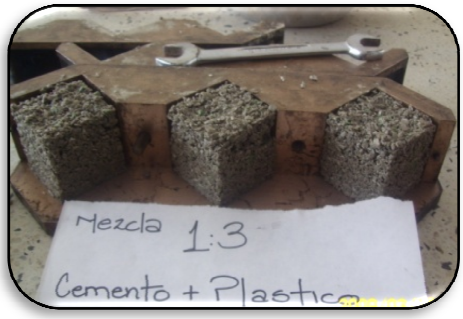
Figura Nº 3.40: Preparación de mezcla proporción 1:3



Figura Nº 3.41: Vaciado de la mezcla proporción 1:3 en molde triple cubo



Figura Nº 3.42: Desmolde de la mezcla proporción 1:3 del molde triple cubo





Después de 7 días se le realiza a las muestras la prueba de compresión descrita a continuación

Cubo 1:

Tabla Nº 3.28: Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla proporción 1:3

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0028	0,9972	17	7,73	21,61	0,36
10	0,02540	0,0055	0,9945	34	15,45	21,59	0,72
15	0,03810	0,0083	0,9917	46	20,91	21,58	0,97
20	0,05080	0,0110	0,9890	55	25,00	21,57	1,16
25	0,06350	0,0138	0,9862	60	27,27	21,56	1,27
30	0,07620	0,0166	0,9834	61	27,73	21,54	1,29
35	0,08890	0,0193	0,9807	64	29,09	21,53	1,35
40	0,10160	0,0221	0,9779	64	29,09	21,52	1,35
50	0,12700	0,0276	0,9724	64	29,09	21,49	1,35
60	0,15240	0,0331	0,9669	64	29,09	21,47	1,36
70	0,17780	0,0387	0,9613	64	29,09	21,44	1,36
80	0,20320	0,0442	0,9558	64	29,09	21,42	1,36
90	0,22860	0,0497	0,9503	62	28,18	21,39	1,32
100	0,25400	0,0552	0,9448	60	27,27	21,37	1,28

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO		cm
LADO	4,7	cm
ALTURA	4,6	cm
AREA	21,62	cm^2
VOLUMEN	99,452	cm^3

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	95,2	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS	gr/cm^3
PESO UNITARIO HUMEDO	0,957
PESO UNITARIO SECO	0,000

E = F/A donde E= 1.36 kg/cm^2 = 0.13 Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.43: Curva esfuerzo vs deformación cubo 1 proporción 1:3

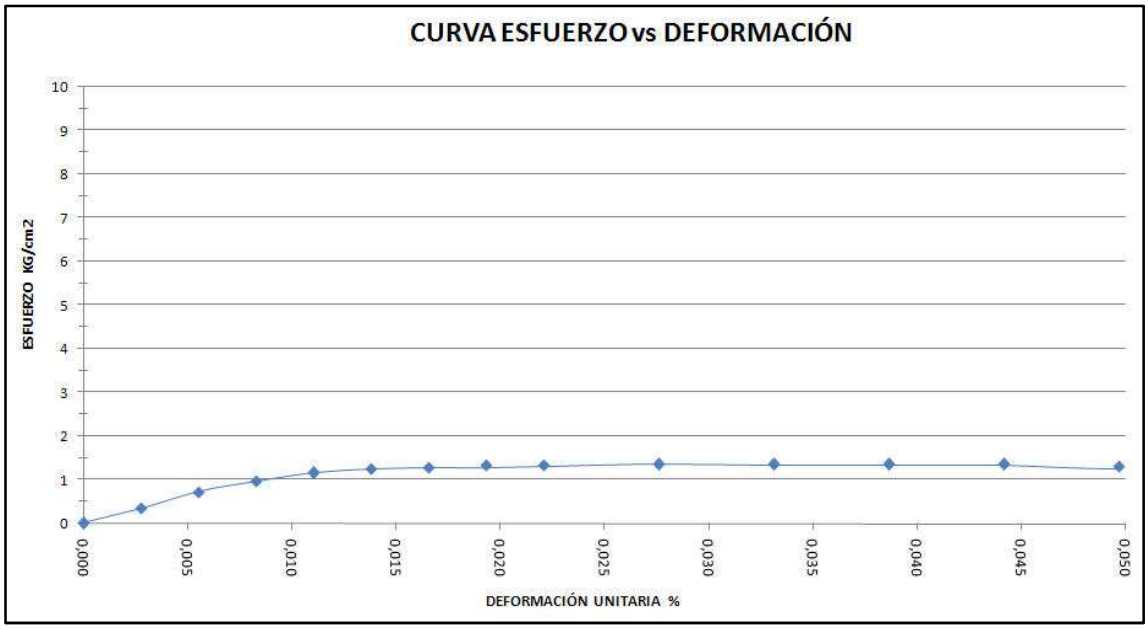


Figura Nº 3.44: Muestra fallada a compresión cubo 1 proporción 1:3



Cubo 2:

Tabla Nº 3.29: Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla proporción 1:3

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm^2	MEDIDAS DE LA MUESTRA		
0	0,00000	0	0	0	0	0	0	DIAMETRO		cm
5	0,01270	0,0026	0,9974	9	4,09	22,55	0,18	LADO	4,7	cm
10	0,02540	0,0053	0,9947	29	13,18	22,53	0,58	ALTURA	4,8	cm
15	0,03810	0,0079	0,9921	47	21,36	22,52	0,95	AREA	22,56	cm^2
20	0,05080	0,0106	0,9894	64	29,09	22,51	1,29	VOLUMEN	108,288	cm^3
25	0,06350	0,0132	0,9868	76	34,55	22,50	1,54			
30	0,07620	0,0159	0,9841	84	38,18	22,48	1,70	CONTENIDO DE AGUA		
35	0,08890	0,0185	0,9815	92	41,82	22,47	1,86			
40	0,10160	0,0212	0,9788	100	45,45	22,46	2,02	PESO HUMEDO	103,5	gr
50	0,12700	0,0265	0,9735	106	48,18	22,43	2,15	PESO SECO		gr
60	0,15240	0,0318	0,9683	106	48,18	22,41	2,15	HUMEDAD		
70	0,17780	0,0370	0,9630	107	48,64	22,38	2,17			
80	0,20320	0,0423	0,9577	104	47,27	22,36	2,11	PESOS UNITARIOS	gr/cm^3	
90	0,22860	0,0476	0,9524	102	46,36	22,33	2,08			
100	0,25400	0,0529	0,9471	99	45,00	22,31	2,02	PESO UNITARIO HUMEDO		0,956
								PESO UNITARIO SECO		0,000

$E = F/A$ donde $E = 2.17$ kg/cm^2 $= 0.21$ Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.45: Curva esfuerzo vs deformación cubo 2 proporción 1:3

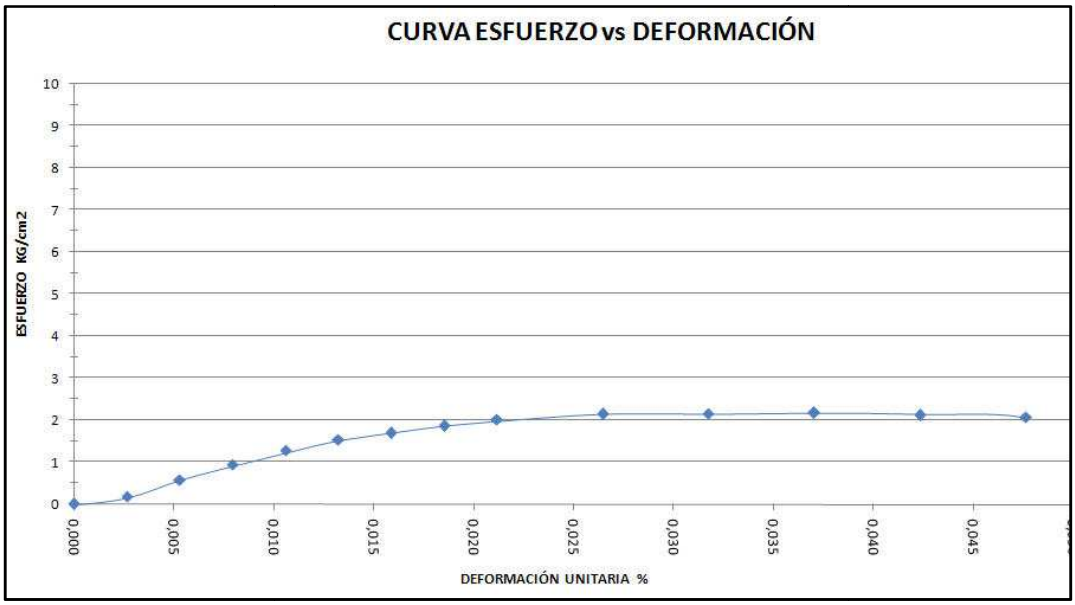


Figura Nº 3.46: Muestra fallada a compresión cubo 2 proporción 1:3



Cubo 3:

Tabla Nº 3.30: Resistencia a la compresión cubo 3 mezcla proporción 1:3

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0026	0,9974	14	6,36	22,07	0,29
10	0,02540	0,0053	0,9947	32	14,55	22,05	0,66
15	0,03810	0,0079	0,9921	49	22,27	22,04	1,01
20	0,05080	0,0106	0,9894	60	27,27	22,03	1,24
25	0,06350	0,0132	0,9868	66	30,00	22,02	1,36
30	0,07620	0,0159	0,9841	69	31,36	22,00	1,43
35	0,08890	0,0185	0,9815	72	32,73	21,99	1,49
40	0,10160	0,0212	0,9788	73	33,18	21,98	1,51
50	0,12700	0,0265	0,9735	74	33,64	21,95	1,53
60	0,15240	0,0318	0,9683	74	33,64	21,93	1,53
70	0,17780	0,0370	0,9630	72	32,73	21,90	1,49
80	0,20320	0,0423	0,9577	71	32,27	21,88	1,48
90	0,22860	0,0476	0,9524	69	31,36	21,85	1,44
100	0,25400	0,0529	0,9471	68	30,91	21,83	1,42

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO		cm
LADO	4,6	cm
ALTURA	4,8	cm
AREA	22,08	cm^2
VOLUMEN	105,984	cm^3

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	95,3	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS gr/cm^3	
PESO UNITARIO HUMEDO	0,899
PESO UNITARIO SECO	0,000

E = F/A donde E= 1.53 kg/cm^2 = 0.15 Mpa

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.47: Curva esfuerzo vs deformación cubo 3 proporción 1:3

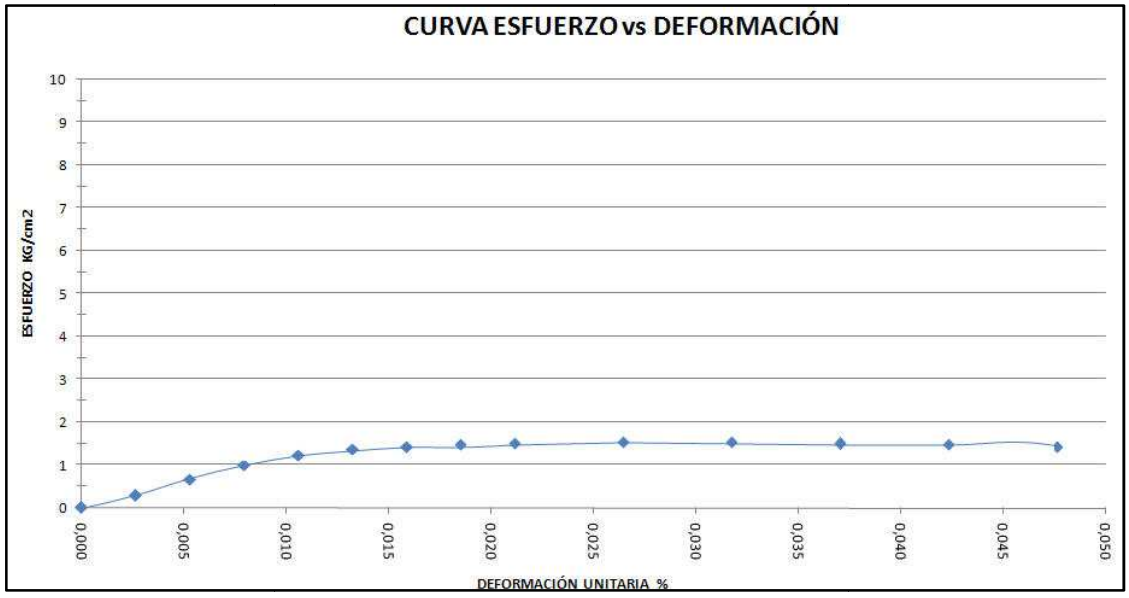


Figura Nº 3.48: Muestra fallada a compresión cubo 3 proporción 1:3



Dados los resultados la muestra realizada con la proporción 1:3 es completamente inadecuada para su uso debido a su baja resistencia a la compresión.

De lo anterior se puede concluir que la mezcla más apta para ser utilizada dentro de la investigación es la mezcla con proporción 1:2 debido a que es la

muestra que mayor resistencia a la compresión mostró, su compactación fue buena y no tuvo problemas de adherencia entre los materiales.

d. Elaboración de formaletas de madera

Para la investigación se realizan formaletas en madera triplex y de madera tablex de 0.9mm de grosor.

- Formaleta número1:

Para la primera prueba del material se realiza una formaleta sencilla de triplex y pandala.

Figura Nº 3.49: Formaleta 1



Dimensiones:

Largo: 30cm

Alto: 15 cm.

Ancho 3 cm

- Formaleta número 2:

Como primera opción se realiza una formaleta pensada en un sistema de prefabricados con un sistema de anclaje machihembrado.

Figura Nº 3.50: Formaleta 2

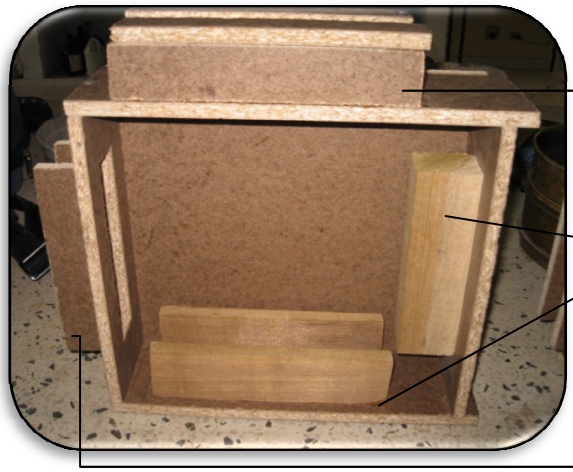
Dimensiones:

Base=25cm

Altura= 22.2

Espesor 8 cm





Anclaje superior para formar macho

Alto 4 cm, espesor 1

Elementos de madera pandala seca incrustados para formar hembras

Anclaje frontal para formar macho

Alto 4 cm, espesor 3

- Formaleta número 3:

La segunda formaleta posee las dimensiones constantes de un ladrillo común rectangular.

Figura Nº 3.51: Formaleta 3



Dimensiones:

Largo: 24cm

Ancho: 12 cm

Alto: 6cm



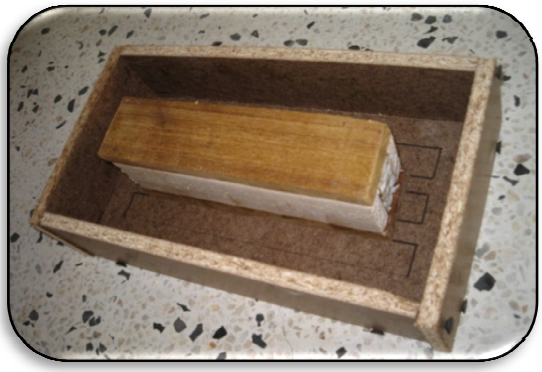
- Formaleta número 4

Esta formaleta se presenta con las mismas dimensiones de la número 3 sin embargo se le realiza una sola perforación al mode en el centro.

