



**DISEÑO DE UN MATERIAL DIVISORIO ECOLOGICO  
A BASE DE LLANTA USADA**

**JADE CAROLINA DIAZ MEZA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA  
PASTO – COLOMBIA  
2017**

**DISEÑO DE UN MATERIAL DIVISORIO ECOLOGICO  
A BASE DE LLANTA USADA**

**JADE CAROLINA DIAZ MEZA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar por el título de  
ARQUITECTA**

**Presidentes de Trabajo de Grado**

**ARQ: PABLO LONDOÑO BORDA**

**ING: WILLIAM CASTILLO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE ARTES**

**DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA**

**PASTO – COLOMBIA**

**2017**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966 emanado por Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño

**Nota de aceptación.**

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma jurado

---

Firma jurado

---

Firma jurado

San Juan de Pasto, Noviembre 20 de 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primero a Dios por ser esa fuerza infinita que me guía, me dio la resistencia y la constancia para culminar este proceso y finalizarlo con éxito.

A mi familia, quien de una manera directa o indirecta estuvieron apoyándome y dándome consejos para que no me detuviera si no que siguiera con más fuerza y ánimos por mi camino.

A mis profesores y asesores que me transmitieron sus conocimientos, haciendo de mí la profesional que ahora soy. Especialmente al arquitecto Pablo Londoño Borda por sembrar inquietudes valiosas quien me motivó a hacerme preguntas, a no dejar de investigar y a darme alientos para continuar en esta carrera, al ingeniero William Castillo por haberme asesorado en el campo teórico y tecnológico y siendo más que profesores, han sido mis amigos y a todos los profesores que me han dado un impulso y me han dado valiosos aportes que han contribuido a la retroalimentación de este trabajo.

A la Universidad De Nariño la cual me dio oportunidad de estudiar y aprender, para ser una mejor persona y formarme para un mejor futuro.

Por ultimo a mi persona por ser constante y nunca desfallecer a lo largo pero no imposible camino de aprendizaje y superación, camino del cual me llevo las más grandes experiencias de mi vida.

**GRACIAS A TODOS.**

## RESUMEN

ESTE PROYECTO ESTÁ ORIENTADO A LAS NECESIDADES FUTURAS DE LA ARQUITECTURA: INNOVACIÓN, ECO-EDIFICIOS, ECO-BARRIOS Y REHABILITACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, ESTAS SON LAS PALABRAS DEL CAMBIO DEL CAMBIO QUE TIENEN LUGAR EN LA ARQUITECTURA MODERNA QUE SE PROYECTA A UN FUTURO ECOLÓGICO Y BIO-SUSTENTABLE. ESTO IMPULSA EL DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES, INNOVACIÓN EN APLICACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN TENIENDO EN CUENTA ELEMENTOS RECICLABLES COMO PARTE FUNDAMENTAL DE LA SOSTENIBILIDAD. ADEMÁS, INTENTAR TRASFORMAS Y FOMENTAR LA EDUCACIÓN EN EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL UTILIZANDO LA ARQUITECTURA COMO UNA DE LAS CORRIENTES CLAVE PARA EL CAMBIO, NO SOLO DEL MEDIO AMBIENTE SI NO DE LA CONSTRUCCIÓN.

MIENTRAS PAÍSES EUROPEOS COMO ALEMANIA, FRANCIA, AUSTRIA RECICLAN HASTA EL 60% POR CIENTO DE SUS LLANTAS USADAS, EN COLOMBIA PRÁCTICAMENTE NO EXISTE TAL RECICLADO, DEBIDO A LA ESCASA CONCIENCIA AMBIENTAL Y A UN CASI INEXISTENTE SISTEMA DE CONTROL Y DE MECANISMOS NECESARIOS PARA EL CORRECTO TRATAMIENTO/RECUPERACIÓN DE LLANTAS FUERA DE USO (N.F.U), DE LOS 22 MILLONES DE LLANTAS QUE SE DESECHAN ANUALMENTE EN COLOMBIA, DE LO CUAL 91% DE LOS NFU TERMINAN EN LOTES BALDÍOS RÍOS, CARRETERAS Y RELLENOS Y ESTE PROYECTO PRESENTARA UNA ALTERNATIVA QUE SE BASA EN LA UTILIZACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE LLANTA LA CUAL PRODUCIRÁ MATERIALES, PREFABRICADO ALTERNATIVO, AL SER ECOLÓGICO Y ECONÓMICO AL MISMO TIEMPO.

SE PRESENTARA UNA ALTERNATIVA A LA MAMPOSTERÍA DE LADRILLO COMERCIAL EXISTENTE, EL CUAL ES CONTAMINANTE TANTO EN SU FABRICACIÓN COMO EN SU UTILIZACIÓN, CONSTITUYÉNDOSE ASÍ EN UN VERDADERO PROBLEMA ECOLÓGICO QUE SE PUEDE CORREGIR POR MEDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA REALIZACIÓN DE ELEMENTOS DIVISORIOS A BASE DE LLANTA USADA.

## ABSTRACT

THIS PROJECT IS ORIENTED TO THE NEEDS OF ARCHITECTURE: INNOVATION, ECO-BUILDINGS, ECO-NEIGHBORHOODS AND ENVIRONMENTAL REHABILITATION, THESE ARE THE WORDS OF THE CHANGE THAT IS TAKING PLACE IN MODERN ARCHITECTURE THAT IS PROJECTED TOWARDS AN ECOLOGICAL BIO-SUSTAINABLE. THIS DRIVES THE DEVELOPMENT OF NEW MATERIALS, INNOVATION IN CONSTRUCTION APPLICATIONS TAKING INTO ACCOUNT RECYCLABLES AS A FUNDAMENTAL PART OF SUSTAINABILITY. IN ADDITION, TRY TO TRANSFORM AND PROMOTE EDUCATION IN THE ENVIRONMENTAL CONTEXT USING ARCHITECTURE AS ONE OF THE MAIN CURRENTS FOR CHANGE, NOT ONLY THE ENVIRONMENT BUT ALSO CONSTRUCTION.

WHILE EUROPEAN COUNTRIES SUCH AS GERMANY, FRANCE AND AUSTRIA RECYCLE UP TO 60% OF THEIR USED TIRES, IN COLOMBIA THERE IS PRACTICALLY NO SUCH RECYCLING DUE TO LACK OF ENVIRONMENTAL AWARENESS AND LACK OF CONTROL AND MECHANISMS NECESSARY FOR PROPER (NFU) OF THE 22 MILLION TIRES THAT ARE CLOSED ANNUALLY IN COLOMBIA, OF WHICH 91% OF THE NFU ENDS IN VACANT LOTS, ROADS AND LANDFILLS, AND THIS PROJECT PRESENTS AN ALTERNATIVE THAT IS BASED ON THE USE OF RECYCLED TIRE MATERIAL THAT PRODUCES MATERIALS , READY-MADE ALTERNATIVE, TO BE ECOLOGICAL AND ECONOMIC AT THE SAME TIME.

AN ALTERNATIVE TO THE EXISTING COMMERCIAL MASONRY IS PRESENTED, WHICH CONTAMINATES BOTH ITS MANUFACTURE AND ITS USE, CONSTITUTING AN ECOLOGICAL PROBLEM THAT CAN BE CORRECTED BY THE IMPLEMENTATION OF A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR THE REALIZATION OF THE DIVIDING ELEMENTS OF THE BASE OF THE USED TIRE.



## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN _____	22
2. OBJETIVOS _____	23
2.1 OBJETIVO GENERAL _____	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____	23
3. MARCO TEORICO _____	24
3.1. EL RECICLAJE DEL NEUMÁTICO COMO MATERIA PRIMA _____	24
3.1.1 Producción de llantas en Colombia _____	24
3.1.2 Disposición final de llantas usadas en Colombia _____	26
3.1.3 Normativa vigente para el manejo de llantas usadas en Colombia _	27
3.1.4 Maquinaria necesaria para el reciclaje de neumáticos usados. _____	28
3.1.4.1 Plantas recicladoras de llantas usadas (N.F.U) _____	29
3.1.5 Procedimiento que realiza la planta de reciclaje con la llanta usada (N.F.U) _____	30
3.1.6 Composición físico química de la llanta _____	32
3.1.6.1 Partes de la llanta. _____	32
3.1.7 Composición química de la llanta _____	32
3.2. MAMPOSTERÍA _____	34
3.2.1. TIPOS DE MAMPOSTERÍA. _____	34
3.3. LADRILLOS _____	39
3.3.1 Tipos de ladrillos. _____	40
3.3.2 Ensayo de compresión para ladrillos estandarizado según la NSR-10. _____	51

3.4	AGLOMERANTES	52
3.4.1	Diferencias de las aglomerantes.	56
4.	REFERENTE DE MATERIAL DIVISORIO CON MATERIAL RECICLADO	56
4.1	PROPIEDADES DE LOS BLOQUES PET.	57
4.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL LADRILLO DE PLÁSTICO RECICLADO SEGÚN LOS ENSAYOS NORMALIZADOS DE LOS LABORATORIOS LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA.	59
5.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACION	60
5.1	VER LA BASURA COMO UNA SOLUCIÓN, NO COMO UN PROBLEMA	60
5.1.1	Beneficios del reciclaje	60
5.1.2	¿Por qué reciclar?	60
5.1.3	Proceso del reciclaje.	60
5.2	SELECCIÓN DE MATERIAL PARA RECICLAR A NIVEL DE SERVICIO EMAS-PASTO.	61
5.3	RECICLAJE DE LLANTAS A NIVEL DE PASTO, VALLE DEL CAUCA Y PUTUMAYO.	62
5.3.1	CORPAUL productos y materia prima	63
5.3.1.1	Material reciclable recuperado en abril a diciembre de 2014	63
5.4	VISITA A LA FABRICA CORPAUL	63
5.4.1	Operadores de llantas post-consumo	64
5.4.2	Datos de producción	64
5.4.3	Visita de la planta de reciclaje de llanta en la fábrica CORPAUL.	65
5.5	CARACTERÍSTICAS QUE EL SISTEMA DIVISORIO DEBE CUMPLIR PARA GARANTIZAR SU FUNCIONALIDAD.	68

6.	METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACION _____	69
6.1	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA LOGRAR EL SISTEMA DIVISORIO A BASE DE LLANTA USADA. _____	69
6.2.	GENERACIÓN DE HIPÓTESIS _____	70
6.2.1.	Hipótesis de una pega tipo lego _____	70
6.2.2	Propuesta hipotética del mampuesto. _____	71
6.2.2.1	Propuesta del caucho como aligerante. _____	71
6.2.2.2	Propuesta 100% caucho reciclado. _____	72
6.3	COMIENZO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO CAUCHO COMO ALEGERANTE. _____	72
6.3.1	Conclusiones _____	73
6.4	DENSIDAD RELATIVA (PESO) _____	74
6.4.1	Imágenes de los laboratorios realizados _____	75
6.4.2	Resultados del pesaje de las materias primas. _____	76
6.4.3	Tabulación de los resultados del pesaje de las materias primas. _____	77
6.4.4	Conclusiones _____	78
6.5	PORCENTAJE DE FLUIDEZ _____	79
6.5.1	Imágenes de los laboratorios realizados. _____	80
6.5.2	Resultados del laboratorio: porcentaje de fluidez _____	81
6.5.3	Tabulación de los resultados del laboratorio: porcentaje de fluidez. _____	82
6.5.4	Conclusiones _____	83
6.6	PESO DE LAS MUESTRAS _____	84
6.6.1	Imágenes de los laboratorios realizados _____	84
6.6.2	Resultados del laboratorio: peso de las muestras _____	85
6.6.3	Tabulación de los resultados del laboratorio: peso de las muestras. _____	85

6.6.4	Conclusiones _____	86
6.7	ENSAYO DE COMPRESION _____	86
6.7.1	Imágenes de los laboratorios realizados. _____	87
6.7.2	Resultados del laboratorio: ensayo de compresión. _____	88
6.7.3	Tabulación de los resultados del laboratorio: ensayo de compresión _____	88
6.7.4	Conclusiones _____	89
6.8	PORCENTAJE DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO CON MENOS AGUA _____	90
6.8.1	Imágenes de los laboratorios realizados. Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos. _____	90
6.8.2	Resultados del laboratorio: porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos. _____	91
6.8.3	Tabulación de los resultados del laboratorio: porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos. _____	92
6.8.4	Conclusiones _____	93
6.9	ENSAYO DE COMPRESION FINALES – 28 DIAS _____	93
6.9.1	Imágenes de los laboratorios realizados. Ensayo de compresión finales – 28 días _____	94
6.9.2	Resultados del laboratorio: ensayo de compresiones finales – 28 días _____	94
6.9.3	Tabulación de los resultados del laboratorio: ensayo de compresiones finales – 28 días _____	95
6.9.4	Conclusiones _____	96
6.10	PESO FINAL DE LAS MUESTRAS _____	96
6.10.1	Resultados del laboratorio: peso final de las muestras _____	97
6.10.2	Tabulación de los resultados del laboratorio: peso final de las muestras _____	97
6.10.3	Conclusiones _____	98

6.11	MORTERO DE PEGA _____	98
6.11.1	Resultados del laboratorio: morteros de pega _____	99
6.11.2	Tabulación de los resultados del laboratorio: morteros de pega ____	99
6.11.3	Conclusiones _____	100
6.12	CAUCHO 100% RECICLADO _____	100
6.12.1	Procedimientos para fundir el caucho reciclado. _____	102
6.12.2	Conclusiones _____	103
6.13	RESISTENCIA AL FUEGO _____	104
7.	PROTOTIPOS DE ELEMENTO DIVISORIO A BASE DE LLANTA USADA _____	105
7.1	PROTOTIPO 1 _____	105
7.1.1	Conclusión. _____	105
7.2	PROTOTIPO 2 _____	106
7.2.1	Conclusión. _____	106
7.3	PROTOTIPO 3 _____	107
7.3.1	Conclusión. _____	107
7.4	PROTOTIPO 4 _____	108
7.4.1	Conclusión. _____	108
7.5	PROTOTIPO 5 _____	109
7.5.1	Conclusión. _____	109
7.6	PROTOTIPO 6 _____	110
7.6.1	Conclusión. _____	110
7.7	PROTOTIPO 7 _____	111
7.7.1	Conclusión. _____	111

7.8	PROTOTIPO 8	112
7.8.1	Conclusión.	112
7.8.1.1	Geometría del modelo prototipo 8: bloque de perforación vertical.	113
7.8.1.2	Costos	113
7.8.1.3	Porcentaje de absorción de agua.	114
7.8.1.4	Enlace sencillo con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical.	115
7.8.1.5	Enlace esquinero con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical.	116
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFIA	118

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla N° 1 Generación de llantas por regiones en Colombia. _____	26
Tabla N° 2 Disposición final de llantas en Colombia. _____	26
Tabla N° 3 Normatividad vigente para el manejo de llantas en Colombia. ____	28
Tabla N° 4 Composición química de la llanta. _____	33
Tabla N° 5 Bloque de arcilla estándar. _____	42
Tabla N° 6 Ladrillo de arcilla portante aligerado. _____	43
Tabla N° 7 Bloque de arcilla grande. _____	43
Tabla N° 8 Bloque portante tipo rejilla. _____	44
Tabla N° 9 Ladrillo macizo estándar. _____	44
Tabla N° 10 Ladrillo macizo estándar. _____	45
Tabla N° 11 Ladrillo hueco divisorio. _____	45
Tabla N° 12 Ladrillo Tabique. _____	46
Tabla N° 13 Bloque de cemento grande. _____	47
Tabla N° 14 Bloque de cemento aligerado pequeño. _____	47
Tabla N° 15 Bloque estructural estándar. _____	48
Tabla N° 16 Bloque de cemento aligerado estándar. _____	48
Tabla N° 17 Bloque de cemento aligerado. _____	49
Tabla N° 18 Ladrillo para fachada en concreto. _____	49
Tabla N° 19 Ladrillo macizo de concreto. _____	50
Tabla N° 20 Ladrillo tabique en concreto. _____	50
Tabla N° 21 Resistencias mínimas y máximas en Kg/cm <sup>2</sup> para mamposterías. _____	51

Tabla N° 22 Resistencias mínimas y máximas en MPA y Kg/cm2. _____	52
Tabla N° 23 Tipos de Cales. _____	53
Tabla N° 24 Yesos. _____	54
Tabla N° 25 Cementos. _____	55
Tabla N° 26 Las diferencias y lo común entre los aglomerantes. _____	56
Tabla N° 27 Materiales reciclados cada mes por la empresa EMAS-PASTO. _____	62
Tabla N° 28 Datos de producción de la Fábrica. _____	64
Tabla N° 29 Características necesarias que cumplir del sistema divisorio propuesto. _____	68
Tabla N° 30 Porcentaje de muestras para ensayos para hipótesis de caucho como aligerante. _____	73
Tabla N° 31 Pruebas de laboratorio – Estándares según la norma ASTM C-91. _____	74
Tabla N° 32 Resultados del pesaje de las materias primas: Cauchos, Arenas, Cemento. _____	76
Tabla N° 33 Resultados de Pesaje, Relación Volumen-Peso. _____	77
Tabla N° 34 Porcentaje de muestras: Volumen-Peso. _____	77
Tabla N° 35 Resultados Porcentaje de fluidez. _____	81
Tabla N° 36 Tabulación de laboratorio: Porcentaje de fluidez. _____	82
Tabla N° 37 Resultados Peso de las Muestras. _____	85
Tabla N° 38 Tabulación de laboratorio: Peso de las Muestras. _____	85
Tabla N° 39 Resultados Ensayo de Compresión. _____	88
Tabla N° 40 Tabulación de laboratorio: Ensayo de Compresión. _____	88
Tabla N° 41 Resultados Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos. _____	91
Tabla N° 42 Tabulación de laboratorio: Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos. _____	92
Tabla N° 43 Resultados Ensayo de compresiones finales – 28 días. _____	95



Tabla N° 44 Tabulación de laboratorio: Ensayo de compresiones finales 28 días. _____	95
Tabla N° 45 Resultados Peso final de las muestras. _____	97
Tabla N° 46 Tabulación de laboratorio: Peso final de las muestras. _____	97
Tabla N° 47 Resultados Morteros de Pega. _____	99
Tabla N° 48 Tabulación de laboratorio: Morteros de Pega. _____	99
Tabla N° 49 Procedimientos para fundir el caucho reciclado. _____	102
Tabla N° 50 Prototipo 1: Ladrillo estándar macizo. _____	105
Tabla N° 51 Prototipo 2: Aligerado circular. _____	106
Tabla N° 52 Prototipo 3: Aligerado cuadrículado. _____	107
Tabla N° 53 Prototipo 4: Máximo tamaño. _____	108
Tabla N° 54 Prototipo 5: Tipo Lego. _____	109
Tabla N° 55 Prototipo 6: Sin pega Vertical. _____	110
Tabla N° 56 Prototipo 7: Liviano tamaño medio. _____	111
Tabla N° 57 Prototipo 8: Propuesta de ladrillo final. _____	112
Tabla N° 58 Valor estimado del ladrillo modelo Prototipo 8: Bloque de perforación vertical. _____	114

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura N° 1 Quema de neumáticos _____	24
Figura N° 2 Porcentaje pos-uso de llantas fuera de circulación en Colombia. _____	27
Figura N° 3 Gestión y tratamiento de NFU (Neumáticos Fuera de Uso) _____	29
Figura N° 4 Fabrica de reciclaje de llanta usada en Yumbo, Valle. Fabrica importada desde Shangai por la empresa CORPAUL. _____	30
Figura N° 5 Proceso de reciclaje. _____	31
Figura N° 6 Partes de la llanta _____	32
Figura N° 7 Composición de la llanta. _____	33
Figura N° 8 Mampostería Estructural. _____	34
Figura N° 9 Mampostería Confinada. _____	36
Figura N° 10 Mampostería Divisoria. _____	37
Figura N° 11 Clasificación del ladrillo según: Forma y Acabado. _____	40
Figura N° 12 Características del ladrillo fabricado en arcilla. _____	42
Figura N° 13 Características del ladrillo fabricado en cemento. _____	46
Figura N° 14 Relación de las fuerzas de la compresión. _____	51
Figura N° 15 Ladrillos elaborados con pastico triturado reciclado. PET _____	57
Figura N° 16 Bloque PET procesado de botellas triturados. _____	58
Figura N° 17 Ladrillos de plástico reciclado. _____	59
Figura N° 18 Proceso del reciclaje pasó a paso. _____	61
Figura N° 19 Logotipo CORPAUL _____	63
Figura N° 20 Vista de la fábrica CORPAUL de Yumbo Valle. _____	64
Figura N° 21 Elementos finales del reciclaje de la llanta. _____	68

Figura N° 22 Sistema de pega tipo lego. _____	71
Figura N° 23 Materias primas: Cauchos, arenas, cemento. _____	75
Figura N° 24 Algunas fotografías del pesaje de las materias primas. _____	75
Figura N° 25 Porcentaje de las mezclas de las materias primas. _____	79
Figura N° 26 Porcentaje de las mezclas de las materias primas. Proporción: 1:1 _____	80
Figura N° 27 Fotografías de proceso de laboratorios: porcentaje de fluidez. _	80
Figura N° 28 Fotografías de proceso de laboratorios: Peso de las Muestras.	84
Figura N° 29 Fotografías de proceso de laboratorios: Ensayo de Compresión.	87
Figura N° 30 Fotografías de proceso de laboratorios: Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos. _____	90
Figura N° 31 Fotografías de proceso de laboratorios: Ensayo de compresiones finales – 28 días. _____	94
Figura N° 32 Extrusora de polímeros. _____	101
Figura N° 33 resistencia al fuego del prototipo de ladrillo a base de caucho reciclado. _____	104
Figura N° 34: Geometría del modelo Prototipo 8: Bloque de perforación vertical. _____	113
Figura N° 35: Enlace sencillo con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical. _____	115
Figura N° 36: Enlace esquinero con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical. _____	116

## GLOSARIO

**ABSORCIÓN** - Cantidad de agua que penetra en los poros de la unidad en relación al peso seco.

**ADHERENCIA** - Adhesión y enlace del concreto ó el mortero al refuerzo ó a otras superficies junto a las cuales es colocado Capacidad del mortero para atender esfuerzos normales y tangenciales a la superficie que lo une en la estructura.

**ADITIVO** - Es toda substancia, diferente al agua, los agregados, el cemento y los refuerzos, usada como ingrediente del concreto o mortero y que se agrega a la mezcla inmediatamente antes o después del mezclado.

**ARCILLA COCIDA (CERÁMICA)** - Mezcla de arcilla, sílice y otros componentes menores, moldeados y que ha sido sometida a temperaturas altas por tiempo prolongado.

**BLOQUE** - Es un tipo de pieza de mampostería que tiene huecos.

**BLOQUE DE PERFORACIÓN HORIZONTAL** - Es un bloque de arcilla cocida cuyas perforaciones son horizontales y que se sienta sobre la cara que no tiene huecos.

**GCR** - Granulo de Caucho Reciclado.

**JUNTA DE PEGA** - Capa de mortero en cualquier dirección, utilizada para adherir las unidades de mampostería.

**MORTERO DE PEGA** - Mezcla plástica de materiales cementantes, agregado fino y agua, usado para unir las unidades de mampostería.

**MPA** - (Megapascuales) El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

**MURO ESTRUCTURAL** - Elemento estructural de longitud considerable con relación a su espesor, que atiende cargas en su plano adicional a su peso propio.