Figura Nº 3.52: Formaleta 4



Molde para permitir una perforación en la mitad del molde.



Dimensiones:

Largo: 24cm

Ancho: 12 cm

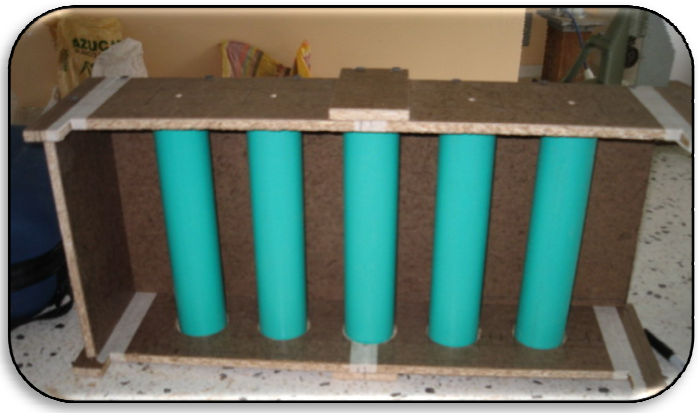
Alto: 6cm

-

- Formaleta número 5:

La quinta formaleta es de mayor tamaño de igual manera basada en las dimensiones mínimas de una vivienda de interés social.

Figura Nº 3.53: Formaleta 5



Dimensiones:

Largo: 30cm

Ancho: 10cm

Alto: 22.2 cm



Tubos de 1 ½" para perforación del molde con fines de aligeramiento e instalación de tuberías.

3.1.2.2 Tentativa de acabados

Como desarrollo de la investigación se propone dar un acabado al prefabricado para lo cual se desarrollan diferentes experiencias y determinar si es posible o no darle acabado al prefabricado propuesto.

- Mineral de color

El mineral es utilizado para darle color a los concretos, sin embargo su dosificación debe ser igual o menor al 2% del peso del cemento debido a que posee propiedades que reducen la resistencia de dicho concreto.

a) A una mezcla exploratoria se le agrega mineral azul.

Figura Nº 3.54: Mezcla con mineral azul



mezcla plástico + cemento



a) mineral utilizado

a)

Figura Nº 3.55: Muestra con mineral azul

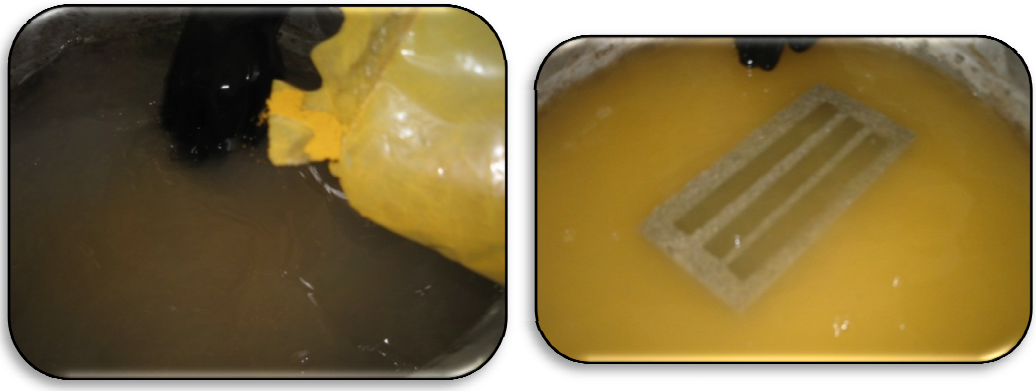


Al desformaletear la muestra se puede observar que el mineral azul no obtuvo los resultados esperados, la muestra se encuentra en condiciones naturales, como anteriormente se mencionó, la cantidad de mineral utilizada fue la máxima permitida para la cantidad de cemento, de lo contrario la resistencia bajaría considerablemente; dadas las condiciones finales de la muestra, se puede concluir que el mineral en esas condiciones (agregado a la mezcla) no es apto para la investigación, sería mas recomendable utilizarlo con cemento blanco considerando el aumento del costo.

b) Se agrega mineral al agua

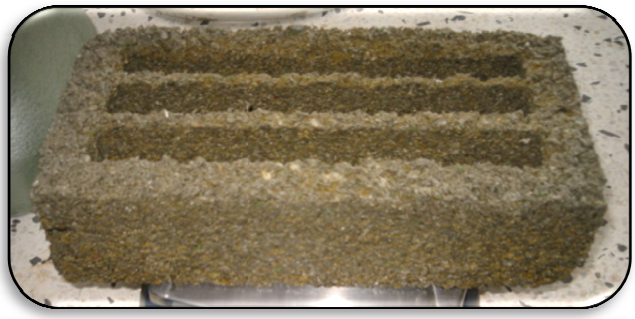
Como segunda alternativa, se agrega una cantidad de mineral a un platón de agua hasta que le de color a la misma con el fin de en ella sumergir una muestra y después de un tiempo determinar si existe adherencia del color.

Figura Nº 3.56: Agua con mineral amarillo



Después de mantenerlo en remojo durante 2 días se observa que algunas partículas del mineral se adhieren al ladrillo pero en muy poca cantidad además cabe resaltar que la cantidad de mineral agregado fue demasiado.

Figura Nº 3.57: Prefabricado con mineral amarillo



Después de lo anterior se puede concluir que la aplicación de mineral no es la mejor opción para darle color a los prefabricados, teniendo en cuenta la utilización de cemento gris.

c) Se agrega vinilo de agua común a la mezcla

Como otra alternativa y después de descartar el mineral se opta por agregar a la mezcla vinilo de agua común con el fin de determinar los resultados.

Al plástico procesado se le agrega el vinilo y se lo revuelve, luego se le aplica el cemento, se mezclan y se agrega el agua.

Materiales:

Cemento: 100 gr

Plástico: 200 gr

Agua: 80 ml

Vinilo de agua común color rojo: 20ml

En el momento de agregar el agua a la mezcla se observa que el vinilo se activa y cubre completamente la mezcla, especialmente el cemento.

Figura Nº 3.58: Mezcla con vinilo rojo





Luego, se agrega la mezcla en un molde triple cubo con el fin de realizar moldes de la mezcla y el curado para determinar la resistencia a los 7 días y establecer si el vinilo afecta o no la resistencia.

Figura Nº 3.59: Moldeo y curado de la muestra



Tabla Nº 3.31: Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla más vinilo

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²	MEDIDAS DE LA MUESTRA		
0	0,00000	0	0	0	0	0	0	DIAMETRO		cm
5	0,01270	0,0026	0,9974	83	37,73	24,00	1,57	LADO	4,9	cm
10	0,02540	0,0052	0,9948	174	79,09	23,98	3,30	ALTURA	4,9	cm
15	0,03810	0,0078	0,9922	267	121,36	23,97	5,06	AREA	24,01	cm^2
20	0,05080	0,0104	0,9896	338	153,64	23,96	6,41	VOLUMEN	117,649	cm^3
25	0,06350	0,0130	0,9870	391	177,73	23,95	7,42			
30	0,07620	0,0156	0,9844	420	190,91	23,93	7,98	CONTENIDO DE AGUA		
35	0,08890	0,0181	0,9819	447	203,18	23,92	8,49			
40	0,10160	0,0207	0,9793	455	206,82	23,91	8,65	PESO HUMEDO	136,5	gr
50	0,12700	0,0259	0,9741	463	210,45	23,88	8,81	PESO SECO		gr
60	0,15240	0,0311	0,9689	462	210,00	23,86	8,80	HUMEDAD		
70	0,17780	0,0363	0,9637	458	208,18	23,83	8,74			
80	0,20320	0,0415	0,9585	457	207,73	23,81	8,73	PESOS UNITARIOS		gr/cm^3
90	0,22860	0,0467	0,9533	441	200,45	23,78	8,43			
100	0,25400	0,0518	0,9482	434	197,27	23,76	8,30	PESO UNITARIO HUMEDO		1,

E = F/A donde E= 8.81 kg/cm^2

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.60: Curva esfuerzo vs deformación cubo 1

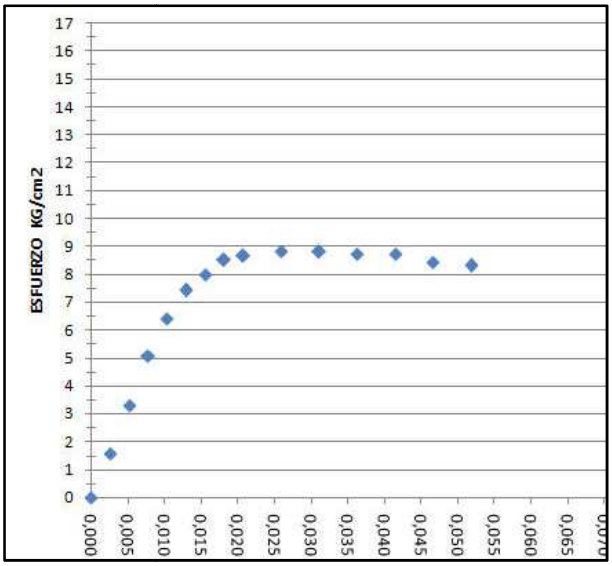


Figura Nº 3.61Muestra fallada a compresión mezcla con vinilo cubo 1



Tabla Nº 3.32: Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla más vinilo

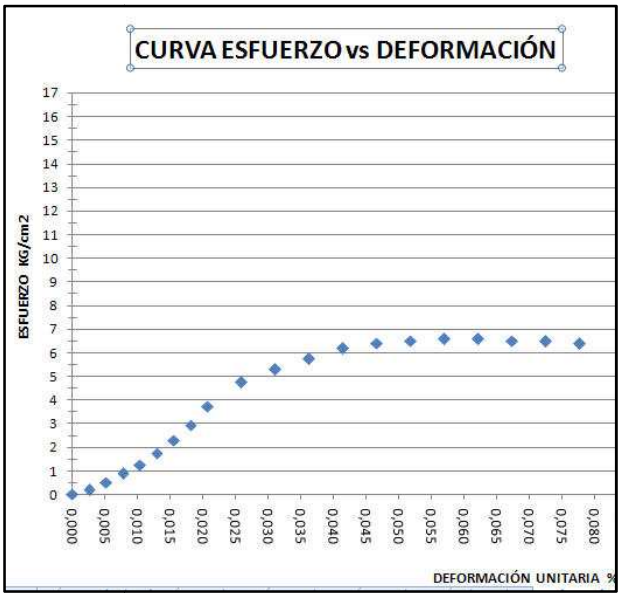
DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0026	0,9974	10	4,55	24,00	0,19
10	0,02540	0,0052	0,9948	26	11,82	23,98	0,49
15	0,03810	0,0078	0,9922	46	20,91	23,97	0,87
20	0,05080	0,0104	0,9896	66	30,00	23,96	1,25
25	0,06350	0,0130	0,9870	91	41,36	23,95	1,73
30	0,07620	0,0156	0,9844	120	54,55	23,93	2,28
35	0,08890	0,0181	0,9819	154	70,00	23,92	2,93
40	0,10160	0,0207	0,9793	196	89,09	23,91	3,73
50	0,12700	0,0259	0,9741	249	113,18	23,88	4,74
60	0,15240	0,0311	0,9689	277	125,91	23,86	5,28
70	0,17780	0,0363	0,9637	300	136,36	23,83	5,72
80	0,20320	0,0415	0,9585	323	146,82	23,81	6,17
90	0,22860	0,0467	0,9533	334	151,82	23,78	6,38
100	0,25400	0,0518	0,9482	339	154,09	23,76	6,49
110	0,27940	0,0570	0,9430	343	155,91	23,73	6,57
120	0,30480	0,0622	0,9378	343	155,91	23,71	6,58
130	0,33020	0,0674	0,9326	338	153,64	23,68	6,49
140	0,35560	0,0726	0,9274	337	153,18	23,65	6,48
150	0,38100	0,0778	0,9222	331	150,45	23,63	6,37

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO		cm
LADO	4,9	cm
ALTURA	4,9	cm
AREA	24,01	cm^2
VOLUMEN	117,649	cm^3
CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	139,2	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		
PESOS UNITARIOS		gr/cm^3
PESO UNITARIO HUMEDO		
PESO UNITARIO SECO		

E = F/A donde E= 6.58 kg/cm^2

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.62: Curva esfuerzo vs deformación cubo 2



d) Se agrega vinilo de agua común al agua

Se plantea agregarle una cantidad de vinilo rojo al agua, sumergir el prefabricado y determinar si existe o no adherencia de color.

Figura Nº 3.65: Prefabricado en agua con vinilo rojo





A 7 litros de agua se le agregaron 7 ml de vinilo rojo, eso quiere decir que a una porción de vinilo se le agregan 100 de agua.Después de 48 horas sumergido en el agua, se retira el prefabricado y se observa la adherencia del color rojo en condiciones húmedas, se deja secar el prefabricado y se determina con mayor precisión el color.

Figura Nº 3.66: Prefabricado húmedo con vinilo rojo



Figura Nº 3.67: Prefabricado seco con vinilo rojo



Después de los procedimientos anteriores se puede concluir que el vinilo de agua común es la mejor alternativa para darle color a los prefabricados; en proceso de inmersión y después de haber obtenido su resistencia final teniendo en cuenta que su costo es bajo además de la poca cantidad utilizada para tinturar el prefabricado.

e) Pañete alternativo

Se realiza una prueba alterna para determinar la idoneidad de un pañete fabricado con el mismo plástico pero con pasante del tamiz # 16, lo que quiere decir partículas muy finas con tamaño no mayor a 1.18 mm.

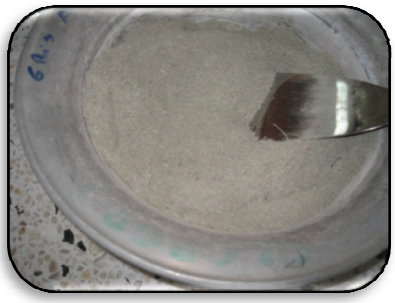
Materiales:

Cemento 50 gr

Plástico: 200 gr

Agua: 100 ml

Figura Nº 3.68: Mezcla para pañete



Se realiza una proporción 1:4 para determinar su idoneidad y se le realiza la prueba de fluidez del mortero.

Figura Nº 3.69: Mezcla en la mesa de flujo



Desmolde y golpeteo de la mezcla:

Figura Nº 3.70: Procedimiento para determinar fluidez







Después de realizado el primer procedimiento se determina que no existe fluidez en la mezcla, lo que significa que se debe agregar más agua, lo que se expandió fue el mismo material no el contenido de agua.

Entonces; a la misma mezcla se le debe agregar mas agua hasta que quede más mojada, sin embargo, al agregarle más agua necesariamente se debe

agregar cemento por causa de la resistencia, quedando de esta manera la mezcla:

Plástico 200 gr

Cemento 100 gr

Agua 200 ml

Lo que determina una proporción 1:2, la misma utilizada para la fabricación del prefabricado y se repite la prueba.

Figura Nº 3.71: Mezcla en la mesa de flujo



Desmolde y golpeteo de la mezcla:

Figura Nº 3.72: Procedimiento para determinar fluidez



A continuación se realiza el cálculo de la muestra:

El promedio de expansión es: 16 cm.

F= diámetro final – diámetro inicial/ diámetro final *100

F= 16cm – 10cm / 10 * 100

F= 60%

La mezcla tiene un 60% de fluidez lo que determina que la mezcla es autonivelante.

Figura Nº 3.73: Elaboración de moldes



Luego de desmoldar la muestra se sumerge para curado y se realiza a los 7 días la prueba a compresión.