**MURO NO ESTRUCTURAL** - Elemento dispuesto para separar espacios, cargas únicamente debidas a su peso propio.

**N.F.U** - Llantas fuera de uso.

**NSR-10** - El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Es el reglamento colombiano encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

**OCADE** - Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial.

**PLASTICIDAD (MORTERO DE PEGA)** - Facilidad con que se extiende el mortero de pega sobre una superficie, sin pérdida de su uniformidad.

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA (F<sup>^</sup>)** - Resistencia nominal de la mampostera a la compresión, medida sobre el área transversal neta.

**RETENCIÓN DE AGUA** - Capacidad del mortero de pega para evitar la pérdida de humedad, manteniendo su estado plástico.

**TASA INICIAL DE ABSORCIÓN** - Medida de la cantidad de agua que absorbe la unidad de mampostería en contacto con el agua por unidad tiempo y por unidad de área.

**TNU** - Tratamiento llantas usadas.

**TOLETE** - Es una unidad de mampostería sólida. Puede ser de arcilla cocida, de concreto o silico-calcárea.

**TRABAJABILIDAD (MORTERO DE PEGA)** - Medida de la plasticidad de una mezcla.

**UNIDAD DE MAMPOSTERA** - Elemento de colocación manual, de características pétreas y estabilidad dimensional, que unida con mortero configura el muro de mampostería.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la arquitectura y la construcción se está realizando una profunda modificación motivada por la situación ambiental del mundo. Esta transformación necesita de agentes impulsores que dinamicen, orienten y vislumbren las necesidades futuras del sector. Nuevos usos, productos integradores, eco-edificios, eco-barrios y rehabilitación son palancas del cambio que tendrá lugar en este sector durante los próximos años. Desde una aportación vital a este cambio y a esta transformación del sector pasa por el desarrollo de nuevos materiales, nuevos usos y aplicaciones avanzadas de los mismos. Además, intentar la transformación y fomentar la reducción en el impacto medioambiental.

El reciclaje transforma materiales usados, que de otro modo serían simplemente desechos, en recursos muy valiosos. La recopilación de botellas usadas, latas, periódicos, etc. son reutilizables y de allí a que, llevarlos a una instalación o puesto de recogida, sea el primer paso para una serie de pasos generadores de una gran cantidad de recursos financieros, ambientales y cómo no de beneficios sociales. Pero la llanta después de su vida útil, es prácticamente abandonada y es considerada como un desecho no reutilizable por eso este proyecto realiza un estudio para la reutilización de la llanta y llevarla a una alternativa de construcción.

Ejemplos de estos avances en el reciclaje productivo enfocado hacia la arquitectura y la construcción encontraremos en numerosos materiales, sistemas poliméricos basados en recursos renovables e innovación en productos de madera, papel, vidrio, metales y plásticos son algunos ejemplos. Todos estos desarrollos suponen, además de una aportación a la transformación del sector de la construcción y una oportunidad de negocio para empresas fabricantes que quieren poner en el mercado productos con mejores propiedades a la vez que eco-eficientes.

El desarrollo de productos de todo tipo de materiales orientados al sector de la arquitectura sostenible. También encontrarán interés en los responsables comerciales y de mercado que deseen las nuevas tendencias y puedan ser visionarios de nuevas oportunidades de negocio para empresas en el sector de los materiales de construcción y con conciencia medioambiental.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Diseño de un material divisorios ecológico a base de llantas usadas, respondiendo a la arquitectura sustentable, la ecología y el reciclaje productivo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Proponer el ámbito social, económico y ambiental al que responderá el proyecto para contribuir a la ecología y a la arquitectura sustentable.
- Análisis de los referentes existentes de sistemas modulares que utilicen la llanta generando buenos niveles de confort (térmico y acústico) en las viviendas en que se aplique esta tecnología.
- Análisis físico mecánico, térmico y químicas del material escogido. Tanto en unidad completa como en las partes que la componen, especificando los niveles de confort.
- Generar hipótesis de los posibles sistemas del material teniendo en cuenta la finalidad del producto.
- Proponer el sistema constructivo a partir de las conclusiones de las propiedades del material y los sistemas modulares existentes, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos, socioculturales y estéticos vinculados al tema.
- Proceso para el diseño del sistema divisorio modular.
- Selección del material.
- Dimensionamiento del elemento divisorio.
- Dimensionar el costo del elemento divisorio modular.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 El reciclaje del neumático como materia prima.

¿Increíble no? no es un fotomontaje, la fotografía lo que nos muestra es propio un panteón de llantas en nuestro país. Uno de muchos. (Ver figura 1)

Mientras países europeos como Alemania, Francia, Austria reciclan hasta el 60% por ciento de sus llantas usadas, en Colombia prácticamente no existe tal reciclado, debido a la escasa conciencia ambiental y a un casi inexistente sistema de control y de mecanismos necesarios para el correcto tratamiento/recuperación de llantas fuera de uso (N.F.U), de los 22 millones de llantas que se desechan anualmente en Colombia el 91% de los NFU terminan en lotes baldíos, ríos, carreteras, dicha situación no solo arruina nuestros paisajes sino que se convierte en un factor generador de incendios. Este último es el problema más serio ya que ocasiona severos daños a nuestra salud.

**Figura 1: Quema de neumáticos**



Fuente: <http://www.ambientologa.net/2016/05/que-toxicos-contiene-el-humo-de-la.html>

#### 3.1.1 Producción de llantas en Colombia

En Colombia se generan unas 27.500 toneladas de residuos al día (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MADVT], 2004), de las cuales, el



40% son dispuestos en rellenos sanitarios y otro 50% en botaderos a cielo abierto y enterramientos. Únicamente el 12% es reincorporado en el ciclo productivo. La actividad del reciclaje se ejerce en Colombia desde hace más de 40 años y según organizaciones de recicladores hay 50.000 familias que viven de esta actividad, aproximadamente 300.000 personas (MADVT, 2004) <sup>1</sup>.

En una guía sectorial del reciclaje (Corredor, 2010) se encontró que sólo se realiza el reciclaje en las grandes ciudades en Colombia y los materiales que más se aprovechan son el vidrio, papel, cartón y plásticos <sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> MADVT, 2004: Resolución 643 de 2004 MAVDT, hace parte del Decreto 1200 de 2004 – Ideam. "Por el cual se determinan los Instrumentos de Planificación Ambiental y se adoptan otras disposiciones".

<sup>2</sup> Corredor, 2010: Corredor ecológico logístico para el Plan de Desarrollo 2010. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

**Tabla 1: Generación de llantas por regiones en Colombia.**

<b>GENERACIÓN DE LLANTAS POR REGION EN COLOMBIA</b>		
<b>Región</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Toneladas De Llantas</b>
Cundinamarca	28.22%	53.760
Antioquia	18.31%	34.881
Eje Cafetero	6.78%	12.916
Costa Atlántica	13.72%	26.137
Valle	17.27%	32.900
Otras Regiones	15.70%	29.909

*Fuente:* Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Gestión diferencial de llantas post-consumo, 2007.

### **3.1.2 Disposición final de llantas usadas en Colombia.**

Estos porcentajes y el crecimiento de la industria automotriz en Colombia, generan mayores residuos de llantas lo que ocasiona la inadecuada disposición de estas al final de su vida útil. Se estima que en Colombia la disposición final de llantas usadas durante el 2007 corresponde a las siguientes cifras:

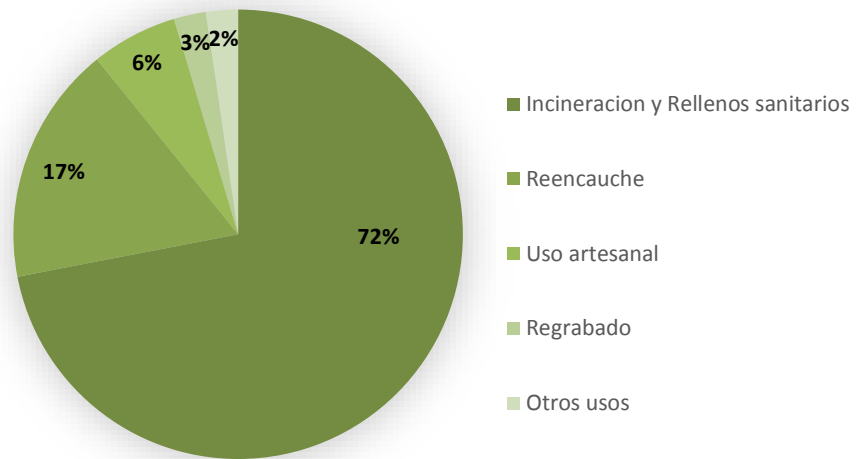
**Tabla 2: Disposición final de llantas en Colombia**

<b>Disposición final de llantas en Colombia</b>	
<b>Disposición Final</b>	<b>Porcentaje</b>
Incineración y Rellenos sanitarios	71,9 %
Reencauche	17,2 %
Uso artesanal	6,2 %
Regrabado	2,3 %
Otros usos	2,3 %

*Fuente:* Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Gestión diferencial de llantas post-consumo.

**Figura 2: Porcentaje pos-uso de llantas fuera de circulación en Colombia.**

**Porcentaje pos-uso de llantas fuera de circulación en Colombia.**



**Fuente: Elaboración propia. Tabulación de Tabla 2.**

### **3.1.3 Normativa vigente para el manejo de llantas usadas en Colombia.**

Hace muy poco el Ministerio de Ambiente fijó las responsabilidades del productor de la llanta para hacerse cargo de la disposición final de una parte de las mismas.

La misión del proyecto es utilizar el producto reciclado de llantas usadas convirtiéndolas en GCR (Granulo de Caucho Reciclado) de alta calidad para su adición en mezclas asfálticas y prestando el servicio de disposición final aplicado en el campo de la construcción en arquitectura ofreciendo un producto de óptima calidad a los clientes contribuyendo así a la sociedad en el ámbito social, económico y ambiental.

**Tabla 3: Normatividad vigente para el manejo de llantas en Colombia.**

<b>NORMATIVIDAD VIGENTE PARA EL MANEJO DE LLANTAS EN COLOMBIA.</b>		
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>APLICACIÓN</b>
RESOLUCIONES	Resolución 1457 de 2010	Por la cual se establecen los sistemas de Recolección Selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se adoptan otras disposiciones.
	Resolución 2309 de 1986	Por la cual se regula lo relacionado con el manejo, uso, disposición y transporte de los residuos sólidos con características especiales.
	Resolución 1488 de 2001	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS), y se toman otras determinaciones.
	Resolución 6981 de 2011	Por la cual se dictan lineamientos para el aprovechamiento de llantas y neumáticos usados, y llantas no conforme en el Distrito Capital.
	Resolución 3841 de 2011	Por la cual se establece la especificación técnica para la aplicación del grano de caucho reciclado (GCR) en mezclas asfálticas en caliente por vía húmeda.