Tabla Nº 3.33: Resistencia a la compresión cubo 1 mezcla para pañete

DEFORMACIÓN 10^{-4}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²	MEDIDAS DE LA MUESTRA		
0	0,00000	0	0	0	0	0	0	DIAMETRO		cm
5	0,01270	0,0026	0,9974	2	0,91	23,03	0,04	LADO	4,8	cm
10	0,02540	0,0053	0,9947	9	4,09	23,01	0,18	ALTURA	4,8	cm
15	0,03810	0,0079	0,9921	16	7,27	23,00	0,32	AREA	23,04	cm^2
20	0,05080	0,0106	0,9894	26	11,82	22,99	0,51	VOLUMEN	110,592	cm^3
25	0,06350	0,0132	0,9868	35	15,91	22,98	0,69			
30	0,07620	0,0159	0,9841	46	20,91	22,96	0,91	CONTENIDO DE AGUA		
35	0,08890	0,0185	0,9815	59	26,82	22,95	1,17			
40	0,10160	0,0212	0,9788	76	34,55	22,94	1,51	PESO HUMEDO	134,2	gr
50	0,12700	0,0265	0,9735	117	53,18	22,91	2,32	PESO SECO		gr
60	0,15240	0,0318	0,9683	163	74,09	22,89	3,24	HUMEDAD		
70	0,17780	0,0370	0,9630	223	101,36	22,86	4,43			
80	0,20320	0,0423	0,9577	279	126,82	22,84	5,55	PESOS UNITARIOS		gr/cm^3
90	0,22860	0,0476	0,9524	345	156,82	22,81	6,87			
100	0,25400	0,0529	0,9471	409	185,91	22,79	8,16	PESO UNITARIO HUMEDO		1,213
110	0,27940	0,0582	0,9418	446	202,73	22,76	8,91	PESO UNITARIO SECO		0,000
120	0,30480	0,0635	0,9365	452	205,45	22,74	9,04			
130	0,33020	0,0688	0,9312	457	207,73	22,71	9,15			
140	0,35560	0,0741	0,9259	458	208,18	22,68	9,18			
150	0,38100	0,0794	0,9206	454	206,36	22,66	9,11			
160	0,40640	0,0847	0,9153	453	205,91	22,63	9,10			
170	0,43180	0,0900	0,9100	449	204,09	22,61	9,03			
180	0,45720	0,0953	0,9048	437	198,64	22,58	8,80			
190	0,48260	0,1005	0,8995	430	195,45	22,56	8,66			
200	0,50800	0,1058	0,8942	429	195,00	22,53	8,65			

Página 1

$E = F/A$ donde $E = 9.18\ kg/cm^2$

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.74: Curva esfuerzo vs deformación cubo 1

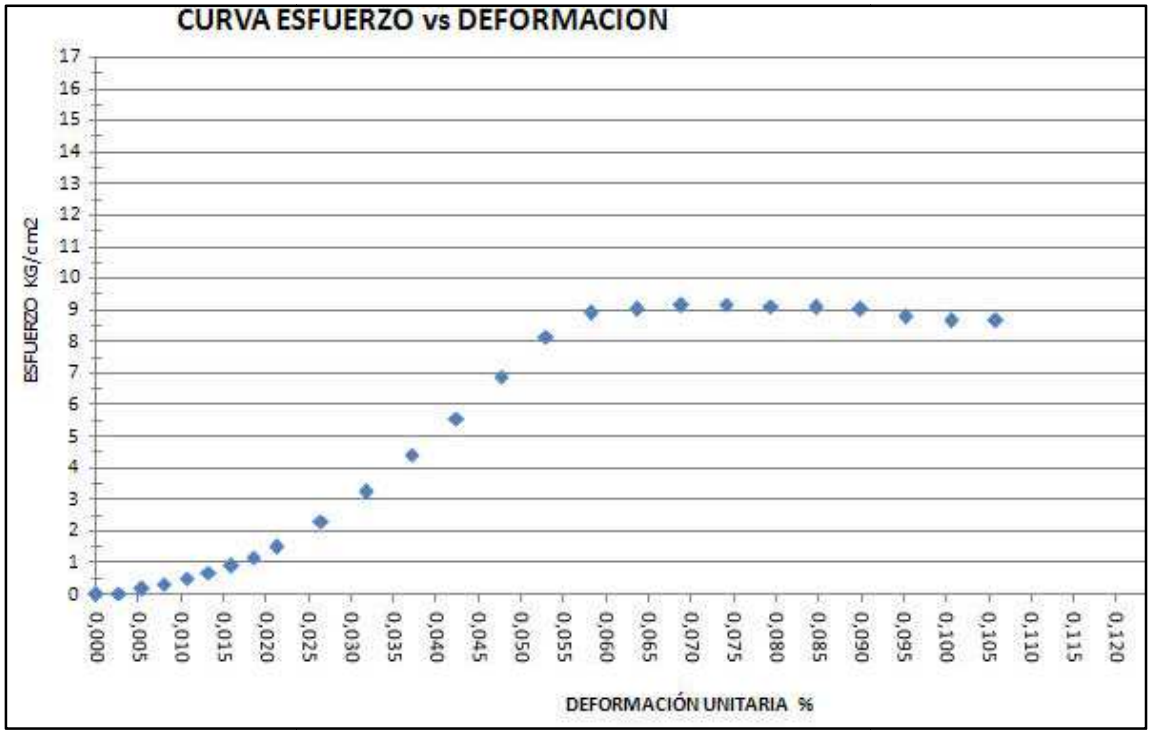


Figura Nº 3.75: Muestra fallado a compresión mezcla para pañete cubo 1



Tabla Nº 3.34: Resistencia a la compresión cubo 2 mezcla para pañete

DEFORMACIÓN 10^{-4}	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-4}	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
5	0,01270	0,0026	0,9974	3	1,36	24,49	0,06
10	0,02540	0,0052	0,9948	6	2,73	24,47	0,11
15	0,03810	0,0078	0,9922	9	4,09	24,46	0,17
20	0,05080	0,0104	0,9896	13	5,91	24,45	0,24
25	0,06350	0,0130	0,9870	18	8,18	24,44	0,33
30	0,07620	0,0156	0,9844	25	11,36	24,42	0,47
35	0,08890	0,0181	0,9819	39	17,73	24,41	0,73
40	0,10160	0,0207	0,9793	47	21,36	24,40	0,88
50	0,12700	0,0259	0,9741	104	47,27	24,37	1,94
60	0,15240	0,0311	0,9689	215	97,73	24,35	4,01
70	0,17780	0,0363	0,9637	342	155,45	24,32	6,39
80	0,20320	0,0415	0,9585	408	185,45	24,30	7,63
90	0,22860	0,0467	0,9533	435	197,73	24,27	8,15
100	0,25400	0,0518	0,9482	444	201,82	24,25	8,32
110	0,27940	0,0570	0,9430	453	205,91	24,22	8,50
120	0,30480	0,0622	0,9378	450	204,55	24,20	8,45
130	0,33020	0,0674	0,9326	440	200,00	24,17	8,27
140	0,35560	0,0726	0,9274	437	198,64	24,14	8,23
150	0,38100	0,0778	0,9222	433	196,82	24,12	8,16
160	0,40640	0,0829	0,9171	424	192,73	24,09	8,00
170	0,43180	0,0881	0,9119	409	185,91	24,07	7,72
180	0,45720	0,0933	0,9067	404	183,64	24,04	7,64
190	0,48260	0,0985	0,9015	391	177,73	24,02	7,40
200	0,50800	0,1037	0,8963	377	171,36	23,99	7,14

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO		cm
LADO	5	cm
ALTURA	4,9	cm
AREA	24,5	cm^2
VOLUMEN	120,05	cm^3

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	123,1	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS gr/cm^3	
PESO UNITARIO HUMEDO	1,025
PESO UNITARIO SECO	0,000

Página 1

$E = F/A$ donde $E = 8.50\ kg/cm^2$

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.76: Curva esfuerzo vs deformación cubo 2

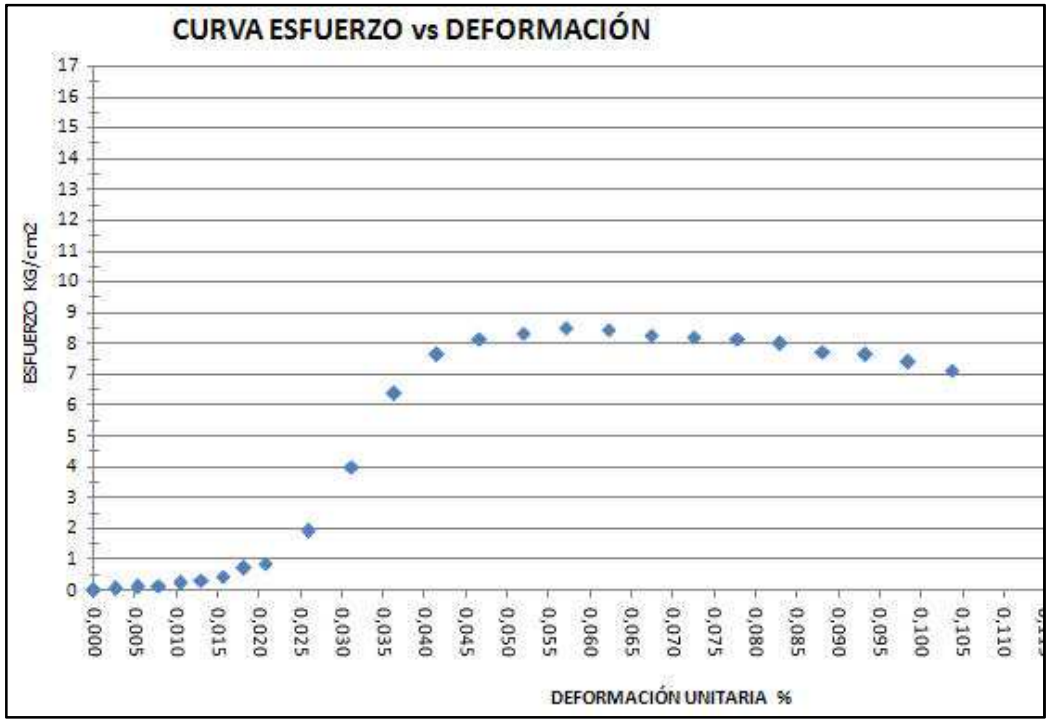


Figura Nº 3.77 Muestra fallado a compresión mezcla para pañete cubo 2



El acabado de la mezcla es bueno, las partículas finas se adhieren con mayor facilidad al cemento y por lo tanto se presenta una muestra más lisa.

Se puede determinar como conclusión la idoneidad de utilizar un pañete elaborado con el mismo plástico reciclado pero con partículas mas finas para darle un acabado menos rugoso al prefabricado.

3.1.3 Fase III: Proceso Constructivo

El desarrollo investigativo fue desarrollado en la Universidad de Nariño, gracias a un espacio dispuesto por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil.

3.1.3.1 Elaboración de Prefabricados

Teniendo la proporción a utilizar, se procede a realizar la exploración de la forma del material basándose en las diferentes formaletas, cabe resaltar que la dimensión de los prefabricados se encuentra ajustada a las dimensiones mínimas de una vivienda de interés social.

- Opción 1

El primer prefabricado realizado cuenta con dimensiones constantes de 30cm*15cm*3cm, la idea de esta muestra es determinar la idoneidad del material con una relación de esbeltez 1:2 el largo el doble del ancho para placas divisorias, por la manipulación del elemento dentro del laboratorio se realiza con dimensiones pequeñas.

Figura Nº 3.78: Primer prefabricado



El peso obtenido por este prefabricado fue de 2.5 kg, si se hace una proporción con un panel desarrollado para un muro se puede deducir que el peso superaría los 100kg, nada ideal para la construcción, además, al momento de la manipulación y por su espesor, la muestra presentó falla, lo que representa que al momento de ser levantada una placa se partiría si no cuenta con un refuerzo, que al final terminaría elevando los costos y convirtiendo el material en un elemento no apto para vivienda de interés social.

Por lo anterior, este tipo de prefabricado es descartado.

- Opción 2

El segundo prefabricado se lo realiza con un sistema de anclaje machihembrado de dimensiones constantes de 25cm*22.2cm *8cm. y se fabrican 2 muestras.

Figura Nº 3.79: Segundo prefabricado formaleta



Al prefabricado se le coloca malla de desperdicio para el sistema de anclaje y un icopor en medio para dejarle vacio al prefabricado

Figura Nº 3.80: Vaciado de la mezcla en la formaleta



Por lo complicada de la formaleta para darle la forma al prefabricado, el vaciado de la mezcla es dificultoso y existen espacios en los cuales no se tiene la certeza de haber llenado correctamente, si ha esto le agregamos que la mezcla no contiene un porcentaje de fluidez ideal para no afectar la resistencia la incertidumbre es aún mayor.

Figura Nº 3.81: Desmolde de la muestra



Al momento de desmoldar las muestras(dos días después de realizada), se observa claramente el deterioro especialmente en los espacios desarrollados para el anclaje, los superiores se deshicieron y los laterales muestran fallas, solo un anclaje se mantuvo bien, la malla de desperdicio conserva sus

características; luego de manipular el prefabricado, se observa que el anclaje que se mantuvo, comienza a perder sus características.

De acuerdo a lo anterior, se determina que el prefabricado no es el indicado para un sistema constructivo, además que el anclaje no es conveniente por el desgaste teniendo en cuenta la manipulación de los elementos en obra.

- Opción 3

La tercera opción es un prefabricado de dimensiones constantes 24cm*12cm*6cm, el cual esta desarrollado pensando en las dimensiones de un ladrillo común, con tres perforaciones, se realizan tres moldes.

Figura Nº 3.82: Vaciado de la mezcla en la formaleta



El vaciado en este tipo de formaleta es más sencillo pro que no contiene tantos elementos, sin embargo el icopor se mueve a pesar de estar pegado.

Figura Nº 3.83: Desmolde de la muestra



Dos de las tres muestras realizadas fueron desmoldadas al siguiente día de realizada, por tal razón al momento de retirar la formaleta se fracturaron, lo que determina que la mezcla necesita un poco más de tiempo para ser desmoldada.

La tercera muestra es desmoldada al segundo día de mezcla, no se deteriora al quitarle la formaleta, sin embargo, el espacio entre las perforaciones es muy

reducido y causan daño a la pieza la cual como aspecto favorable tiene un peso de 933.1 gr.

Figura Nº 3.84: Desmolde de la muestra



De acuerdo a lo anterior, se determina que utilizar tres perforaciones en la pieza es perjudicial para la misma.

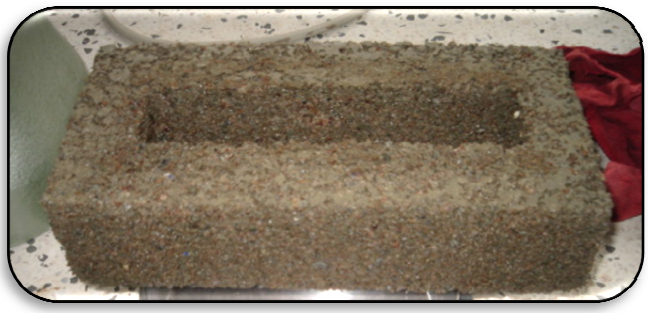
- Opción 4

La opción 4 es un prefabricado de dimensiones constantes iguales a las dimensiones de la opción 3 de 24cm*12cm*6cm, sin embargo presenta una única perforación en la mitad, de 4cm de espesor dispuesta para aligeramiento y tuberías de hasta ¾”para instalaciones.

Figura Nº 3.85: Vaciado de la mezcla en la formaleta



Figura Nº 3.86: Desmolde de la muestra



La muestra presenta una buena consistencia, sus paredes se encuentran en buenas condiciones no existe deterioro, su peso húmedo es de 1.05 kg, ideal para su manipulación en obra.

Por lo anterior, se puede deducir que esta opción es adecuada para ser utilizada en la fabricación de un material de construcción, por su rápida fabricación, peso y por no presentar averías.