**Fuente: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Gestión diferencial de llantas post-consumo, 2014.**

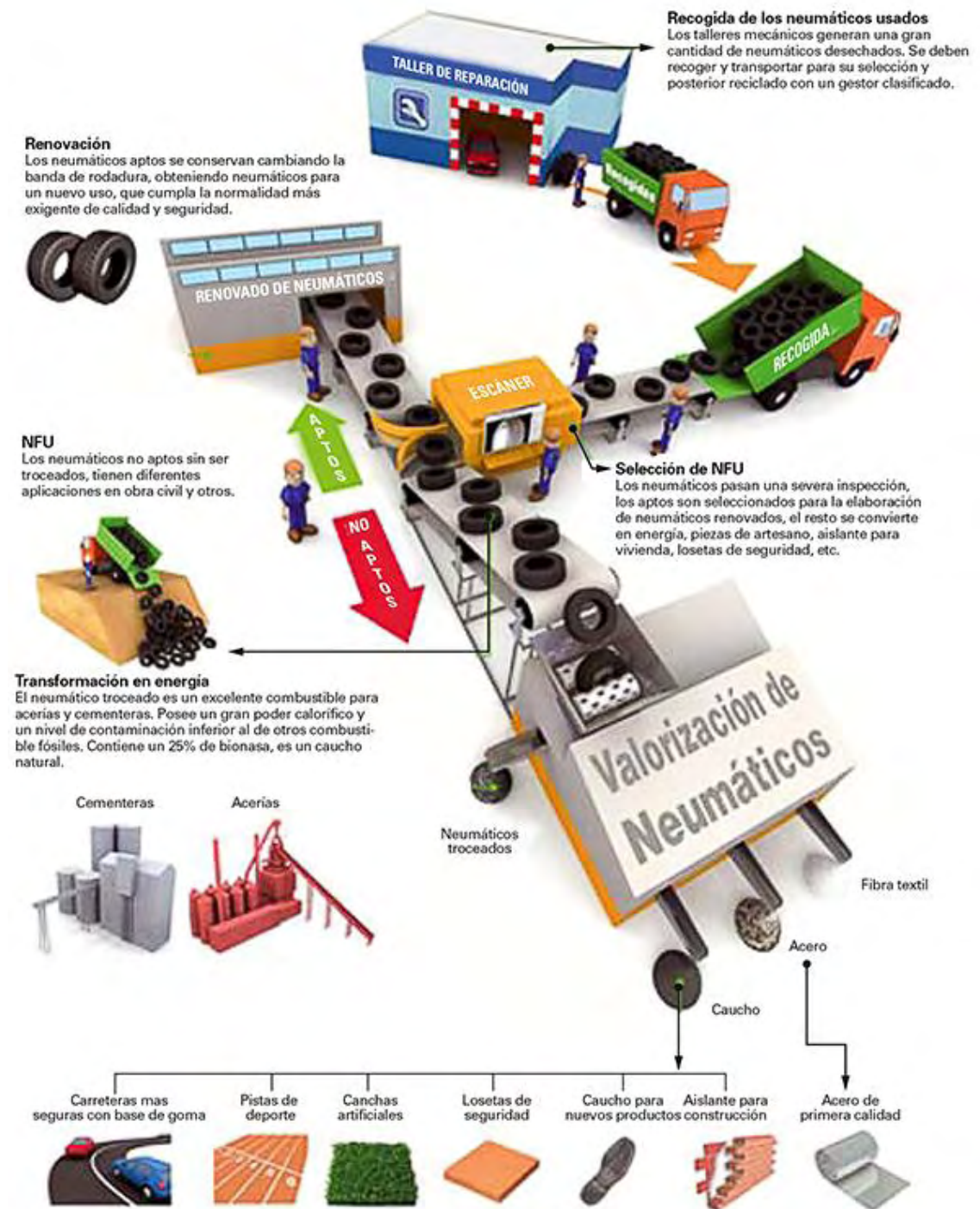
El presidente Juan Manuel Santos en su El Plan de Desarrollo 2010 - 2014 “Prosperidad para Todos” propone pasar de 900 Km a 2.000 Km de carreteras de doble calzada durante este periodo. El desarrollo que ha tenido el manejo de las llantas en Bogotá para ser utilizadas como componentes de la mezcla asfáltica para la pavimentación de sus vías, crea oportunidades de negocio particularmente para las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la gestión final de las llantas usadas para la obtención de GCR.

### **3.1.4 Maquinaria necesaria para el reciclaje de neumáticos usados.**

Tras las normativas, se aplica nuevas empresas de reciclaje de llantas para controlar y procesar la llanta cuando sale de uso.

### 3.1.4.1 Plantas recicladoras de llantas usadas (N.F.U)

Figura 3: Gestión y tratamiento de NFU (Neumáticos Fuera de Uso)



Fuente: <http://www.revistaautocrash.com/colombia-se-inunda-llantas-usadas>

Tras las nuevas leyes implementadas para el tratamiento de las llantas después de su uso, se implementó solamente en Bogotá 92 puntos de recolección de llantas usadas, las cuales transformaran la llanta en GCR para lograr una reutilización del caucho y acero que contiene la llanta, actualmente el punto de recolección más cercano y tratamiento de llantas usadas en la en el departamento del Valle del Cauca, empresa CORPAUL. Y esta será la fábrica que utilizaremos no solo como referente para nuestra investigación sino nuestro proveedor de materias primas de caucho reciclado; gracias a la fábrica CORPAUL Ubicada en Yumbo Valle, lograremos identificar el proceso y gestión del reciclaje de la llanta.

**Figura 4: Fabrica de reciclaje de llanta usada en Yumbo, Valle. Fabrica importada desde Shangai por la empresa CORPAUL.**



Fuente: <http://hospitaluniversitario.sanvicentefundacion.com/index.php/comunidad-online/noticias/107-noticias-del-hospital-universitario/783-corpaul-inaugura-planta-de-reciclaje-y-aprovechamiento-de-llantas-usadas>

### 3.1.5 Procedimiento que realiza la planta de reciclaje con la llanta usada (N.F.U)

Para poder reciclar los materiales que conforman las llantas, es necesario que estas se sometan a los siguientes procesos o fases:

- Destalonamiento: es la remoción de los alambres de acero “armónico”
- Trituración: es la reducción volumétrica de la llanta entera a trozos más pequeños, esta operación está compuesta por dos fases: la trituración primaria y la trituración secundaria.
- Granulación primaria: es la reducción volumétrica de los trozos de llantas (provenientes de las fases de trituración) en granos.
- Granulación secundaria (refinar el grano): para obtener un grano aún más fino y seleccionar los granos en base a su tamaño.
- Desmetalizado (separación magnética del acero): Esta es una unidad que se emplea para separar el hierro de los demás materiales.
- Aspiración de polvos (limpieza): son los sistemas de extracción para la aspiración de polvos de tela y de goma. Este sistema de “aspiración de polvos”. está formado por: el ciclón reductor de polvos, electro aspirador, roto válvulas, filtro de mangas y las tuvaciones.

Figura 5: Proceso de reciclaje.



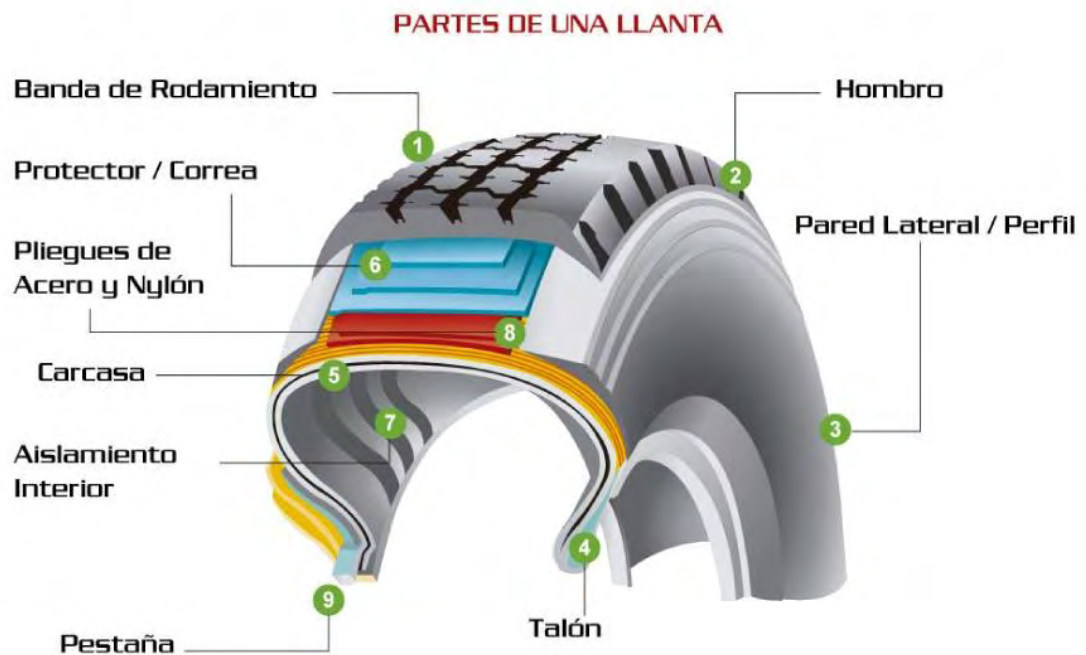
Fuente: <https://es.slideshare.net/GVEPInternational/combustibles-liquidos-y-gaseosos-a-partir-de-llantas-recicladas>

### 3.1.6 Composición físico química de la llanta

Las llantas presentan una estructura compleja, formada por diversos materiales como caucho, acero y tejido de poliamida o poliéster. La separación de estos materiales en sus componentes originales es un proceso difícil, por lo que el reciclaje de las llantas usadas se ha orientado mayormente a su aprovechamiento en conjunto.

#### 3.1.6.1 Partes de la llanta.

Figura 6: Partes de la llanta.



Fuente: <http://andrescardona20.blogspot.com.co/>

### 3.1.7 Composición química de la llanta

Las llantas están compuestas por 3 materiales los cuales son:

- Alambres de acero "armónico".
- Elastómeros mejor conocidos como goma.
- Fibras textiles.

Todos estos son materiales que a partir de su reducción, pueden ser reutilizados en nuevos procesos productivos. Gracias a los procesos de la planta recicladora que se logra la separación de las llantas en 4 componentes.



Figura 7: Composición de la llanta.



Fuente: <http://neumaticosnasa.blogspot.com.co/2016/03/proceso-de-fabricacion-del-neumatico-1.html>

Dentro de estos 4 componentes está lo químico, los cuales son utilizados para conformar la unidad de cada uno de estos elementos. Los cuales son: (Ver tabla 4)

Tabla 4: Composición química de la llanta.

Elemento	Porcentaje
Carbono (C)	70
Hidrogeno (H)	7
Azufre (S)	1..3
Cloro (Cl)	0,2...0,6
Fierro (Fe)	15
Oxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	5
Cromo (Cr)	97-ppm
Níquel (Ni)	77-ppm
Plomo (Pb)	60-760ppm
Cadmio	5-10ppm
Talio	0,2-0,3ppm

Fuente: <http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-llantas-usadas/>

## 3.2 MAMPOSTERÍA

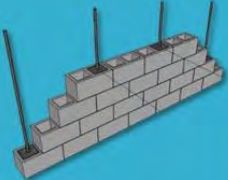
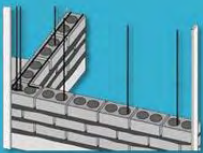


Es un sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen que pueden caracterizarse por estar sin labrar (o con una labra muy tosca).




Este sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y genera fachadas portantes; es apta para construcciones en alturas grandes. La mayor parte de la construcción es estructural.

### 3.2.1 Tipos de mampostería.

Según la Norma Colombiana Sismo resistente (NSR-10)

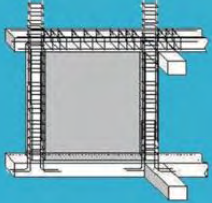

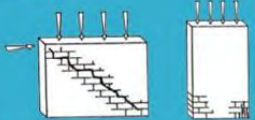

Figura 8: Mampostería Estructural.




MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	
DEFINICIÓN	 <p><b>Doble función:</b> Estructural y Arquitectónica Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero reforzada internamente con barras de acero para resistir los esfuerzos tanto verticales como horizontales.</p>
CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema denominado "muros de carga".</li> <li>• Geometrías sencillas en planta.</li> <li>• Es apta para construcciones en altura hasta unos seis pisos.</li> <li>• Buen soporte experimental y analítico.</li> </ul>
MATERIALES	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas de arcilla cocida Ladrillos estructurales.</li> <li>• Mortero de pega.</li> <li>• Mortero de relleno.</li> <li>• Refuerzo.</li> </ul> 
SISTEMA ESTRUCTURAL	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como elemento vertical los muros de mampostería reforzada que <b>debe llevar las cargas</b> de las edificación a la cimentación.</li> <li>• Como elemento horizontal las placas o entrepisos que proporcionan el <b>diafragma rígido</b> de la edificación.</li> <li>• Torsión</li> <li>• Flexión</li> <li>• Compresión</li> <li>• Cortante</li> </ul>

<b>ESFUERZOS</b>	<p><b>Compresión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortero de relleno: 12.5 Mpa. A los 28 días.</li> <li>• Mampostería: para inyección de cavidad: 6.25 Mpa.</li> <li>• Refuerzo interior del muro: 14 Mpa.</li> </ul> <p><b>Flexión:</b> de muros de mampostería: 0.85 Mpa.</p> <p><b>Cortante:</b> de muros de mampostería: 0.60 Mpa.</p> <p>FUENTE: NRS 10. Título E –Mampost. Estr. D.6.1.6 Resistencias mínimas.</p>	
<b>MANO DE OBRA</b>		<p>Se requiere en esencia un pegador y su ayudante para levantar el muro. La colocación del mortero de inyección requiere mínimo de dos personas para inyectar y vibrar el mortero.</p>
<b>EQUIPO</b>		<p>Cortadora de bloque, cuando los muros se encuentran a gran altura se recomienda una bomba de inyección de grouting, vibrador que garantice el llenado de la totalidad de las celdas.</p>
<b>RENDIMIENTO</b>		<p>El rendimiento se consigue por la interacción de cuatro cuadrillas conformadas por un oficial y dos ayudantes: se requieren dos cuadrillas para la mampostería, una para las instalaciones y otra para el armado de la placa de concreto de entrepiso. entre 50 y 75 m2 diarios.</p>
<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS</b>	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las unidades cumplen doble función, estructural y arquitectónica.</li> <li>• Disminución de desperdicios de material de muros.</li> <li>• Se pueden colocar las conducciones eléctricas, hidrosanitarias y de telecomunicaciones.</li> <li>• Obra falsa de la estructura vertical.</li> <li>• Se elimina la utilización de formaleta.</li> <li>• La mampostería reforzada provee al sistema un buen aislamiento térmico y acústico.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control riguroso sobre los procedimientos de manejo y colocación de los materiales.</li> <li>• Requiere un diseño arquitectónico riguroso que permita la adecuación vertical y horizontal de los muros.</li> <li>• Dado que todos los muros son estructurales, no se pueden hacer modificaciones en los espacios interiores de la edificación.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia. Datos de resistencia: Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-10)



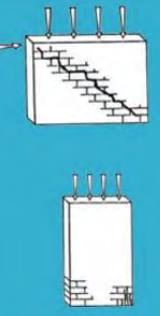
Figura 9: Mampostería Confinada.




MAMPOSTERÍA CONFINADA	
DEFINICIÓN	 <p>Mampostería con elementos de concreto reforzado (vigas y columnas de amarre), en su perímetro, vaciados después de construir el muro de mampostería simple. Lo cual indica que el sistema portante de los esfuerzos es otro sistema estructural y no la mampostería.</p>
CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen soporte experimental y analítico.</li> <li>• Es apta para construcciones en altura hasta unos seis pisos.</li> <li>• resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o el viento.</li> <li>• Las columnas de confinamiento o amarre vertical amarra los muros para que no se corran en caso de un movimiento sísmico.</li> </ul>
MATERIALES	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladrillos de arcilla cocida.</li> <li>• Mortero de pega.</li> <li>• Refuerzo.</li> <li>• Concreto.</li> <li>• Formaleta.</li> </ul>
SISTEMA ESTRUCTURAL	<p>Muros:</p>  <p>Columnas y Vigas</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las columnas de confinamiento llamadas también columnetas, deben tener una sección transversal mínima de 200 cms<sup>2</sup>.</li> <li>• Columnas, se colocan en los extremos de los muros estructurales o de carga, en la intersección de dos muros estructurales y en lugares intermedios.</li> <li>• Compresión.</li> <li>• Cortante.</li> </ul>
ESFUERZOS	<p><b>Compresión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Columnas y vidas de confinamiento: 17.5 Mpa. A los 28 días.</li> <li>• Mampostería: 4.9 Mpa.</li> </ul> <p><b>Cortante:</b> de muros de mampostería: 0,60 Mpa.</p> <p>FUENTE: NRS 10, Titulo E -Mampost. Estr. D.6.1.6 Resistencias mínimas.</p>

MANO DE OBRA		Se requiere en esencia un pegador y su ayudante para levantar el muro mampostería. La fundición de las vigas y columnas de confinamiento, se realiza con el personal de construcción de concreto reforzado.
EQUIPO		Cortadora de unidades de mampostería, la cual se debe ubicar en un lugar con suministro de agua limpia y un sistema de sedimentación y desague para el agua usada. Vibrador para la fundida de las columnas y vigas de confinamiento.
RENDIMIENTO		El rendimiento se consigue por la interacción de cuatro cuadrillas conformadas por un oficial y dos ayudantes: se requieren dos cuadrillas para la mampostería y los elementos de confinamiento, una para las instalaciones y otra para el armado de la placa de concreto de entrepiso.
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las unidades de mampostería solo cumplen la función arquitectónica.</li> <li>• Permite utilizar entrepiso total o parcialmente prefabricado dando mayor velocidad al proceso constructivo.</li> <li>• Se permite una altura des hasta 8 pisos.</li> <li>• Se pueden hacer modificaciones en los espacios interiores de la edificación.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control riguroso sobre los procedimientos de manejo y colocación de los materiales.</li> <li>• Requiere tiempo de ejecución dilatada y mano de obra extensiva.</li> <li>• La mampostería no aporta elementos de solución estructural, solo divisorio.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia. Datos de resistencia: Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-10)

Figura 10: Mampostería Divisoria.

MURO DIVISORIO	
DEFINICIÓN	 <p><b>Mampostería simple:</b> mampostería estructural sin refuerzo. Los esfuerzos dominantes son de compresión los cuales deben contrarrestar los esfuerzos de tensión producidos por las fuerzas horizontales. La NSR-98 las prohíbe explícitamente para las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia.</p>
CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el tipo tradicional de mampostería que se apareja sin refuerzos.</li> <li>• En estos muros, predominan los refuerzos de compresión que se contrarrestan con los esfuerzos de tensión que producen las fuerzas horizontales.</li> </ul>
MATERIALES	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladrillos de arcilla cocida.</li> <li>• Mortero de pega.</li> </ul>
SISTEMA ESTRUCTURAL	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresión.</li> <li>• Cortante.</li> </ul>
ESFUERZOS	<p><b>Compresión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampostería: 4.9 Mpa.</li> </ul> <p><b>Cortante:</b> de muros de mampostería: 0.60 Mpa.</p> <p>FUENTE: NRS 10, Título E –Mampost. D.1.6 Resistencias mínimas.</p>

MANO DE OBRA		<p>Un oficial y 1-2 ayudantes. Se requiere en esencia un pegador y su ayudante para levantar el muro mampostería.</p>
EQUIPO		<p>Cortadora de unidades de mampostería, la cual se debe ubicar en un lugar con suministro de agua limpia y un sistema de sedimentación y desagüe para el agua usada.</p>
RENDIMIENTO		<p>se requieren dos cuadrillas para la mampostería. Realizar interiores y laterales. 80 m2 diarios.</p>
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las unidades de mampostería solo cumplen la función arquitectónica.</li> <li>• Se pueden hacer modificaciones en los espacios interiores de la edificación.</li> <li>• No hay control riguroso sobre el procedimiento de manejo y colocación de los materiales.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se prohíbe en las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia.</li> <li>• La mampostería no aporta elementos de solución estructural, solo divisorio.</li> <li>• Se permite una altura des hasta 1 piso.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia. Datos de resistencia: Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-10)

### 3.3 LADRILLOS

El ladrillo es una pieza cerámica muy utilizada en la construcción, fabricada a base de arcillas cocidas o cementos. Cada uno de los tipos de ladrillos que veremos tiene características especiales que los hacen apropiados para determinados casos.

Los diversos tipos de ladrillos que se utilizan en la construcción dependen de la finalidad y las necesidades de la obra, en este caso vemos los tipos más comunes.




### 3.3.1 Tipos de Ladrillos.

Clasificación del ladrillo según: Forma y Acabado.

Figura 11: Clasificación del ladrillo según: Forma y Acabado.

<b>LADRILLO MACIZO - TOLETE</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> <li>Es la forma común del ladrillo.</li> <li>Es un elemento macizo y por lo tanto de bastante densidad.</li> <li>La densidad y dureza depende:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de la arcilla utilizada.</li> <li>Proceso de fabricación.</li> <li>Temperatura a la que es sometido en el horno.</li> </ul> </li> <li>Es producido en forma rudimentaria en molde de madera (gaveras).</li> <li>Se utilizan en construcciones que luego serán cubiertas.</li> </ul> </div>
<b>DEFINICION</b>	El ladrillo macizo se produce en diferentes resistencias, según los grados de calor a que es sometido. Esta diferencia en cuanto a dureza puede ocurrir accidentalmente en especial en hornos rústicos de producción periódica. Generalmente se emplea en elementos de mampostería que están sometidos a humedad o a gran peso.
<b>LADRILLO HUECO - BLOQUE - FAROL</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> <li>Puede tener huecos longitudinal o verticalmente.</li> <li>Es más liviano.</li> <li>La cantidad de huecos depende de su espesor y del molde utilizado por la fábrica.</li> <li>Debido a su tamaño este tipo de ladrillo se fabrica con estrías o ranuras exteriores longitudinales, con las que se obtiene mayor adherencia al mortero de pega y de la capa de revoque o pañete.</li> </ul> </div>
<b>DEFINICION</b>	El ladrillo hueco lo fabrican en varios tamaños y la característica mas importante es que puede tener huecos longitudinal o verticalmente. Mayor rendimiento al usarlo. Debido a su tamaño este tipo de ladrillo se fabrica con estrías o ranuras exteriores longitudinales obteniendo mayor adherencia al mortero de pega y del a capa de revoque o pañete.
<b>LADRILLO MACIZO SEMIPRENSADO - LADRILLO COMUN</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> <li>Tiene la misma forma que el ladrillo macizo común.</li> <li>El proceso de fabricación de este tipo de ladrillo es más exigente.</li> <li>Al moldearlo se utilizan gaveras de mejor acabado.</li> <li>Se utilizan a la vista en muros u otros elementos que no necesitan un acabado perfecto.</li> </ul> </div>
<b>DEFINICION</b>	Tiene la misma forma que el ladrillo macizo común. El proceso de fabricación de este tipo de ladrillo es más exigente. Al moldearlo se utilizan gaveras de mejor acabado. Después de quemado, sale una cabeza y un paramento de buen acabado y las otras caras un poco rústicas.