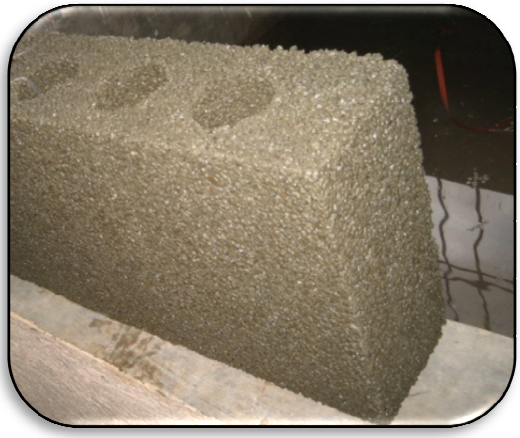
- Opción 5

La opción 5 es un prefabricado de dimensiones contantes de 30cm*22.2cm*10cm con perforaciones en su interior cilíndricas de 4.7 cm de diámetro ideales para tuberías de hasta 1 ½" para instalaciones.

Figura Nº 3.87: Vaciado de la mezcla en la formaleta



Figura Nº 3.88: Desmolde de la muestra



La muestra presenta buena consistencia, su peso es de 5.59 kg apropiado para su manipulación en obra.

Conforme a las opciones presentadas anteriormente, se determina y a causa de las características presentadas la utilización de la opción número 4 y la opción numero 5 como material de construcción.

3.1.3.2 Propiedades de los Materiales

A continuación se presenta un informe de los ensayos realizados sobre las muestras escogidas para el material.

Las mezclas son realizadas con una proporción 1:2 donde 1 es el cemento y 2 el material a utilizar en este caso plástico.

- Resistencia a la compresión

  Siendo el Modelo A, el prefabricado de dimensiones constantes 30cm*22.2cm*10cm y el Modelo B el prefabricado de dimensiones constantes 25cm*12.5cm*6.25cm se obtiene:

  Modelo A

  Al realizar la prueba a los siete días de curado, el prefabricado supera la carga máxima de la máquina que es de 10918 kg una resistencia mayor a los 21.89 kgf/cm$^{2.}$

Tabla Nº 3.35: Resistencia a la compresión del prefabricado Modelo A a los 7 días

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-3}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²
0	0,00000	0	0	0	0	0	0
10	0,02540	0,0011	0,9989	69	31,36	227,27	0,14
20	0,05080	0,0023	0,9977	139	63,18	227,25	0,28
30	0,07620	0,0034	0,9966	192	87,27	227,22	0,38
40	0,10160	0,0046	0,9954	242	110,00	227,20	0,48
50	0,12700	0,0057	0,9943	287	130,45	227,17	0,57
60	0,15240	0,0069	0,9931	380	172,73	227,15	0,76
70	0,17780	0,0080	0,9920	517	235,00	227,12	1,03
80	0,20320	0,0092	0,9908	657	298,64	227,10	1,32
90	0,22860	0,0103	0,9897	903	410,45	227,07	1,81
100	0,25400	0,0114	0,9886	1170	531,82	227,05	2,34
110	0,27940	0,0126	0,9874	1485	675,00	227,02	2,97
120	0,30480	0,0137	0,9863	1950	886,36	227,00	3,90
130	0,33020	0,0149	0,9851	2330	1059,09	226,97	4,67
140	0,35560	0,0160	0,9840	2981	1355,00	226,94	5,97
150	0,38100	0,0172	0,9828	3778	1717,27	226,92	7,57
160	0,40640	0,0183	0,9817	4778	2171,82	226,89	9,57
170	0,43180	0,0195	0,9805	5904	2683,64	226,87	11,83
180	0,45720	0,0206	0,9794	7960	3618,18	226,84	15,95
190	0,48260	0,0217	0,9783	8537	3880,45	226,82	17,11
200	0,50800	0,0229	0,9771	9877	4489,55	226,79	19,80
210	0,53340	0,0240	0,9760	10797	4907,73	226,77	21,64
220	0,55880	0,0252	0,9748	10918	4962,73	226,74	21,89

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO		cm
LADO	25	cm
ALTURA	22,2	cm
AREA	227,3	cm²
VOLUMEN	5046,06	cm³

CONTENIDO DE AGUA		
PESO HUMEDO	5590	gr
PESO SECO		gr
HUMEDAD		

PESOS UNITARIOS	gr/cm³
PESO UNITARIO HUMEDO	1,108
PESO UNITARIO SECO	0,000

E = F/A donde E= 21.89 kg/cm^2

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.89: Curva Esfuerzo Vs Deformación prefabricado Modelo A a los 7 días

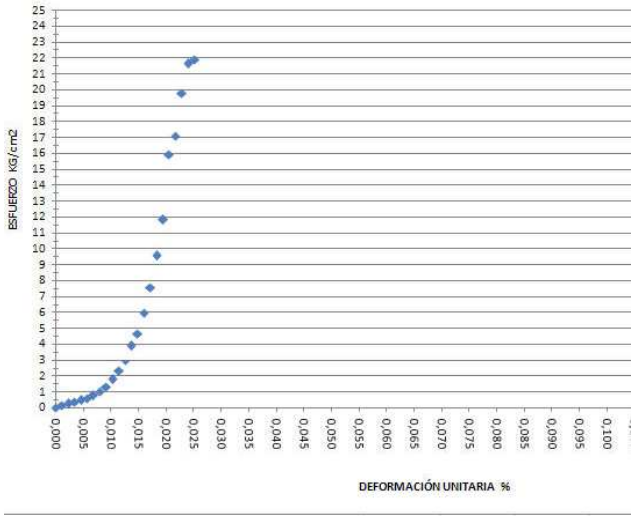


Figura Nº 3.90: Muestra en la maquina de carga

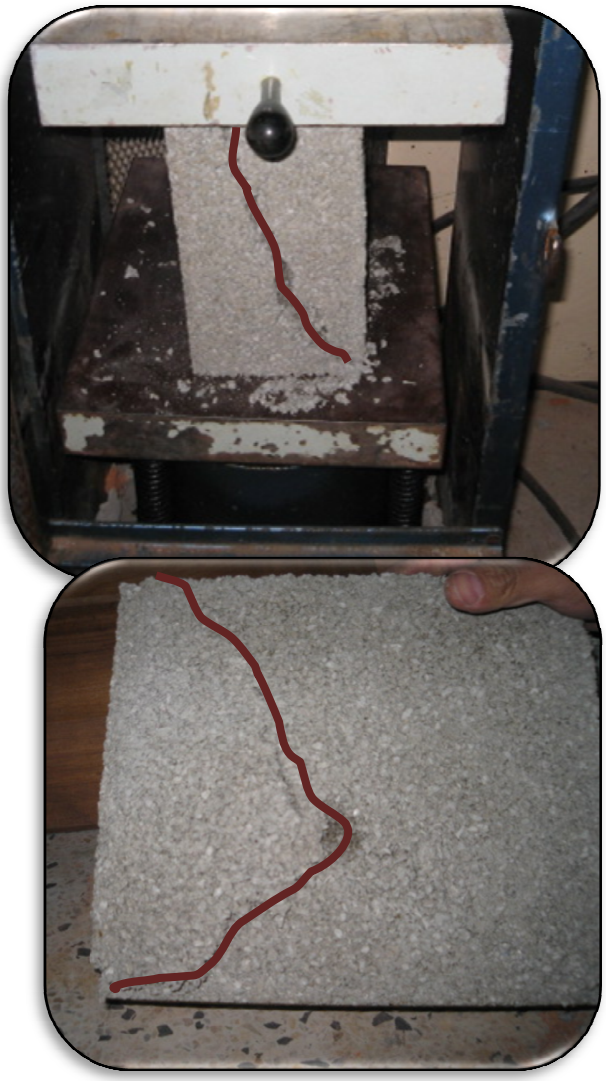


La muestra se traslada a una prensa de mayor capacidad dando una resistencia de 14400 kgf que dividido entre el área da un resultado de 1030.04 PSI que equivale a 72.10 kgf/cm2 por lo tanto podría ser catalogado como elemento estructural de clase baja, sin embargo se requeriría una investigación adicional.

Figura Nº 3.91: Muestra en la prensa de mayor capacidad



Figura Nº 3.92: Muestra fallada del prefabricado Modelo A a los 7 días



Al realizar la fórmula de proyección de la resistencia a los 28 días se obtiene:

$$R_{28} = C + K(R_7)$$

Donde:

C y K constantes dadas por el cemento utilizado; en este caso Cemento Argos.

$$R_{28} = 39.34 + 1.36(72.1)$$

$$R_{28} = 137.3\ kgf / cm^2$$

La muestra como en casos anteriores muestra una falla de enconchamiento no explota al soportar su máxima resistencia una buena característica del material ya que en caso extremo no causaría voladura de partículas.

De acuerdo a lo anterior el material puede ser utilizado como muros divisorios y superando las expectativas como elementos estructurales según lo establecido en la NTC 4205 expuesta en el Capito I de este trabajo, sin embargo se hace necesaria una exploración más afondo para establecer el prefabricado como elemento estructural.

Modelo B

Se le realiza la prueba de compresión a los 7 días de curado

Tabla Nº 3.36: Resistencia a la compresión del prefabricado Modelo B a los 7 días

DEFORMACIÓN 10^{-3}"	DEFORMACIÓN cm	DEF UNITARIA ΔH / H	1 - DEF UNIT	CARGA 10^{-1}"	CARGA Kg	AREA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm²	MEDIDAS DE LA MUESTRA		
0	0,00000	0	0	0	0	0	0	DIAMETRO		cm
5	0,01270	0,0021	0,9979	41	18,64	75,99	0,25	LADO	24	cm
10	0,02540	0,0042	0,9958	91	41,36	75,97	0,54	ALTURA	6	cm
15	0,03810	0,0064	0,9937	149	67,73	75,96	0,89	AREA	76	cm²
20	0,05080	0,0085	0,9915	191	86,82	75,95	1,14	VOLUMEN	456	cm³
25	0,06350	0,0106	0,9894	255	115,91	75,94	1,53			
30	0,07620	0,0127	0,9873	309	140,45	75,92	1,85	CONTENIDO DE AGUA		
35	0,08890	0,0148	0,9852	364	165,45	75,91	2,18			
40	0,10160	0,0169	0,9831	434	197,27	75,90	2,60	PESO HUMEDO	1028	gr
50	0,12700	0,0212	0,9788	573	260,45	75,87	3,43	PESO SECO		gr
60	0,15240	0,0254	0,9746	734	333,64	75,85	4,40	HUMEDAD		
70	0,17780	0,0296	0,9704	888	403,64	75,82	5,32			
80	0,20320	0,0339	0,9661	1105	502,27	75,80	6,63	PESOS UNITARIOS		gr/cm³
90	0,22860	0,0381	0,9619	1302	591,82	75,77	7,81			
100	0,25400	0,0423	0,9577	1529	695,00	75,75	9,18	PESO UNITARIO HUMEDO		
110	0,27940	0,0466	0,9534	1806	820,91	75,72	10,84	PESO UNITARIO SECO		
120	0,30480	0,0508	0,9492	2033	924,09	75,70	12,21			
130	0,33020	0,0550	0,9450	2280	1036,36	75,67	13,70			
140	0,35560	0,0593	0,9407	2545	1156,82	75,64	15,29			
150	0,38100	0,0635	0,9365	2790	1268,18	75,62	16,77			
160	0,40640	0,0677	0,9323	3085	1402,27	75,59	18,55			
170	0,43180	0,0720	0,9280	3335	1515,91	75,57	20,06			
180	0,45720	0,0762	0,9238	3450	1568,18	75,54	20,76			
190	0,48260	0,0804	0,9196	3510	1595,45	75,52	21,13			
200	0,50800	0,0847	0,9153	3602	1637,27	75,49	21,69			

Página 1

E = F/A donde E= 21.69 kg/cm^2

E: Esfuerzo máximo
F: Carga máxima soportada
A: Área

Figura Nº 3.93: Curva Esfuerzo Vs Deformación prefabricado Modelo B a los 7 días

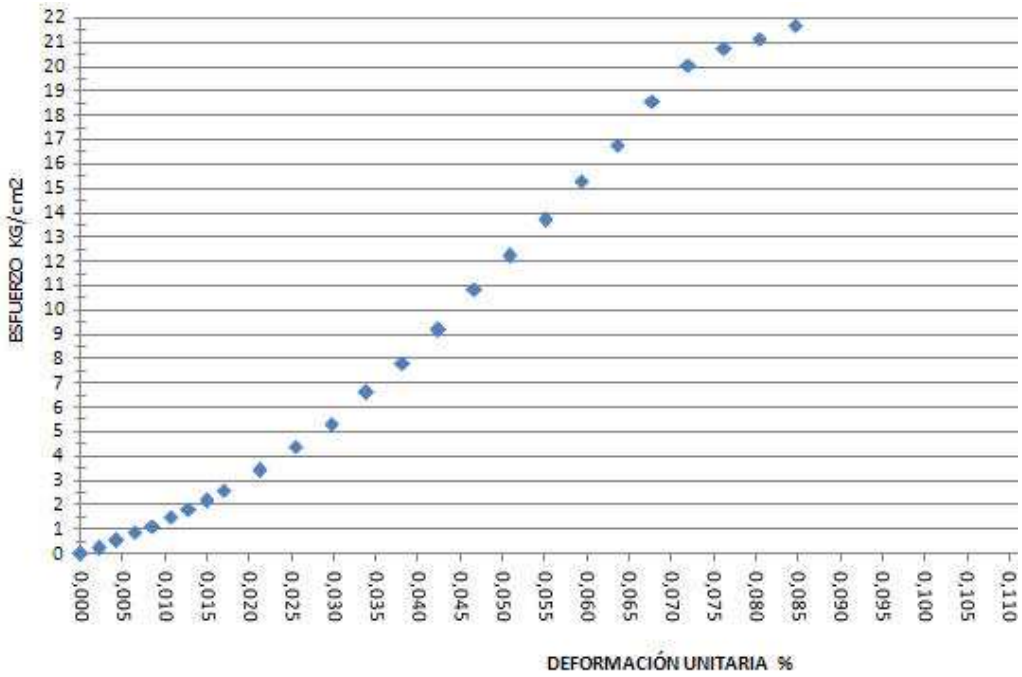


Figura Nº 3.94: Prefabricado Modelo B fallado a los 7 días



Al realizar la fórmula de proyección de la resistencia a los 28 días se obtiene:

$$R_{28} = C + K(R_7)$$

Donde:

C y K constantes dadas por el cemento utilizado; en este caso Cemento Argos.

$$R_{28} = 39.34 + 1.36(21.69)$$

$$R_{28} = 68.8\ kgf / cm^2$$

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente se puede concluir que los prefabricados tanto del Modelo A como del Modelo B son adecuados para ser utilizados en construcción como elementos divisorios y superando las expectativas como elementos estructurales, de acuerdo a la NTC 4205 expuesta en el Capitulo I de este trabajo, sin embargo para catalogarlos como estructurales es indicado realizar una investigación más a fondo.

- Absorción de agua

Siendo el Modelo A, el prefabricado de dimensiones constantes 30cm*22.2cm*10cm y el Modelo B el prefabricado de dimensiones constantes 25cm*12.5cm*6.25cm se obtiene:

Se seca durante 24 horas la muestra del prefabricado Modelo A y se toma el peso, considerado como el peso inicial.

P1= 5590 gr

Se sumerge la muestra 24 horas en agua y se toma el peso, considerado como el peso final.

P2= 6310

Se realiza la operación:

Absorción= P2 – P1 / P1 *100

Absorción = 6310 – 5590 / 5590 * 100

Absorción = 12.88%

Es importante mencionar que el material es permeable, el agua que absorbe es escurrida con facilidad, absorbe un porcentaje alto, sin embargo durante el proceso de pesado filtró la mayor cantidad de agua absorbida.