	<b>LADRILLO PRENSADO - ALIGERADO</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene las mismas dimensiones y apariencia exterior que el ladrillo macizo.</li> <li>• Se le llama también ladrillo tolete aligerado.</li> <li>• Sus caras son lisas y de buen acabado.</li> <li>• Los hay de uno, dos, tres o más huecos.</li> </ul>
<b>DEFINICION</b>	Tiene las mismas dimensiones y apariencia exterior que el ladrillo macizo, por lo cual se le llama también ladrillo tolete aligerado. Sus caras son lisas y de buen acabado. Los hay de uno, dos, tres o mas huecos.	
	<b>LADRILLO MACIZO PRENSADO - LADRILLO VISTA</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se fabrica con un proceso especial en moldeo metálico, independiente para cada ladrillo, o se cortan a máquina.</li> <li>• Se utiliza material de buena calidad.</li> <li>• Su quemado se efectúa en hornos de producción continua que reparten uniformemente calor.</li> <li>• Se utiliza en mampostería decorativa o a la vista.</li> </ul>
<b>DEFINICION</b>	Es de igual forma a los dos anteriores. Se fabrica con un proceso especial en moldeo metálico, independiente para cada ladrillo, o se cortan a maquina. Para este tipo de ladrillo se utiliza material de buena calidad. El proceso de molde se realiza mecánicamente para obtener mayor compactación y evitar porosidad.	
	<b>LADRILLO TABLON - TABIQUE</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene forma de ladrillo hueco pero más delgado.</li> <li>• Tiene ranuras a lo largo de los huecos que permite separarlo en dos partes.</li> <li>• Cada una de estas partes tiene forma de baldosa y se utiliza en enchapes para pisos.</li> <li>• Se fabrica en varios tamaños, de forma cuadrada y rectangular.</li> </ul>
<b>DEFINICION</b>	Tiene forma de ladrillo hueco pero mas delgado con ranuras a lo largo de los huecos que permite separarlo en dos partes. Cada una de estas partes tiene forma de baldosa y se utiliza en enchapes para pisos. Se fabrica en varios tamaños, de forma cuadrada y rectangular.	

Fuente: Elaboración Propia.

Clasificación del ladrillo según: Uso, Componentes y Características.

Figura 12: Características del ladrillo fabricado en arcilla.

LADRILLO DE ARCILLA		
<b>COMPOSICION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La arcilla con la que se elabora el ladrillo es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina.</li> <li>Se considera el adobe como el precursor del ladrillo en arcilla, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso pero producto de la cocción a altas temperaturas 350º</li> </ul>	<p><b>Composición química:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Caolín</li> <li>Pizarra</li> <li>Fedelpastos</li> <li>Diosido de silicio</li> <li>Caliza</li> <li>Dolomia</li> <li>Sulfato cálcico</li> <li>Silice</li> <li>Alúmina</li> <li>Oxido de hierro</li> <li>Pirita</li> <li>Agua</li> </ul>
		


Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Bloque de arcilla estándar.

BLOQUE ARCILLA - ESTANDAR			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	12 cm	24 cm	7 cm
	<b>Peso seco</b>	2,6 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	60 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	55 % máximo. PH	
<b>Uso:</b> Mamp. Estructural.	<b>Resistencia a la compresión</b>	18 Mpa. - 180 KG/CM <sup>2</sup>	
Fuente: <a href="http://www.arcillasdecolombia.com">www.arcillasdecolombia.com</a>			

Fuente: Elaboración propia: [www.arcillasdecolombia.com](http://www.arcillasdecolombia.com)

Tabla 6: Ladrillo de arcilla portante aligerado.

PORTANTE ALIGERADO- ESTANDAR			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	14 cm	29 cm	6 cm
	<b>Peso seco</b>	4,5 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	33 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	55 % máximo. PH	
<b>Uso:</b> Mamp. Estructural.	<b>Resistencia a la compresión</b>	12,5 Mpa. – 130 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.arcillasdecolombia.com			


Fuente: Elaboración propia. Datos: www.arcillasdecolombia.com

Tabla 7: Bloque de arcilla grande.

BLOQUE ARCILLA - GRANDE			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	14 cm	30 cm	19 cm
	<b>Peso seco</b>	7 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	16,6 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	55 % máximo. PH	
<b>Uso:</b> Mamp. Estructural.	<b>Resistencia a la compresión</b>	18 Mpa. – 180 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.arcillasdecolombia.com			

Fuente: Elaboración propia. Datos: www.arcillasdecolombia.com

Tabla 8: Bloque portante tipo rejilla.

PORTANTE - REJILLA			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	24 cm	12 cm	7 cm
	Peso seco	2,6 KG/UN	
	Rendimiento	60 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la abrasión	Recubrimiento Externo	
	Absorción de agua.	55 % máximo. PH	
Uso: Estructural. Max 4 pisos	Resistencia a la compresión	9 Mpa. - 90 KG/CM <sup>2</sup>	
Fuente: <a href="http://www.arcillasdecolombia.com">www.arcillasdecolombia.com</a>			

Fuente: Elaboración propia. Datos: [www.arcillasdecolombia.com](http://www.arcillasdecolombia.com)

Tabla 9: Ladrillo macizo estándar.

LADRILLO MACIZO - ESTANDAR			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	10 cm	20 cm	6 cm
	Peso seco	2,6 KG/UN	
	Rendimiento	50 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la abrasión	0,50 PH (perforación horizontal)	
	Absorción de agua.	NO LIMITE	
Uso: Confinada Divisoria.	Resistencia a la compresión	4,6 Mpa. - 50 KG/CM <sup>2</sup>	
Fuente: <a href="http://www.arcillasdecolombia.com">www.arcillasdecolombia.com</a>			

Fuente: Elaboración propia. Datos: [www.arcillasdecolombia.com](http://www.arcillasdecolombia.com)

Tabla 10: Ladrillo macizo estándar.

<b>LADRILLO TABIQUE - ESTANDAR</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	4 cm	33 cm	20 cm
	<b>Peso seco</b>	2 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	14 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	0,50 PH (perforación horizontal)	
	<b>Absorción de agua.</b>	24 % máximo - PH	
<b>Uso:</b> Divisoria-Recubrimiento	<b>Resistencia a la compresión</b>	1,8 Mpa. - 15 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.arcillasdecolombia.com			


Fuente: Elaboración propia. Datos: www.arcillasdecolombia.com

Tabla 11: Ladrillo hueco divisorio

<b>LADRILLO HUECO - ESTANDAR</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	12 cm	20 cm	30 cm
	<b>Peso seco</b>	2,6 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	20 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	17 PH (perforación horizontal)	
	<b>Absorción de agua.</b>	55 % máximo. PH	
<b>Uso:</b> Confinada Divisoria.	<b>Resistencia a la compresión</b>	3 Mpa. - 40 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.arcillasdecolombia.com			

Fuente: Elaboración propia. Datos: www.arcillasdecolombia.com

Tabla 12: Ladrillo Tabique.

LADRILLO TABIQUE - ESTANDAR			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	4 cm	50 cm	20 cm
	<b>Peso seco</b>	2 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	10 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	0,50 PH (perforación horizontal)	
	<b>Absorción de agua.</b>	24 % máximo - PH	
<b>Uso:</b> Divisoria-Recubrimiento	<b>Resistencia a la compresión</b>	1,8 Mpa. - 15 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.arcillasdecolombia.com			

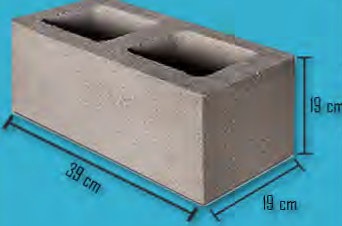
Fuente: Elaboración propia. Datos: www.arcillasdecolombia.com

Figura 13: Características del ladrillo fabricado en cemento.

LADRILLO EN CONCRETO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los bloques se fabrican vertiendo una mezcla de cemento, arena y agregados pétreos (normalmente calizos) en moldes metálicos, donde sufren un proceso de vibrado para compactar el material.</li> <li>Es habitual el uso de aditivos en la mezcla para modificar sus propiedades de resistencia, textura o color.</li> </ul>	<p><b>Composición química:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Piedra partida (la cual se pulveriza para el proceso de fabricación de bloques)</li> <li>Arena (la misma utilizada para construir)</li> <li>Cemento (Portland clase I)</li> <li>Agua. (potable)</li> <li>Dosificación es la de 1:5:2 (Cemento, Arena, piedra) + agua en proporción de un 9% del peso seco de los materiales utilizaos.</li> </ul>	

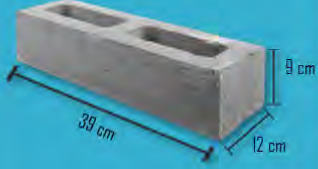
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Bloque de cemento grande

BLOQUE DE CEMENTO - GRANDE			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	19 cm	39 cm	19 cm
	<b>Peso seco</b>	16,6 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	15,6 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 % máximo.	
<b>Uso:</b> Mamp. Estructural.	<b>Resistencia a la compresión</b>	13 Mpa. - 140 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.kreato.com.co			

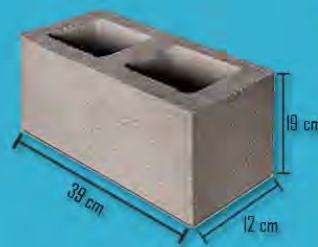
Fuente: Elaboración propia. Datos: www.kreato.com.co

Tabla 14: Bloque de cemento aligerado pequeño.

ALIGERADA - PEQUEÑO			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	12 cm	39 cm	9 cm
	<b>Peso seco</b>	6,2 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	25 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 % máximo.	
<b>Uso:</b> Mamp. Estructural.	<b>Resistencia a la compresión</b>	11 Mpa. - 120 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.kreato.com.co			

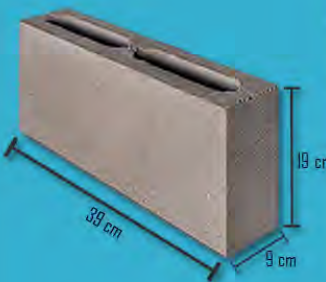
Fuente: Elaboración propia. Datos: www.kreato.com.co

Tabla 15: Bloque estructural estándar

<b>BLOQUE DE CEMENTO - ESTANDAR</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	12 cm	39 cm	19 cm
	<b>Peso seco</b>	10 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	12,5 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 % máximo.	
<b>Uso:</b> Mamp. Estructural.	<b>Resistencia a la compresión</b>	13 Mpa. - 140 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.kreato.com.co			

Fuente: Elaboración propia. Datos: www.kreato.com.co

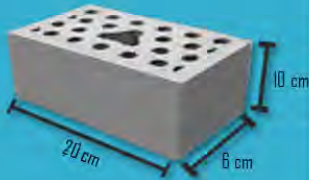
Tabla 16: Bloque de cemento aligerado estándar.

<b>ALIGERADA - ESTANDAR</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	9 cm	39 cm	19 cm
	<b>Peso seco</b>	8 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	12,5 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 % máximo.	
<b>Uso:</b> Mamp. Estructural.	<b>Resistencia a la compresión</b>	12 Mpa. - 130 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.kreato.com.co			

Fuente: Elaboración propia. Datos: www.kreato.com.co

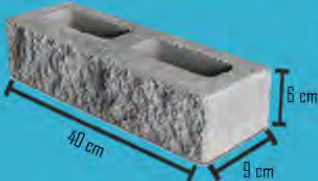


Tabla 17: Bloque de cemento aligerado.

<b>LADRILLO CONCRETO PERFORADO</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	10 cm	20 cm	6 cm
	<b>Peso seco</b>	1,8 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	50 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 %	
<b>Uso:</b> Confinada Divisoria.	<b>Resistencia a la compresión</b>	4,6 Mpa. - 50 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.arcillasdecolombia.com			

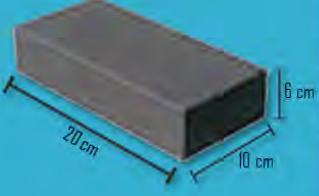
Fuente: Elaboración propia. Datos: www.kreato.com.co

Tabla 18: Ladrillo para fachada en concreto.

<b>LADRILLO FACHADA EN CONCRETO</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	9 cm	40 cm	6 cm
	<b>Peso seco</b>	6,3 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	25 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	0 -5.0 cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 % máximo.	
<b>Uso:</b> Fachada. Vista	<b>Resistencia a la compresión</b>	2,5 Mpa. - 20 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.premoldeados.co			

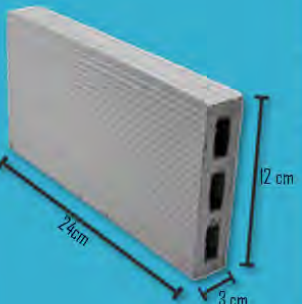
Fuente: Elaboración propia. Datos: www.premoldeados.co

Tabla 19: Ladrillo macizo de concreto.