Se seca durante 24 horas la muestra del prefabricado Modelo B y se toma el peso, considerado como el peso inicial.

P1= 1028 gr

Se sumerge la muestra 24 horas en agua y se toma el peso, considerado como el peso final.

P2= 1153.5 gr

Se realiza la operación:

Absorción= P2 – P1 / P1 *100

Absorción = 1153.5 – 1028 /1028 * 100

Absorción = 12.20%

De acuerdo a lo anterior se determina que el prefabricado tanto del modelo A como del Modelo B se encuentran dentro del rango de absorción establecido por la NTC 4205 expuesta en el Capitulo I de este trabajo.

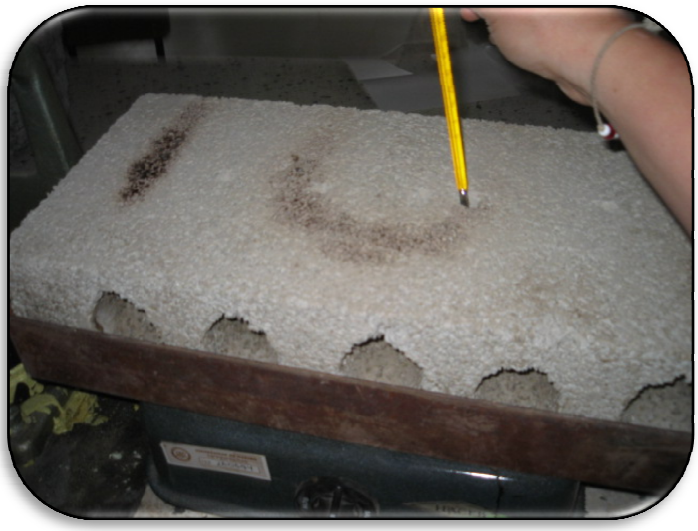
- Conductividad Térmica

Para este ensayo y debido a la falta del instrumental necesario en las instalaciones del Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño, se realiza la prueba de una manera considerada artesanal.

Para este procedimiento, se utiliza una superficie el aluminio plana superpuesta en una estufa con una temperatura constante de 157º, un termómetro para medir temperaturas de hasta 250º.

Se introduce una muestra del prefabricado en la bandeja de aluminio y con el termómetro en el extremo opuesto y se precisa el tiempo que tarda dicho extremo en comenzar a aumentar su temperatura.

Figura Nº 3.95: Procedimiento de Conductividad Térmica



Después de realizado el procedimiento se obtiene que el tiempo que tarda el calor en transmitirse de un extremo a otro es de 00:26:22, un tiempo bastante

prolongado teniendo en cuenta a la temperatura que fue expuesto el extremo inicial, lo que significa un coeficiente de 0.16 w/mk.

De acuerdo a la prueba realizada, se puede determinar que los prefabricados tienen baja conductividad de temperatura por lo que provee una excelente aislación térmica.

- Aislamiento acústico

Para el desarrollo de este ensayo y al igual que la prueba descrita anteriormente, el ensayo de aislamiento acústico se realiza de una manera llamada artesanal.

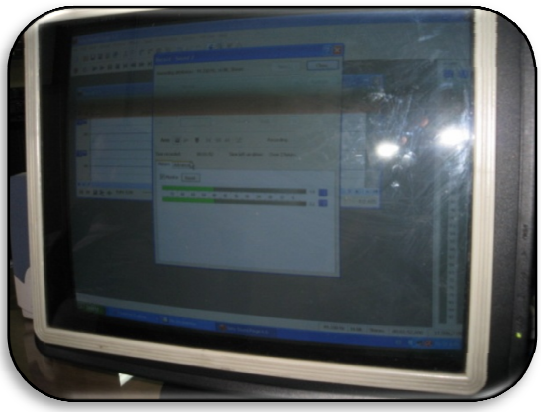
Para esto, se utiliza un software con la capacidad de realizar mediciones en decibeles, un micrófono de alta sensibilidad y un emisor de sonido.

Se escoge un lugar sin emisiones sonoras para realizar el ensayo, se realiza un cerramiento con los prefabricados y se introduce el elemento que producirá el sonido.

Figura Nº 3.96: Cerramiento con los prefabricados



Figura Nº 3.97: Medición del sonido en decibeles



Con la idea de determinar el porcentaje de aislamiento acústico del prefabricado, se realiza una medición del sonido inicial la cual fue de 12.2db, esta medición será tomada como medición inicial, luego de introducir el sonido en el cerramiento la medición fue de 3.0 decibeles, esta será tomada como medición final.

Con lo anterior y siendo 12.2db el 100% del sonido, da que el prefabricado muestra un aislamiento acústico del 75.4% del sonido inicial una cifra considerada buena.

- Resistencia al fuego

Para el desarrollo de este ensayo y al igual que las pruebas descritas anteriormente, el ensayo de resistencia al fuego se realiza con elementos existentes en los laboratorios de la Universidad de Nariño.

En este ejercicio se utiliza una mufla la cual permite una concentración de altas temperaturas y de forma constante.

Figura Nº 3.98: Mufla para captura de calor



Se introduce el prefabricado cuando la mufla alcanza los 50º y con el fin de determinar gradualmente la temperatura en la cual empieza su proceso de transformación.

Figura Nº 3.99: Prefabricado en mufla a 50º



Luego se empieza a levar la temperatura de manera constante hasta llegar a los 145º donde se observa que el prefabricado inicia su proceso de quemado.

Figura Nº 3.100: Prefabricado en mufla a 145º iniciando su proceso de quemado



A los 185º se observa con mayor claridad el proceso de quemado del prefabricado,

Figura Nº 3.101: Prefabricado en mufla a 185º durante su proceso de quemado



Por las condiciones del material y de la mufla, se utiliza una muestra del material para ser sometido a una temperatura mucho mayor y lograr una combustión completa, esta muestra es sometida a 400º con la idea de tomar el tiempo en que tarda en deteriorarse.

Figura Nº 3.102: Muestra sometida a 400º



La muestra tarda 00:10:30 en deteriorarse, se coloca de color negro, y luego de sufrir un proceso de derretimiento, se vuelve carbón; en este momento empieza a expeler un olor fuerte como alcohol, por tratarse de un material de origen mineral puede ser considerarse como tóxico.

Figura Nº 3.103: Muestra incinerada



De acuerdo a lo anterior y haciendo una aproximación, se puede determinar que el material tarda poco tiempo en derretirse, sin embargo es un material combustible de muy baja propagación de llama lo que los catalogaría capaz de resistir el fuego.

3.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se muestran de una manera resumida los resultados obtenidos de la experimentación.

3.2.1. Proceso de Fabricación

Para la fabricación del prefabricado se utiliza una proporción 1:2 (uno de cemento 2 de plástico) a continuación se muestran las características por prefabricado, siendo el Modelo A el prefabricado de dimensiones constantes de 30cm*22.2cm*10cm con perforaciones cilíndricas de 4.7cm de diámetro y el Modelo B el prefabricado de dimensiones constantes 25cm*12.5cm*6.25cm con perforación rectangular de 68cm de área; tanto del Modelo A como del Modelo B se realizan medios módulos con el fin de traslapar los prefabricados en construcción..

3.2.1.1 Dosificación

Haciendo un comparativo entre la cantidad de material existente, el potencial reciclable y la dosificación se tiene:

Por las 127 toneladas recicladas al mes en las ciudades de Pasto e Ipiales y, se podrían fabricar:

57.727 prefabricados del modelo A (4.440m^2)

211.660 prefabricados del modelo B (4.233 m^2)

Por el potencial reciclable (incluyendo las 261.9 ton que llegan al botadero de ISERVI), se podrían fabricar:

7’039.518 prefabricados del modelo A (541.501 m^2)
26’248.066 prefabricados del modelo B (524.961 m^2)

3.2.1.2 Moldeo
Para el modelado de la mezcla se utilizan la opción 4 y 5 de las formaletas anteriormente referidas se deja reposar la mezcla durante un mínimo de 48 horas para luego pasar al curado.

3.2.1.3 Curado
Luego de desmoldados los prefabricados, son sumergidos en agua (allí deben permanecer 7 días como mínimo). Los prefabricados alcanzan su resistencia final a los 28 días de curado, por eso es ideal dejarlos durante ese tiempo sumergidos en el agua, luego de retirados de la pileta de curado los prefabricados deben apilarse bajo techo.

3.2.2 Prefabricados

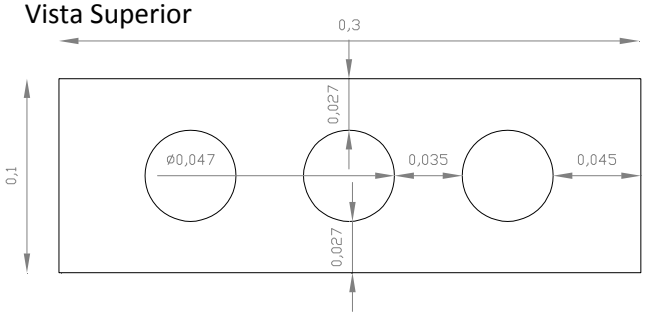
3.2.2.1 Geometría y acabados

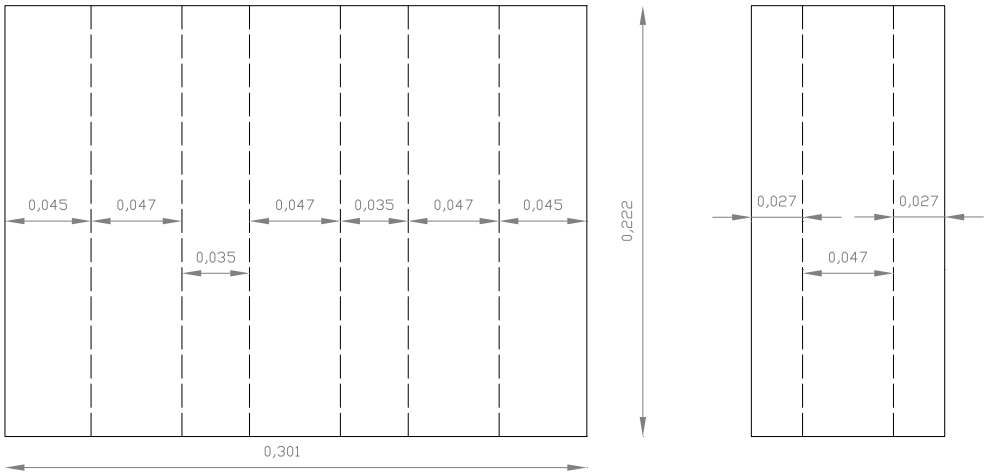
Prefabricado de dimensiones constantes de 30cm*22.2cm*10cm y de 25cm*12.5cm*6.25cm de forma de paralelepípedo de base rectangular con perforaciones cilíndricas y rectangulares respectivamente.
Siendo el Modelo A, el prefabricado de dimensiones constantes 30cm*22.2cm*10cm y el Modelo B el prefabricado de dimensiones constantes 25cm*12.5cm*6.25cm.

Modelo A

Figura Nº 3.104: Geometría prefabricado modelo A

Vista Superior

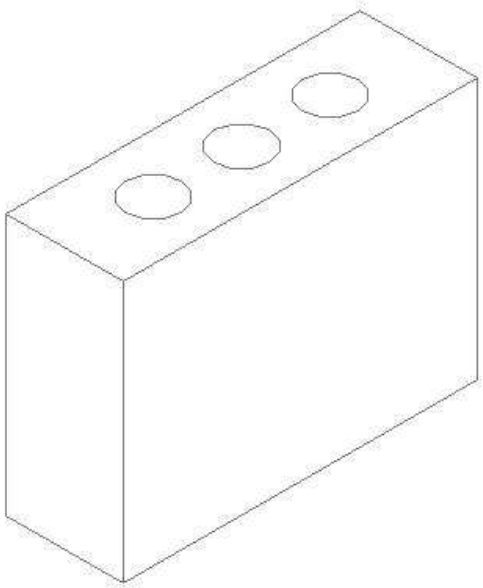




Vista Lateral

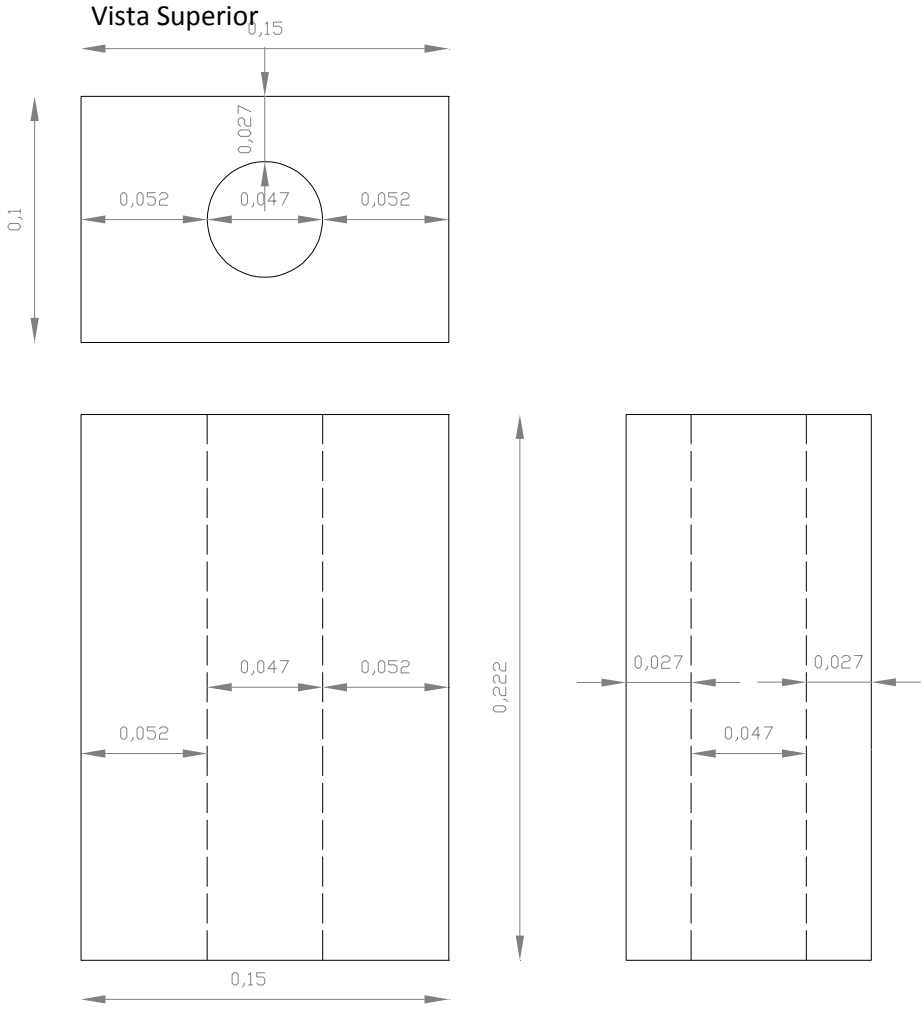
Vista Frontal

Perspectiva



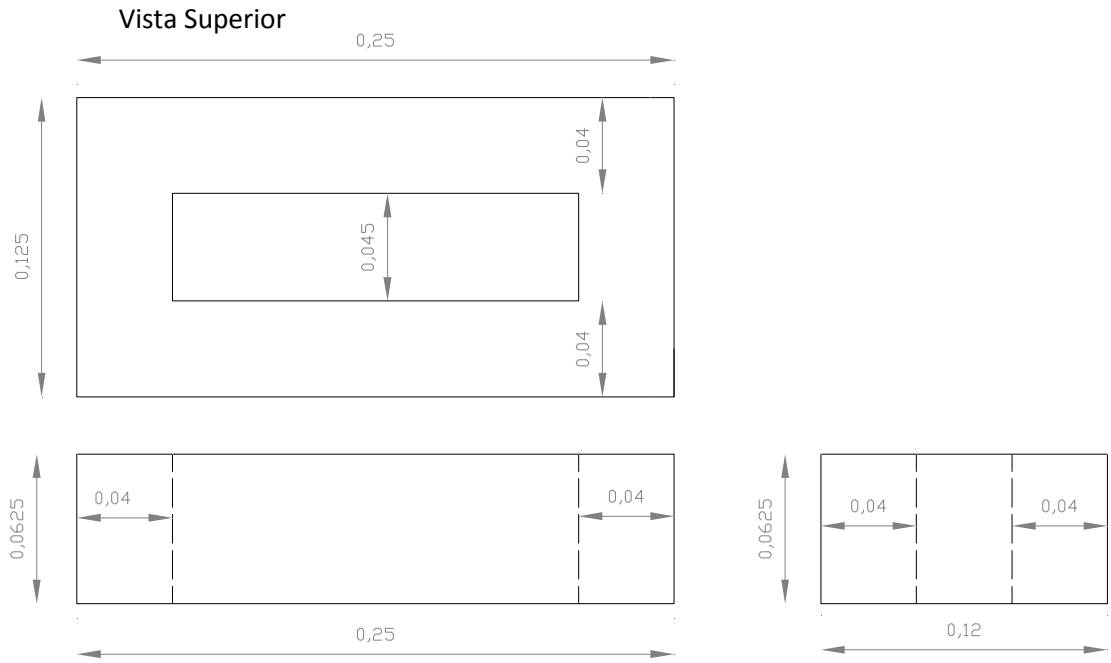
Medio módulo Modelo A

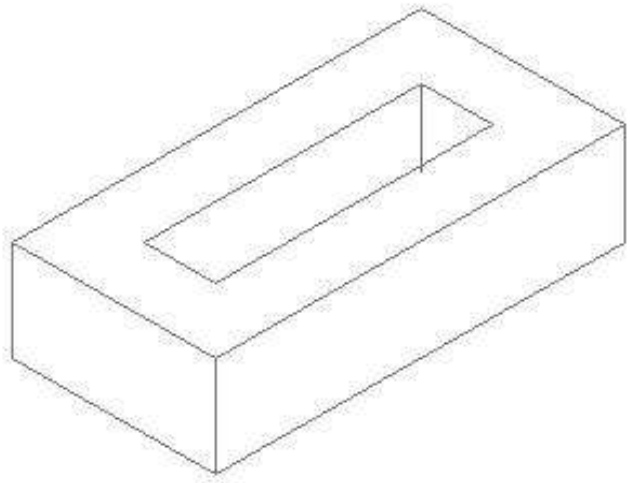
Figura Nº 3.105: Geometría medio módulo prefabricado modelo A



Modelo B

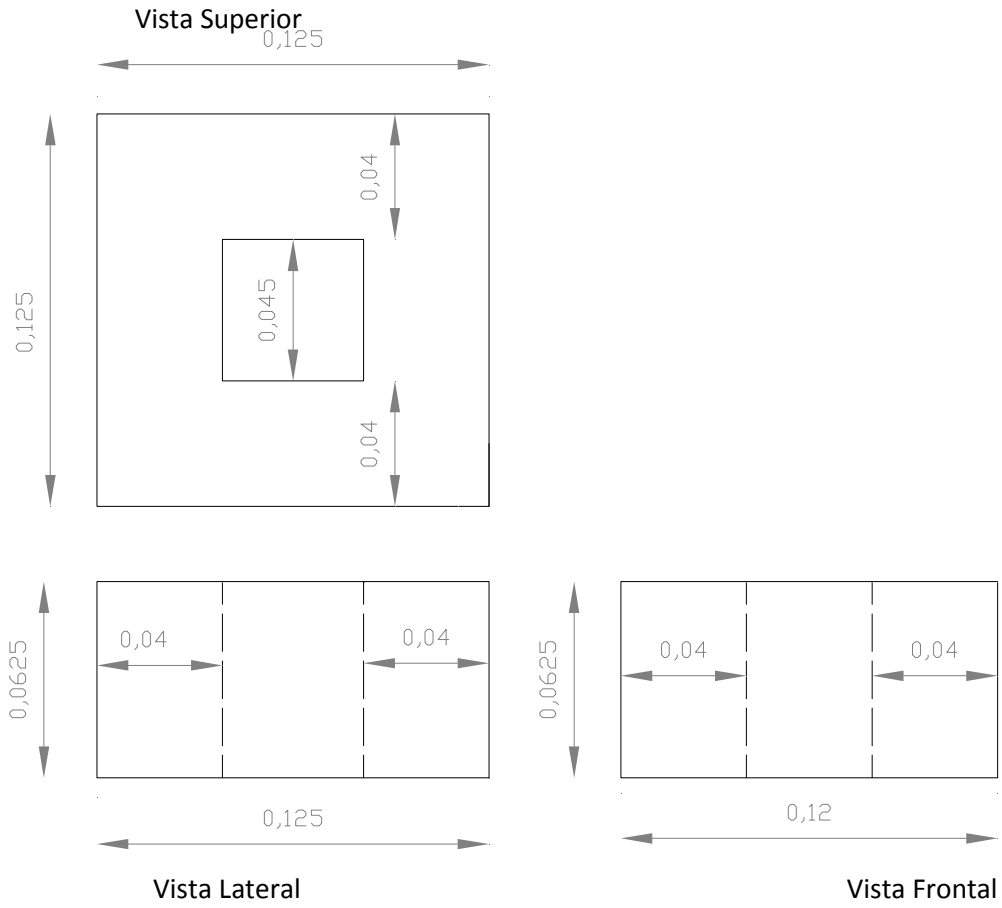
Figura Nº 3.106: Geometría prefabricado modelo B



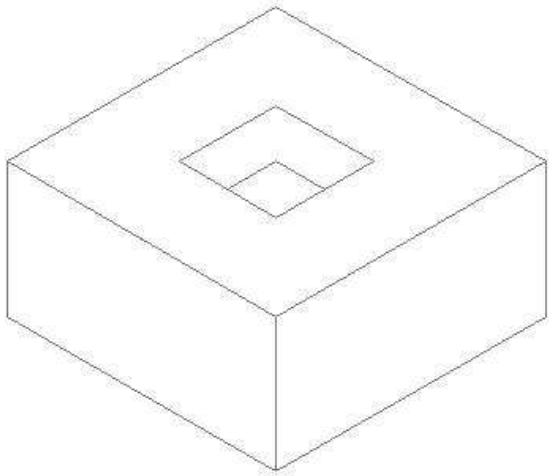


Medio módulo Modelo B

Figura Nº 3.107: Geometría medio módulo prefabricado modelo A



Perspectiva



- Acabados

Los prefabricados poseen un color gris cemento, su textura superficial es rugosa, apta para recibir repello de mortero, adicional se le puede dar color al momento de su elaboración y se ha elaborado un repello con el mismo plástico reciclado para un acabado más fino.

Figura Nº 3.108: Foto Prefabricado de PET



Figura Nº 3.109: Foto Prefabricado de color de PET



3.2.2.2 Peso

Por la densidad y el peso específico del plástico, los prefabricados son muy livianos; el prefabricado del Modelo A pesa en promedio 5.5 kg y el prefabricado el Modelo B pesa en promedio 1.02 kg.
Esto se traduce en la reducción del peso de un ladrillo común en un 59.2%, con un bloque número 5 en un 15.3%; la reducción del peso de un bloque de concreto es del 44.2% teniendo como base el peso de un ladrillo común de 2.5kg, el de un bloque número 5 de 6.5kg y de un bloque de concreto 11.3kg.

3.2.2.3 Costo

Una construcción realizada con prefabricados de plástico reciclado es más económico debido a que:

- Su materia prima es un residuo de bajo costo o nulo.
- No es necesaria una infraestructura de gran envergadura para producir el material.

Siendo el Modelo A, el prefabricado de dimensiones constantes 29cm*21cm*10cm y el Modelo B el prefabricado de dimensiones constantes 24cm*12cm*6cm

Costo Modelo A

Cemento: $ 495
Plástico: $ 132 Total: $ 638.14
Agua: $ 11.14

Por metro cuadrado el costo seria de $ 9003.8

Cemento: $ 135
Plástico: $ 36 Total: $174.12
Agua: $ 3.12

Por metro cuadrado el costo seria: $ 8706

3.2.3 Comparación del Material Ecológico con Otros Materiales

Para este análisis comparativo se han tenido en cuenta los ladrillos realizados con arcilla y los prefabricados con material cementante, con estos últimos se hace un comparativo adicional en metros cúbicos.

Tabla Nº 3.37: Cuadro comparativo entre materiales de construcción

Propiedad	Material			
	MADIVEC modelo A	MADIVEC modelo B	LADRILLO ARCILLA	BLOQUE DE MATERIAL CEMENTANTE
Resistencia	137.3 kgf/cm2	68.8 kgf/cm2	20 kgf/cm2	50 kgf/cm2
Absorción	12.88%	12.20%	14-20%	15-18%
Peso	5.5 kg	1.02 Kg	2.5 kg	11.3 kg
Conductividad Térmica	0.15 w/mk	0.15 w/mk	0.45 w/mk	1.48 w/mk
Resistencia al fuego	Combustible capaz de contener el fuego	Combustible capaz de contener el fuego	Resistente al fuego capaz de contener el fuego	Difícilmente combustible capaz de contener el fuego

Acabado	Color gris cemento o de acuerdo a sumersión, rugoso.	Color gris cemento o de acuerdo a sumersión, rugoso.	Color naranja, liso o de textura generalmente lineal.	Color gris cemento liso.
Adherencia de Repello	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Costo por unidad	$ 638.14	$174.12	$310 común $ 830 # 5	$ 2200
Costo por M2	$9003.8	$ 8706	$ 15500 común $ 9960 # 5	$ 22000

- Comparativo por volumen

De acuerdo a una exploración subjetiva dentro de la fábrica de prefabricados el Cuscungo de la ciudad de Pasto se obtiene:

El bloque prefabricado con material cementante de dimensiones 29cm*19cm*9cm

- Realizado con una proporción 1:3
- 45 prefabricados por bulto de cemento
- Por m3 de arena se obtienen 371 prefabricados

Tabla Nº 3.38: Cuadro comparativo entre materiales de construcción por M3

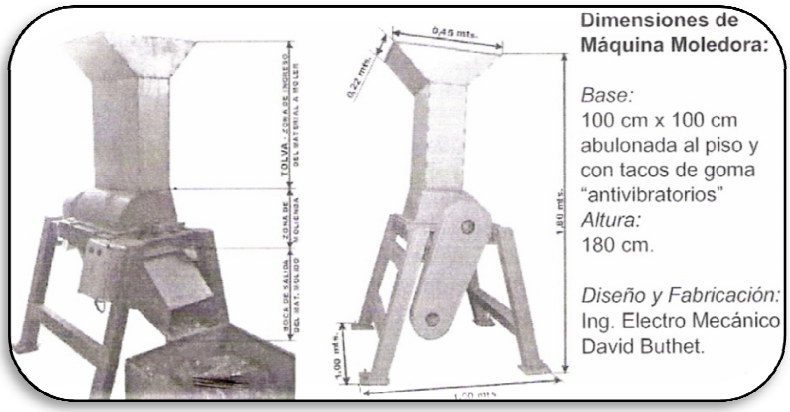
CARACTERISTICA	MATERIAL		
	MAVIDEC MODELO A	MAVIDEC MODELO B	BLOQUE DE MORTERO
Proporción	1:2	1:2	1:3
Producción por bulto de cemento	45 prefabricados por bulto de cemento	166 prefabricados por bulto de cemento	45 prefabricados por bulto de cemento
Producción por m3	204 prefabricados por m3 de plástico	750 prefabricados por m3 de plástico	371 prefabricados por m3 de arena

3.2.4 Sistema de Industrialización

Para realizar un sistema industrializado del prefabricado se requerirían los siguientes elementos:

˚ Trituradora de plástico de rendimiento 150 botellas por minuto o 216.000 botellas por día, en peso significan 1.188 kg al día o 35.640 al mes.

Figura Nº 3.110: Maquina Trituradora de Plástico



˚ Mezcladora con capacidad mínima de un bulto
˚ Maquina modeladora

Figura Nº 3.111: Máquina modeladora utilizada en prefabricados el Cuscungo



Teniendo en cuenta lo anterior mensualmente se podrían fabricar 16.200 prefabricados del Modelo A y 226.060 prefabricados del Modelo B; la cantidad de reciclaje sugiere una producción mensual mucho mayor.

En la fabrica de prefabricados el Cuscungo la producción es de 1200 prefabricados por mes; en Ladrillera del Sur la producción es de 150.000 ladrillos por mes aproximadamente.

CAPITULO 4: APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA

Adicional al desarrollo del material de construcción, se ha realizado una aplicación arquitectónica teniendo en cuenta un diseño para vivienda de interés social de dimensiones mínimas.

4.1 Vivienda

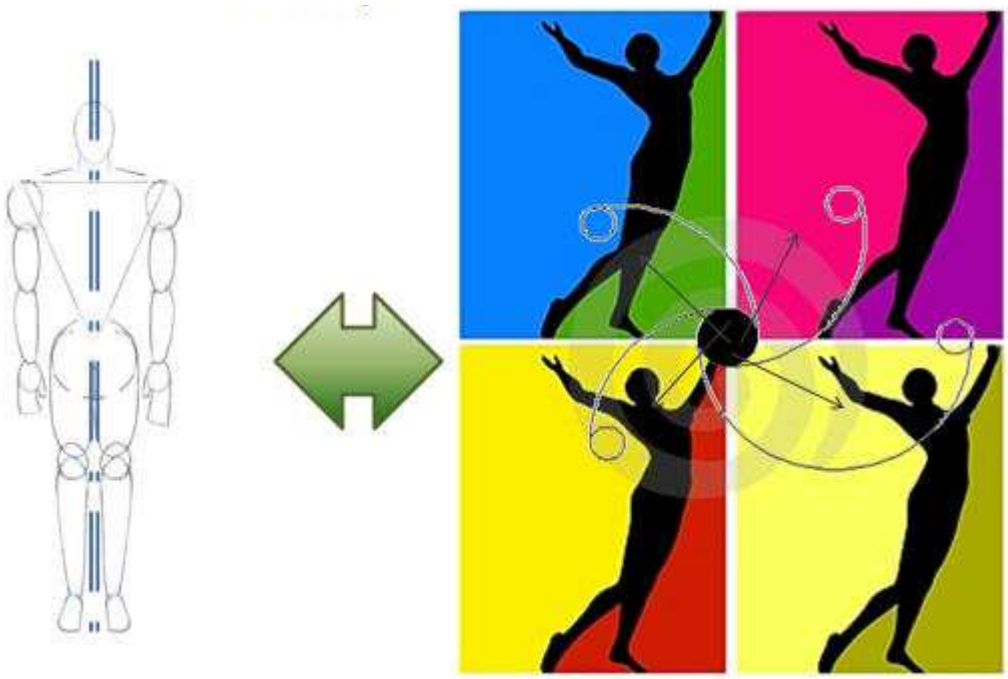
4.1.1 Concepto

"CREO QUE UNA VIVIENDA ES UN LUGAR DESDE, NO UN LUGAR HACIA, SINO DESDE, DEBE SER DESDE DONDE UNO VA Y NO HACIA DONDE UNO VA" Louis Kant

La familia es la base de todo ser humano y por lo tanto la vivienda se convierte en un templo para el mismo, es el lugar desde donde se proyecta.