<b>LADRILLO MACIZO DE CONCRETO</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	10 cm	20 cm	6 cm
	<b>Peso seco</b>	3 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	50 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	Recubrimiento Externo	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 % máximo.	
<b>Uso:</b> Mampos. Confinada	<b>Resistencia a la compresión</b>	5 Mpa. - 60 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.premoldeados.co			

Fuente: Elaboración propia. Datos: www.premoldeados.co

Tabla 20: Ladrillo tabique en concreto.

<b>LADRILLO TABIQUE EN CONCRETO</b>			
	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>
	3 cm	24 cm	12 cm
	<b>Peso seco</b>	0,85 KG/UN	
	<b>Rendimiento</b>	20 und/m <sup>2</sup>	
	<b>Resistencia a la abrasión</b>	0 -5.0 cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>	
	<b>Absorción de agua.</b>	12 % máximo.	
<b>Uso:</b> Fachada. Vista	<b>Resistencia a la compresión</b>	2,5 Mpa. - 20 KG/CM <sup>2</sup>	
<b>Fuente:</b> www.premoldeados.co			

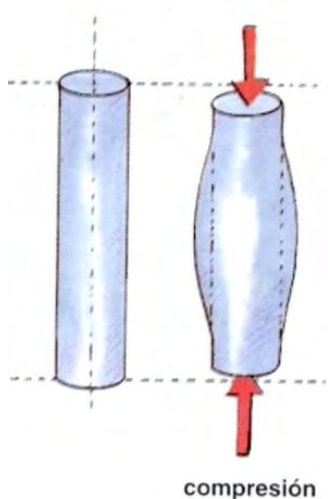
Fuente: Elaboración propia. Datos: www.premoldeados.co

### 3.3.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA LADRILLOS ESTANDARIZADO SEGÚN LA NSR-10.

Es un ensayo necesario para medir la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. En la mayoría de los casos se realiza con hormigones aunque puede realizarse sobre cualquier material. La resistencia en compresión de todos los materiales siempre es mayor o igual que en tracción.

La determinación de la resistencia a compresión se realiza con base en las normas Colombianas de resistencia a la mampostería NRS 10 - TITULO D.

Figura 14: Relación de las fuerzas de la compresión.



Fuente: <http://ingenieriadelosmaterialess.blogspot.com.co/2015/11/las-normas-son-una-parte-fundamental.html>

Tabla 21: Resistencias mínimas y máximas en Kg/cm<sup>2</sup> para mamposterías.

Tipo de mampostería	Clase de ladrillo	Resistencia característica a la compresión Mpa. Sobre área bruta	Resistencia característica a la compresión mínima kg/cm <sup>2</sup> . Sobre área bruta	Resistencia característica a la compresión máxima kg/cm <sup>2</sup> . Sobre área bruta
Mampostería Divisoria	LADRILLO TIPO I	4.9	50 kg/cm <sup>2</sup>	60 kg/cm <sup>2</sup>
Mampostería Confinada	LADRILLO TIPO II	6.9	50 kg/cm <sup>2</sup>	70 kg/cm <sup>2</sup>
Mampostería Estructural	LADRILLO TIPO III	9.3	70 kg/cm <sup>2</sup>	95 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia. Datos: NRS 10 - Título D-E.

**Tabla 22: Resistencias mínimas y máximas en MPA y Kg/cm2**

Clase de ladrillo	Resistencia característica a la compresión Mpa. Sobre área bruta	Resistencia característica a la compresión kg/cm2. Sobre área bruta
LADRILLO TIPO I	4.9	50 kg/cm2
LADRILLO TIPO II	6.9	70 kg/cm2
LADRILLO TIPO III	9.3	95 kg/cm2
LADRILLO TIPO IV	12.7	130 kg/cm2
LADRILLO TIPO V	17.6	180 kg/cm2
BLOQUE P	4.9	50 kg/cm2
BLOQUE NP	2.0	20 kg/cm2



**Fuente: Elaboración propia. Datos: NRS 10 - Título D-E.**

Estos son los estándares a respetar para que nuestro sistema divisorio a base de llanta usada para que cumpla con las normas establecidas para que sea acreditado.

### **3.4 AGLOMERANTES**

Los aglomerantes son el producto final de la acción de "aglomerar". Son capaces de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto. Se los llama también cementantes, ligantes o aglutinantes.

Tabla 23: Tipos de Cales

LAS CALES	
<b>DEFINICION</b>	<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">    </div> <div style="flex: 2; padding-left: 10px;"> <p><b>TIPOS DE CAL:</b>  <b>CAL AÉREA O GRASA</b> según se endurece en contacto con el aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta comunica adherencia al mortero, facilitando la unión de las juntas o los evoques al ladrillo, conserva el agua durante mas tiempo evitando que el secamiento rápido debilite la junta desvinculando al mortero de la albañilería; los morteros con cal aérea tienen mas trabajabilidad. Esta cal se caracteriza por su blancura.</li> <li>• Una <b>CAL HIDRÁULICA</b> cuando no solo endurece en contacto con el aire, sino que es capaz de hacerlo bajo el agua.</li> <li>• La cal hidráulica comunica resistencia a los morteros, que en general aumenta con el tiempo; endurece más rápidamente dando a los muros una resistencia inicial que permite acelerar el ritmo de las obras; se logran con ellas buenas condiciones de impermeabilidad y su facultad de endurecer fuera del contacto con el aire, la hace particularmente apta para obras hidráulicas y grandes macizos de albañilería.</li> <li>• El agregado de cemento y polvo de ladrillos comunica propiedades hidráulicas a las cales aéreas.</li> </ul> </div> </div>
<b>CARACTERISTICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dan buena resistencia mecánica y un material higroscópico</li> <li>• Absorbe vapor de agua y agua en estado líquido) esto es vital para evitar futuras infiltraciones en las paredes o estructuras de la mampostería, así como hacer que la mezcla cuente con la debida viscosidad.</li> <li>• Permitiendo el fácil manejo y trabajabilidad.</li> <li>• Mejora la capacidad de contenido de arena y la adherencia de los materiales.</li> </ul>


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Yesos

<b>LOS YESOS</b>	
  	<p><b>Existen dos tipos yeso blanco y el yeso negro:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El <b>yeso blanco</b> es el que utiliza para los acabados interiores y la mampostería, y para algunas otras obras pequeñas como divisiones, en placas preformuladas como el Durlok.</li><li>• Es el yeso que recubre las paredes, las molduras, los paneles y los techos en la gran mayoría de las construcciones, y se debe a que su acabado es más liso, parejo, moldeable y decorativo.</li><li>• Puede ser perforado y modelado con gran facilidad, permitiendo estilos y decoraciones exquisitas y a bajo costo. Puede ser mezclado con otros materiales, tales como porcelana y mármol (en placas, trozos y polvos) para adquirir acabados mucho más lujosos.</li><li>• El <b>yeso negro</b>, por su parte, es el utilizado para la construcción más estructural. Se elige para levantar o erigir tabiques y reforzar paredes, entremezclándose con otros materiales.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Es un aislante térmico ideal. A mayor densidad, mayor aislamiento térmico en la construcción.</li><li>• El yeso absorbe muy poco calor, por lo que permite un mayor provecho de las fuentes térmicas en el hogar.</li><li>• Su absorción acústica no están buena aunque combinado con materiales naturales y sintéticos se puede aumentar esta capacidad.</li><li>• Una propiedad en la que sí se destaca es la de absorber la humedad, de la estructura y del ambiente,</li></ul>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Cementos

LOS CEMENTOS	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• El mortero es una mezcla homogénea de un material cementante (cemento), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y en algunas ocasiones aditivos, prácticamente es hormigón sin el agregado grueso.</li><li>• Diseñado específicamente para el uso de pega y pañete en muros no estructurales.</li><li>• Sus usos y aplicaciones son adecuados para pega y pañete de muros interiores no estructurales.</li><li>• La uniformidad en las mezclas garantiza la calidad del producto.</li><li>• Menos desperdicio que la mezcla hecha en obra, debido a que se prepara sólo la cantidad necesaria.</li><li>• Se puede preparar con consistencia seca o plástica.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dan a los morteros y hormigones máxima resistencia mecánica.</li><li>• Aislación hidrófuga</li></ul>	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.1 Diferencias de las aglomerantes.

Tabla 26: Las diferencias y lo común entre los aglomerantes

LO COMÚN ENTRE LOS AGLOMERANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen comportamiento a la compresión.</li> <li>• Mal comportamiento a la tracción y por lo tanto, a la flexión.</li> </ul>
DIFERENCIAS ENTRE LOS AGLOMERANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia mecánica.</li> <li>• La resistencia a la intemperie</li> <li>• La posibilidad o no de fraguar bajo el agua</li> <li>• Los Pesos Específicos</li> <li>• El color</li> <li>• etc.</li> </ul>
LAS MEZCLAS SE DIVIDEN EN DOS GRANDES GRUPOS	
<p>AGLOMERANTE: CIMENTO, ÁGUA</p> <p>AGREGADOS: AREIA, BRITA</p> <p>PASTA: CIMENTO + ÁGUA</p> <p>ARGAMASSA: PASTA + AREIA</p> <p>CONCRETO: ARGAMASSA + BRITA</p>	<p><b>MORTEROS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aglomerante + Agua + Agregado Fino</li> <li>• Pasta aglomerante + agregado fino</li> </ul> <p><b>HORMIGONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aglomerante + Agua + Agregado Fino + Agregado Grueso</li> <li>• Mortero + agregado grueso</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

## 4. REFERENTE DE MATERIAL DIVISORIO CON MATERIAL RECICLADO

El problema existente es la gran contaminación ambiental existente en todo el planeta, centrándonos en el sector constructivos esta es ocasionada por extracción de minerales a suelo directo, contaminación auditiva, problemas sociales, el empleo de maquinaria pesada, la combinación y creación de los diversos materiales de construcción.



Debido a la problemática existente planteamos Los bloques y ladrillos de PET ya que con estos se busca brindar una ayuda al medio ambiente tratando de cuidar el ecosistema mediante materiales nuevos de construcción y que a su vez sean reciclados como lo son Los Bloques de PET.

Los bloques de PET son fabricados a base de POLIETILENO Y POLIPROPILENO, que se obtiene de las bolsas y envolturas de plástico que se recolectan en las barrancas de la zona, así como de material de embalaje desechado. Luego de moler ambos materiales, se someten a un proceso de refundición, a 250 grados centígrados, se integra el color, se pasa a un sistema de calandriado, donde se da el espesor al material y enseguida cae a un molde de vaciado.

La materia prima es transformada en LÁMINAS DE PLÁSTICO, ladrillos o bloques con una vida libre de mantenimiento de 20 años. Esta es una alternativa que tiene menor impacto ambiental en su fabricación, pues utiliza desperdicios agroindustriales y reciclados. Se apartara con una solución al problema con el manejo de residuos industriales; ya que son desechados a los rellenos generando mayor volumen en mismo, y contaminando el ambiente y reduciendo la vida útil de los plásticos; así con este material PET realizaremos un proceso q ayudara a aumentar la vida útil y contaminar menos.