- El ser humano como eje de conceptualización

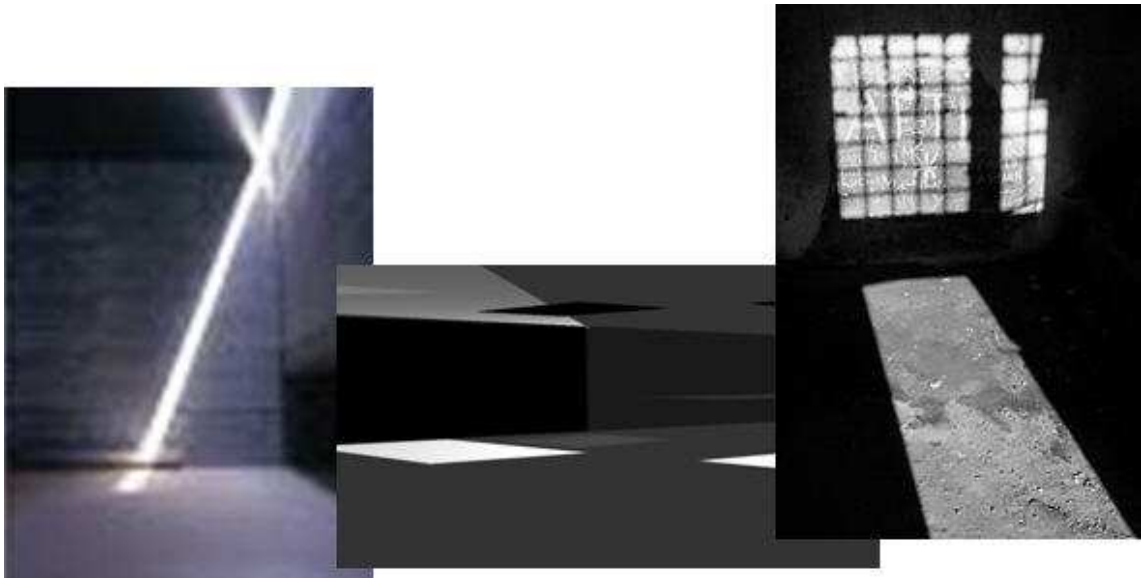
Figura Nº 4.1: Eje de conceptualización



El ser humano es un ser dual, tanto física como espiritualmente, posee dos hemisferios uno derecho y uno izquierdo, de igual manera puede ser bueno o malo, tiene sentimientos de amor u odio.

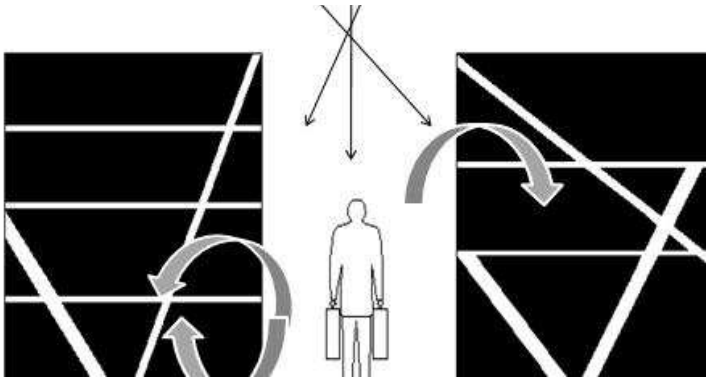
La arquitectura por medio del desarrollo de los espacios permite plasmar la correspondencia de su ser, determinada por la relación de luz y sombra.

Figura Nº 4.2: Relación luz y sombra



La buena vida dentro de un desarrollo espacial radica en el equilibrio existente entre la luz, la oscuridad y el recorrido del aire, y existen dos elementos que proporcionan dicho equilibrio, el patio y las ventanas, es por eso que se conviertes en elementos importantes para el desarrollo arquitectónico, estos dos elementos rompen la frialdad de la oscuridad.

Figura Nº 4.3: Elementos de acceso de luz y aire



Además es de vital importancia que la arquitectura se adapte a las nuevas expectativas que demanda la sociedad actual, el modelo familiar ha sufrido transformaciones, el tradicional modelo familiar conformado por padre, madre e hijos ha variado ahora se encuentras familias conformadas por amigos, por jóvenes o mayores por homosexuales o por uno de los padres únicamente, es por eso que el diseño de viviendas debe asegurar la flexibilidad de los espacios donde el usuario se sienta a gusto; el ser humano se arraiga al lugar, es por eso que este no debe ser ni rígido ni poco acogedor.

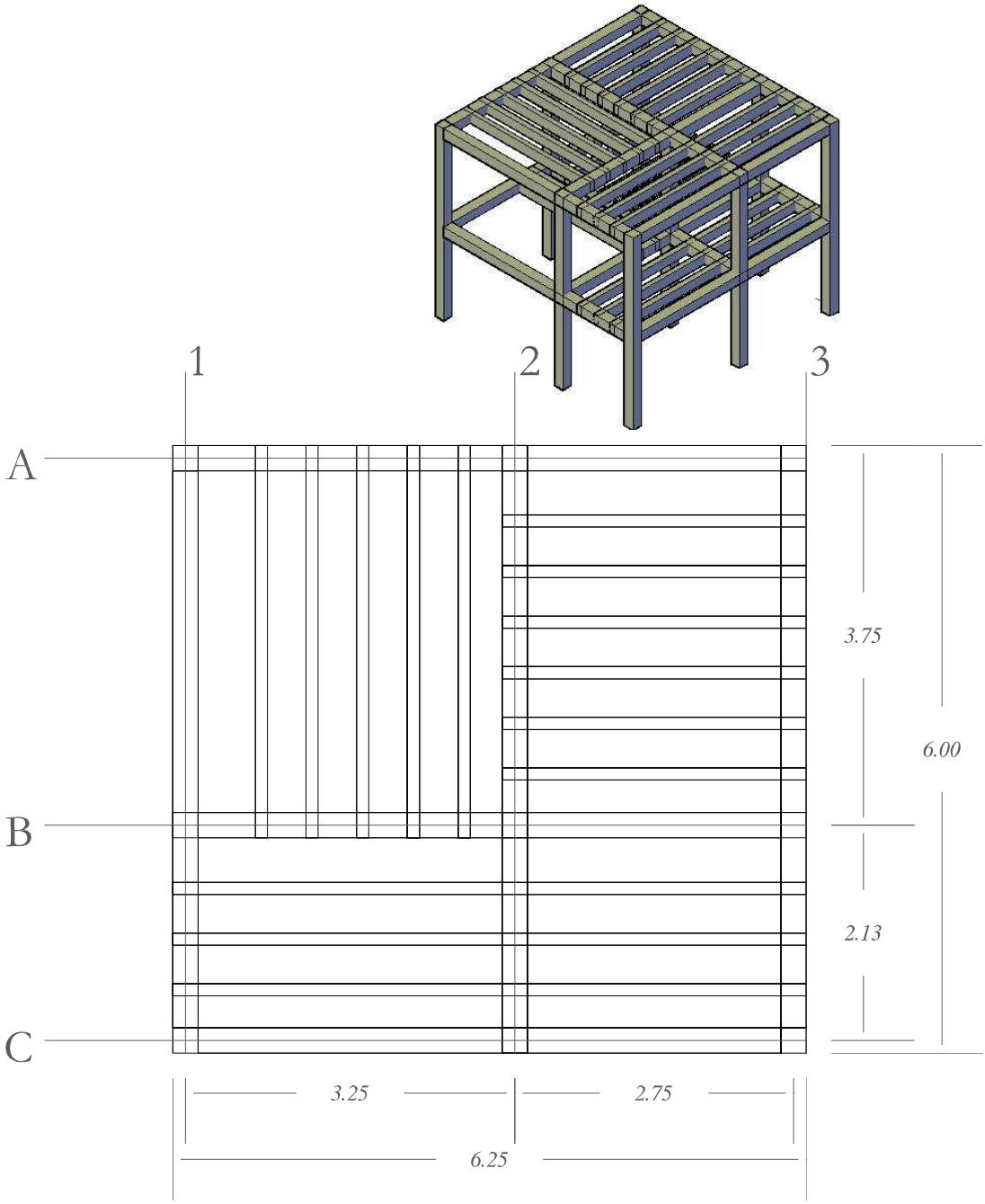
4.1.2 Diseño Arquitectónico

De acuerdo a la conceptualización se diseña una Vivienda de Interés Social que proporcione comodidad de quien o quienes la vayan a habitar teniendo en cuenta unos lineamientos existentes dentro del POT del Municipio de Pasto.

- Estructura

La estructura utilizada, es una estructura aporticada convencional, que seria utilizada en cualquier otro tipo de material, es una estructura independiente Sismoresistente, de columnas de 25cm*25cm de sección, vigas de 25cm*25cm de sección y viguetas ubicadas cada 50 cm de 12cmx25cm de sección.

Figura Nº 4.4: Estructura



El diseño de la vivienda es un diseño progresivo, donde se desarrolla una primera fase el primer piso y en la segunda fase el segundo piso de la vivienda, el diseño esta desarrollado a través de un módulo de 3mt*3mt, considerado como una dimensión donde se pueden desarrollar espacios adecuados. La vivienda además consta de un baño múltiple con el fin de dar facilidad en su uso.

Para este diseño se ha optado utilizar como cerramiento exterior el prefabricado Modelo B descrito en el Capitulo III de este trabajo y para los muros divisorios internos el prefabricado Modelo A descrito en el Capitulo III de este trabajo.

Tabla Nº 4.1: Cuadro de áreas primera Fase de construcción

ZONA	ESPACIO	AREA M2	
ZONA SOCIAL	Sala	9.92	
ZONA PRIVADA	Habitación	9.77	
ZONA DE SERVICIOS	Baño	3.82	
	Cocina-Comedor	5.57	
	Patio de Ropas	9.0	
RECORRIDOS	Escalera	7.64	
	Hall	2.32+3.11	51.15 M2

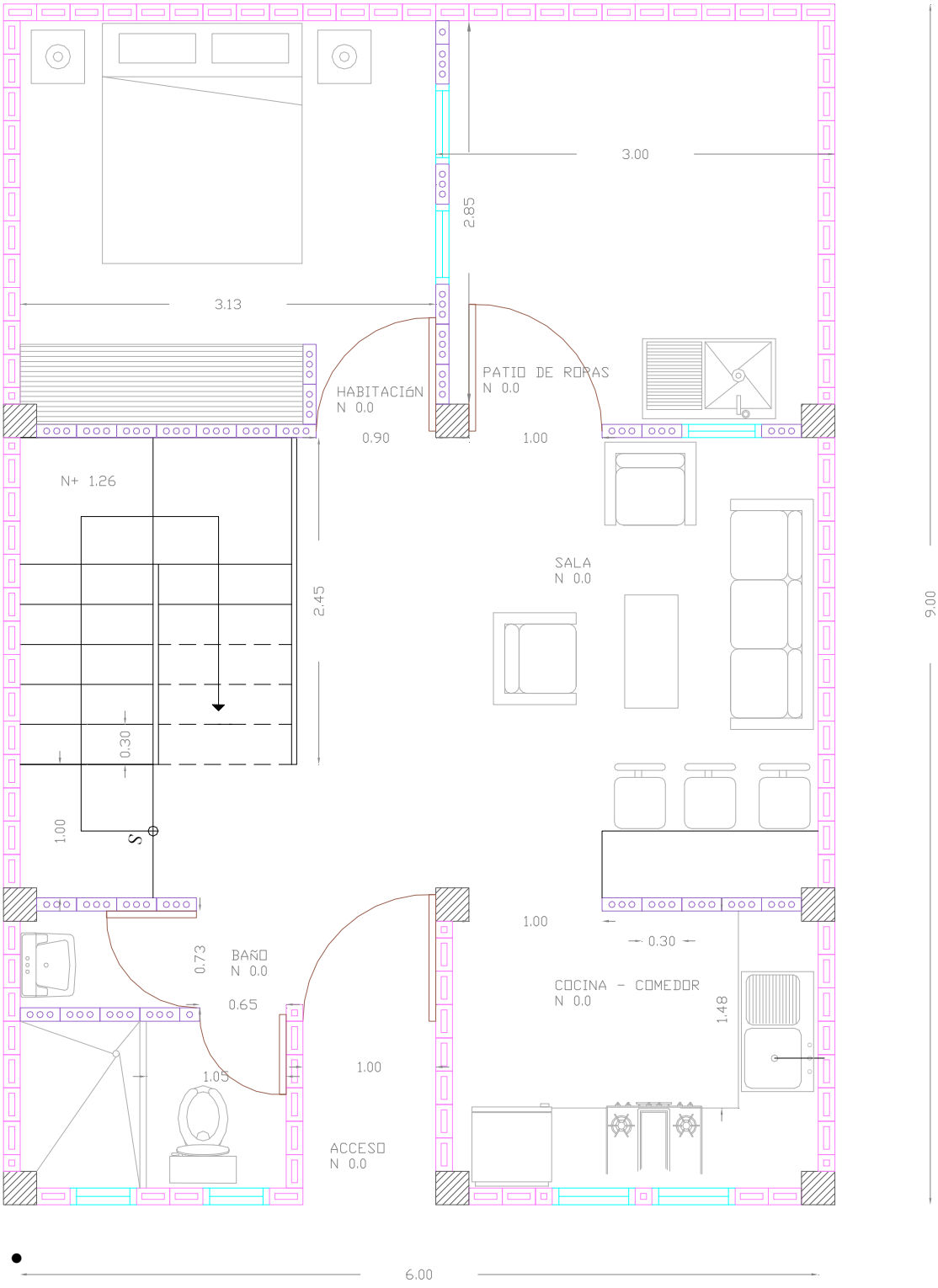
Tabla Nº 4.2: Cuadro de áreas segunda Fase de construcción

ZONA	ESPACIO	AREA M2	
ZONA PRIVADA	Habitación 2	7.37	
	Baño	2.48	
	Habitación 3	6.76	
	Estudio	2.63	
ZONA DE SERVICIOS	Baño	3.82	
RECORRIDOS	Hall	2.84	25.9 M2

El área total construida es de 77.05 m2.

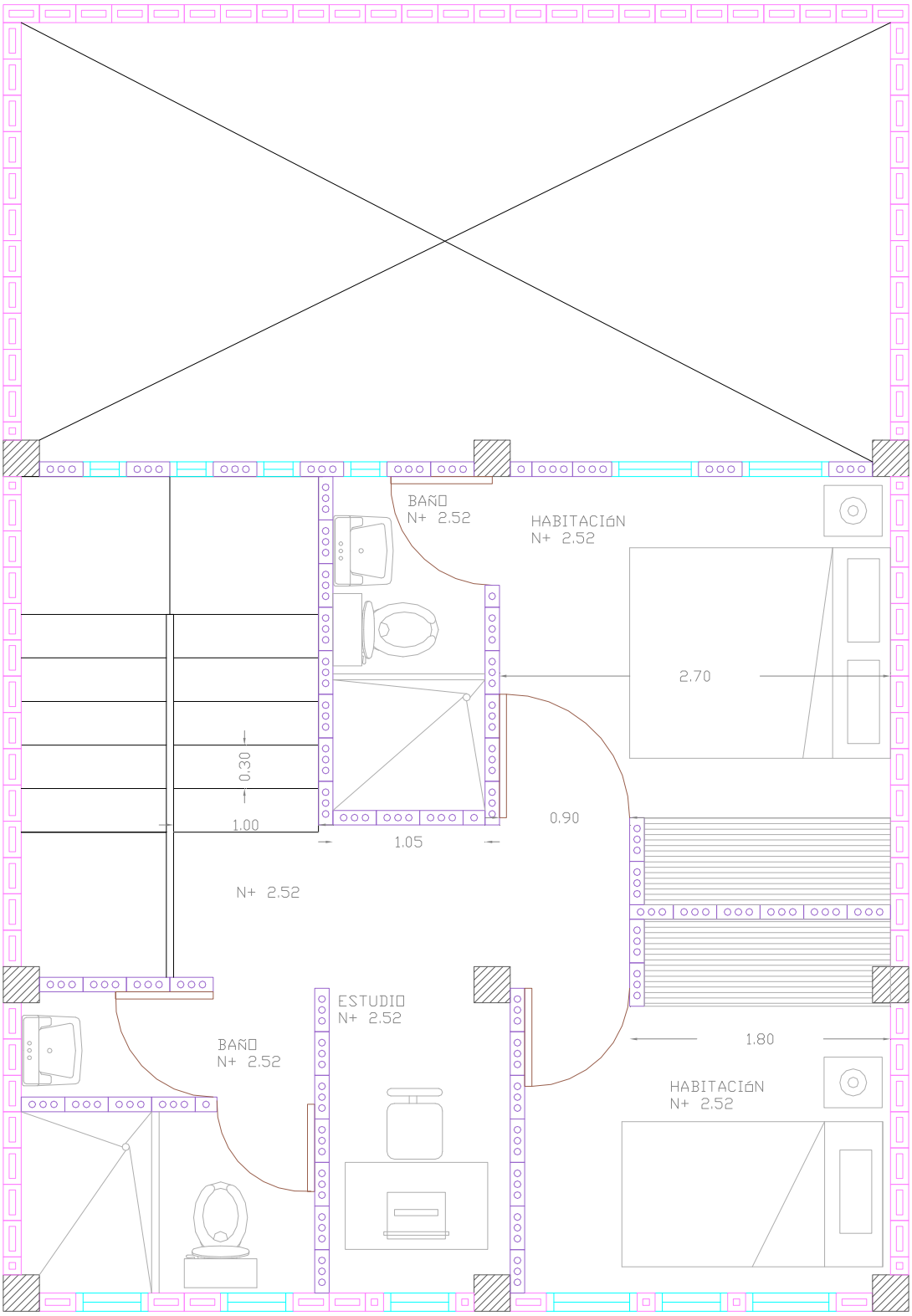
- Primer Piso

Figura Nº 4.5: Primer Piso



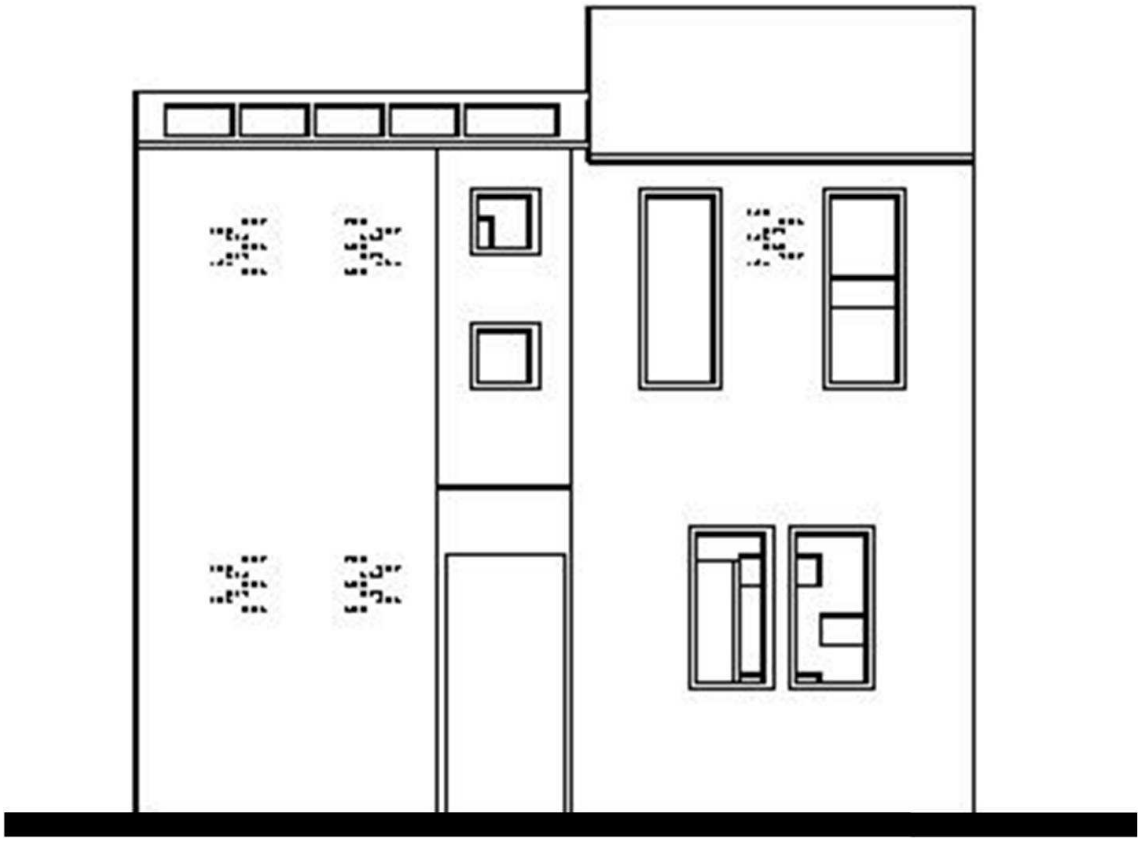
- Segundo Piso

Figura Nº 4.6: Segundo Piso



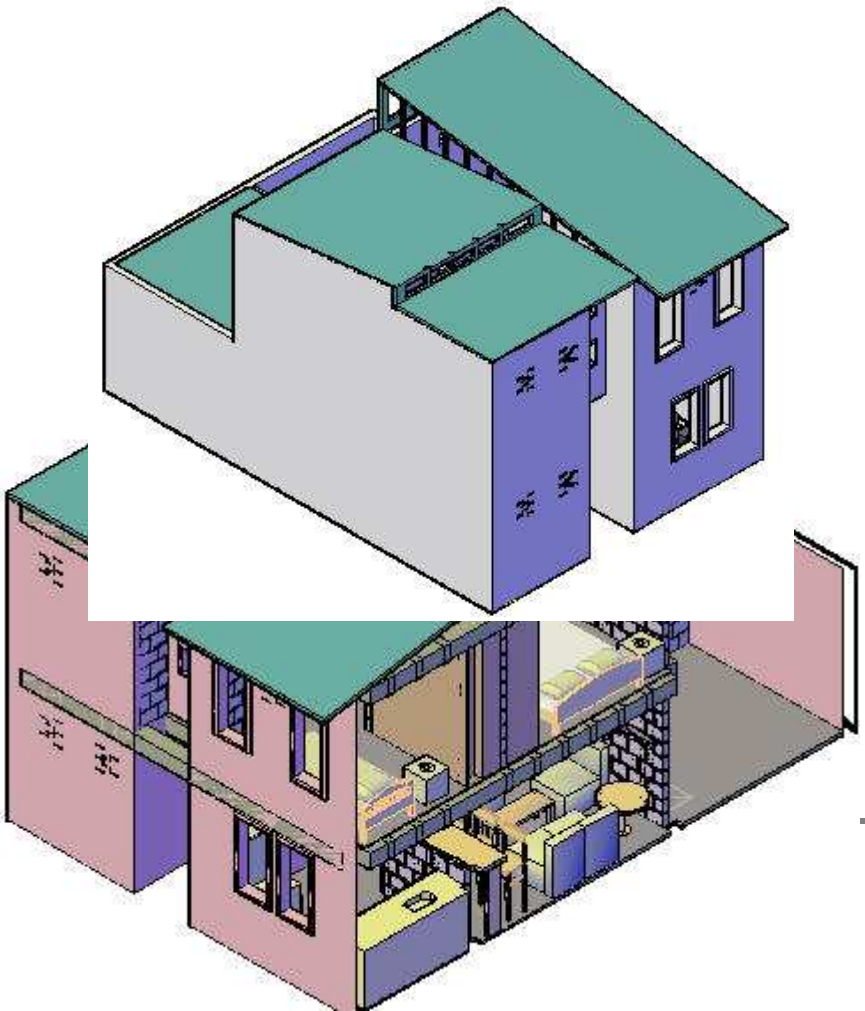
- Fachada

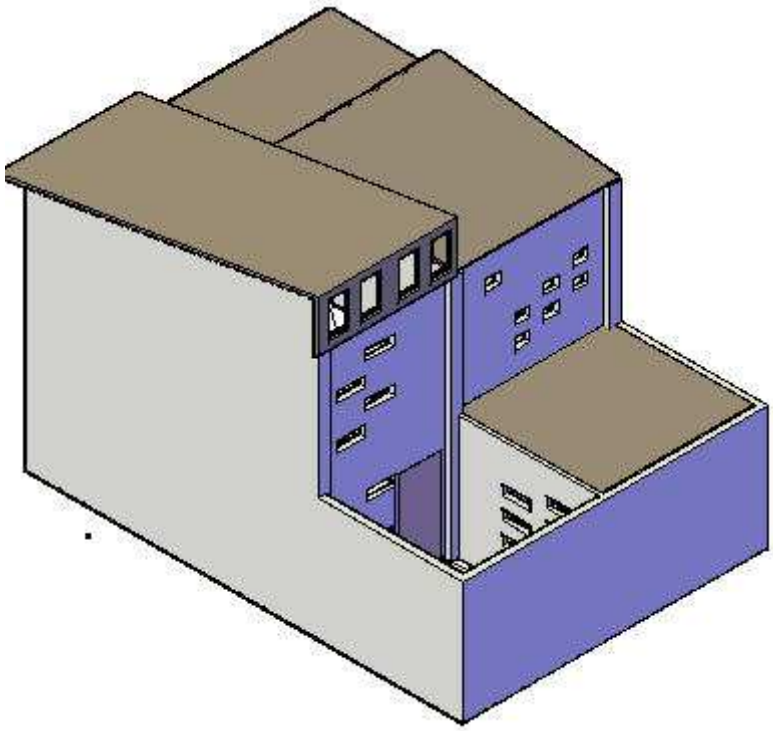
Figura Nº 4.9: Fachada

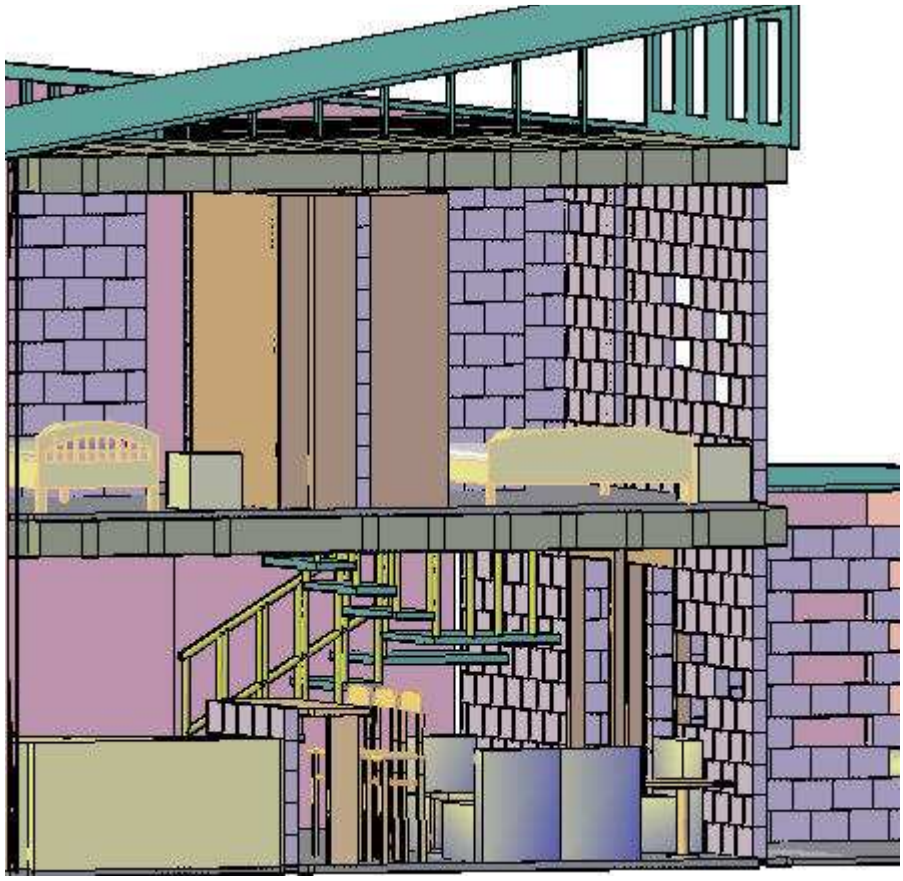


- Vistas en perspectiva

Figura Nº 4.10: Vistas perspectivas









CAPITULO 5: CONCLUSIONES

- De acuerdo a la investigación realizada es posible desarrollar un material de construcción a base de plástico reciclado que cumplas las especificaciones de la NSR-98
  .
- Los nuevos elementos constructivos desarrollados son una alternativa posible para la ejecución de muros divisorios para viviendas, más ecológicos, económicos, livianos que la mampostería de ladrillos comunes que se utilizan tradicionalmente en nuestra región.

- Desde la perspectiva social, los prefabricados desarrollados son especialmente aptos para viviendas y construcciones de interés social dado su bajo costo y tecnología simple.

- El PET es reciclado mediante un proceso muy simple y económico, no necesita estar limpio, puede contener tierra, arenillas, etc. Los envases de PET son molidos con rótulos y tapa. El procesamiento de estos materiales plásticos no deja residuo sin procesar porque incluso el sobrante molido y cementado se puede agregar a una nueva mezcla.

- Desde la perspectiva ambiental, estos elementos constructivos son pioneros en la “construcción ecológica” por reciclar un material que actualmente en gran cantidad se acumula o se entierra, con un proceso de fabricación no contaminante, y por evitar la desertificación del suelo que produce la elaboración del ladrillo común de tierra cocida al cual remplaza.

- El desarrollo del prefabricado a base de PET reciclado, constituye un paso adelante en la búsqueda de un desarrollo regional sustentable, con positivo impacto ambiental.

RECOMENDACIONES

- Los prefabricados en Plástico Reciclado tienen buena adherencia de mortero y pueden ser tratados con el mismo procedimiento de un ladrillo común de arcilla o un bloque de concreto.

- Para adaptación de instalaciones, el prefabricado debe ser cortado no golpeado.

- Para instalación de cuadros u otros elementos, se debe realizar una perforación con taladro no martillado, contando desde cada extremo a 10.95cm, nunca en el espacio de vacio.

- Para fachadas se recomienda pañetar o estucar el prefabricado con el fin de evitar el desgaste de las piezas.

- En caso de incendio apagar con agua debido a que el material no produce llama, evitar la inhalación del humo, puede ser toxico por tratarse de un elemento mineral.

BIBLIOGRAFÍA

- BONETT DIAZ, Ricardo León. “Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada”. España. Tesis Universidad Politécnica de Cataluña

- AIS, Manual de Construcción Evaluación y Rehabilitación Sismoresistente de Viviendas en Mampostería, 2001.

- RIO MERICIO, Mercedes del. Elaboraciones Y Aplicaciones Constructivas Y Paneles Prefabricados De Escayola Aligerada Y Reforzada Con Fibra De Vidrio. ETS editorial. 1999

- CENTRO EXPERIMENTAL DE LA VIVIENDA ECONÓMICA. Propuesta Ecológica para la vivienda social. Nobuko editoria.2008

- BYBEE, Rodger. Planet Earth in Crisis: How Should Science Educator Respond. 1991

- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento de construcciones Sismo-Resistentes NSR-98. Ley 400 de 1997, decreto 33 de 1998. Santa Fe de Bogotá. 1997-1998

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Técnicas Colombianas. NTC. ICONTEC. Santa Fe de Bogotá. 1998.

- www.basurillas.org
- www.ambientum.com
- www.desarrollointeligente.org
- www.urbanistas.com.ar
- www.arquitectura-tecnica.org
- www.agromoixent.org