**Figura 15: Ladrillos elaborados con pastico triturado reciclado. PET**



Fuente:<http://www.plastico.com/temas/S-S,-lider-mundial-en-la-separacion-de-contaminantes-en-el-reciclaje-de-PET+3085073>

#### **4.1 Propiedades de los bloques PET.**

- **Peso:** Debido al bajo peso específico de la materia prima, los bloques son livianos.
- **Aislantes térmicos**
- **Resistencia mecánica** menor a los elementos constructivos tradicionales
- **Absorción de agua** al 64%

- Resistentes a la intemperie
- Resistencia a la compresión (disminución de un 25 % luego del envejecimiento)
- Facilidad para ser clavados y aserrados
- Adherencia de revocos con morteros convencionales, debido a su gran rugosidad superficial.
- Resistencia al fuego
- Impermeable
- Alta transparencia, admite colorantes
- Superficie barnizable
- Alta rigidez y dureza.
- Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>
- Accesibilidad: Es un material económico debido a varios factores:
  - Una parte de la materia prima del bloque es un residuo
  - Al ser un buen aislante térmico se puede reducir el espesor y por lo tanto la cantidad de materia
  - El costo de fabricación no es muy alto a comparación con el de un hormigón común
  - Por ser un material liviano se evita el costo de transporte de carga pasada
  - Existe un ahorro a largo plazo por la reducción de la contaminación del medio ambiente, a través del reciclado de materiales desechados.

**Figura 16: Bloque PET procesado de botellas triturados.**



**BLOQUES PET PROCESADOS  
DE BOTELLAS TRITURAS**

Fuente: <http://www.elfederal.com.ar/crean-ladrillos-a-partir-de-desechos-plasticos/>

#### 4.2 Características técnicas del ladrillo de plástico reciclado según los ensayos normalizados de los laboratorios la universidad nacional de córdoba.

- **Descripción general del elemento:** se trata de un elemento constructivo no portante para muros exteriores e interiores, prefabricado del tipo liviano, que se produce en fábrica fija.
- **Dimensiones:** 5,5 cm. X 12,5 cm. X 26,2 cm.
- **Composición:** cemento, plástico polietileno, y un aditivo químico.
- **Peso por unidad:** 1443 gramos.
- **Peso por metro cuadrado de superficie** (considerando que es utilizado en una mampostería de 12,5 cm. De espesor): 79,2 kg/m<sup>2</sup>.
- **Densidad:** 1150 kg/m<sup>3</sup>.
- **Resistencia característica a la compresión:** 2,00 mpa.
- **Resistencia al envejecimiento:** es resistente a la acción de rayos ultravioleta y a ciclos alternados de humedad, según ensayo con tratamiento de quv panel.
- **Permeabilidad al vapor de agua:** entre 1,76 y 3,81 x 10<sup>-2</sup> ± 4% g/mhkpa.
- **Resistencia al fuego:** se clasifica como clase re 2: material combustible de muy baja propagación de llama.
- **Conductividad térmica:** coeficiente: 0,15 w/mk. Adherencia de revoques: 0,25 mpa.
- **Resistencia acústica:** es de 41 db, en el caso de un muro de 0,15 m. De espesor revocado de ambos lados.

Fuente de estos datos: <http://vilssa.com/ladrillos-de-plastico-reciclado>

Figura 17: Ladrillos de plástico reciclado



Fuente de estos datos: <http://vilssa.com/ladrillos-de-plastico-reciclado>

## **5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACION**

### **5.1 Ver la basura como una solución, no como un problema.**

El Reciclaje transforma materiales usados, que de otro modo serían simplemente desechos, en recursos muy valiosos. La recopilación de botellas usadas, latas, periódicos, etc. son reutilizables y de allí a que, llevarlos a una instalación o puesto de recogida, sea el primer paso para una serie de pasos generadores de una gran cantidad de recursos financieros, ambientales y cómo no de beneficios sociales. Algunos de estos beneficios se acumulan tanto a nivel local como a nivel mundial.

#### **5.1.1 Beneficios del reciclaje**

- El Reciclaje protege y amplía empleos de fabricación y el aumento de la competitividad
- Reduce la necesidad de vertederos y del proceso de incineración.
- Evita la contaminación causada por la fabricación de productos de materiales vírgenes.
- Ahorra energía.
- Reduce las emisiones de Gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático y global.
- Ahorra en Recursos naturales como son el uso de la madera, el agua y los minerales.
- Ayuda a mantener y proteger el medio ambiente para las generaciones futuras.

#### **5.1.2 ¿Por qué reciclar?**

- Porque ahorramos recursos naturales (agua, madera, petróleo, etc.).
- Porque ahorramos energía.
- Porque disminuimos el volumen de los residuos sólidos y alargamos la vida útil de los rellenos sanitarios.
- Porque reducimos la contaminación.
- Porque ahorramos materias primas para la fabricación de nuevos productos (reemplazadas con materiales reciclados).
- Porque abrimos oportunidades de negocios que pueden generar ingresos a comunidades de escasos recursos.

#### **5.1.3: Proceso del reciclaje.**

Figura 18: Proceso del reciclaje pasó a paso.

## Reciclaje Seguro, paso a paso



Fuente: <https://www.veoverde.com/2009/08/chile-compania-telefonica-y-metro-se-unen-para-reciclaje-de-moviles/>

### 5.2 Selección de material para reciclar a nivel de servicio EMAS-Pasto.

Para la selección del material se realiza la búsqueda de elementos recuperables dentro del manejo de residuos sólidos de la ciudad, Emas Pasto empresa municipal de aseo es el ente encargado 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), tiene una cobertura del 100% urbana y 30% rural, 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.

De acuerdo a EMAS, en el municipio de Pasto, se producen 8.470 toneladas de basuras al mes, de las cuales el 40% de la misma es reciclable, sin embargo el material de llantas no está contemplado dentro de los materiales a reciclar.

Dejándole, 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 públicas y privadas, recogen en 80 barrios y además le reciben a los independientes en sus instalaciones.

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo – EMAS – Pasto.

**Tabla 27: Materiales reciclados cada mes por la empresa EMAS-PASTO**

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD/MES</b>
<b>Cartón</b>	<b>110 toneladas</b>
<b>Papel</b>	<b>60 toneladas</b>
<b>Vidrio</b>	<b>25 toneladas</b>
<b>Metal</b>	<b>9 toneladas</b>
<b>Plástico</b>	<b>85 toneladas</b>
<b>Icopor</b>	<b>39 toneladas</b>

**Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo – EMAS – Pasto.**

### **5.3 Reciclaje de llantas a nivel de Pasto, Valle del Cauca y Putumayo.**

Cómo podemos ver en la “Tabla 27” no existe en Pasto un manejo de las llantas en desuso; las llantas usadas gracias a las normativas ambientales del 2014 comenzaron a ser procesadas por la empresa CORPAUL a nivel nacional. Así que analizaremos la planta de reciclaje que se encarga del manejo de llantas fuera de uso al nivel Sur-Oeste Colombiano.

Valle del Cauca, y que en un corto plazo, espera procesar 250.000 llantas de automóvil, camión y camioneta, para recuperar 1.600 toneladas grano de caucho y 250 de acero, al año.

El proceso en la Planta de CORPAUL incluye el almacenamiento temporal de llantas, su reciclaje mediante un proceso de trituración, a lo largo del cual se recupera el 80% del caucho y el 95% del acero, insumos que se almacenan para su posterior comercialización como materia prima o para la elaboración de otros productos; tales como: superficies para canchas deportivas para fútbol y pistas de atletismo, fabricación de tapetes, pisos, suelas para calzado, entre otros usos industriales.

Uno de los usos que ha cobrado mayor importancia es el de la mezcla del polvo de caucho con el asfalto, lo cual se ha comprobado ofrece grandes beneficios y está siendo utilizado con éxito en muchas partes del mundo; en Colombia, ya se viene reglamentando este uso para dicha elaboración, convirtiéndose en una alternativa ecológica de recuperación y mejoramiento en la calidad de la vías. Un ejemplo de ello es Bogotá, donde una resolución establece que se debe usar un porcentaje de polvo de caucho en el asfalto. Toda la maquinaria necesaria para este proceso fue importada de los Estados Unidos.

*Fuente: Comunicaciones Corpaul Tel: (4) 4480550 Op. 1 Exts. 120 ó 117 informacion@corpaul.com*

### 5.3.1 CORPAUL Productos y materia prima

Materia Prima: gránulo de caucho reciclado (1-6mm, mallas 4 a 20) de excelente calidad, libre de acero y fibra textil , utilizado como materia prima para múltiples aplicaciones, tales como asfalto modificado con gránulo de caucho, canchas sintéticas, superficies blandas, restrictores viales, jardines, productos moldeados, entre otros.

- Acero: libre de impurezas para la industria metalúrgica.

Superficies blandas: Estamos proyectando la producción, instalación y mantenimiento de pisos, utilizados principalmente en:

- Parques, juegos infantiles, senderos ecológicos y jardines.
- Espacios deportivos: Canchas sintéticas, gimnasios, piscinas, Pistas de trote, etc.
- Viviendas, instalaciones para eventos, establos y caballerizas.

#### 5.3.1.1 Material reciclable recuperado en abril a diciembre de 2014

101.458 neumáticos fuera de uso (NFU) fueron recogidos entre: Enero 2013 y Diciembre 2014

- Caucho
  - Grano 433 ton
  - Polvo 41,5ton
  - Total 474,5 TON
- Acero + Impurezas 154 TON

### 5.4 VISITA A LA FABRICA CORPAUL

Como parte de nuestra investigación se realiza una visita a la fábrica de reciclaje CORPAUL en Yumbo Valle, con la intención de detallar el procedimiento del reciclaje de llanta y conseguir la materia prima para nuestra propuesta de proyecto.

Figura 19: Logotipo CORPAUL



Fuente: <http://www.periodicoelpulso.com/html/1412dic/general/general-09.htm>

**Figura 20: Vista de la fábrica CORPAUL de Yumbo Valle.**



Fuente: <http://www.periodicoelpulso.com/html/1412dic/general/general-09.htm>

La información y visita fue guiada por el ingeniero Juan José Matin jefe de planta en CORPAUL Yumbo Valle.

#### **5.4.1 Operadores de llantas posconsumo**

CORPAUL: Somos el operador del programa de Manejo de Posconsumo de Llantas en el Valle del Cauca, sur del país y el Eje Cafetero, dentro del Programa a nivel nacional, comprometidos con la disminución de los riesgos que la mala disposición de las llantas usadas genera en el medio ambiente y la salud humana, hacemos la recolección, transporte y trituración de las llantas fuera de uso, para separar sus componentes (caucho, acero y fibra) y la posterior comercialización y reincorporación al sistema productivo. Nuestra planta de reciclaje de llantas está ubicada en Yumbo (Valle).

#### **5.4.2 Datos de producción:**

Se procesan 20.000 llantas al año  
 Reciben llantas hasta de un tamaño de 22,5 de RIN (diámetro de la llanta)

**Tabla 28: Datos de producción de la Fábrica.**

<b>De 1 llanta se recicla:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caucho: 59%</li> <li>• Fibra: 15%</li> <li>• Acero con impurezas: 22%</li> <li>• Perdida: 4%</li> </ul>	<b>De las 20.000 llantas recicladas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automóvil: 66%</li> <li>• Buseta: 21%</li> <li>• Camión: 13%</li> </ul>	<b>De las 20.000 llantas recicladas:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tbody> <tr> <td>Grano</td> <td style="text-align: right;">433 ton</td> </tr> <tr> <td>Polvo</td> <td style="text-align: right;">41,5ton</td> </tr> <tr> <td>Acero+impurezas</td> <td style="text-align: right;">154 ton</td> </tr> <tr> <td><b>Total:</b></td> <td style="text-align: right;"><b>628,5 ton</b></td> </tr> </tbody> </table>	Grano	433 ton	Polvo	41,5ton	Acero+impurezas	154 ton	<b>Total:</b>	<b>628,5 ton</b>
Grano	433 ton									
Polvo	41,5ton									
Acero+impurezas	154 ton									
<b>Total:</b>	<b>628,5 ton</b>									

Fuente: Elaboración propia. Datos: de la entrevista realizada.



### 5.4.3 Visita de la planta de reciclaje de llanta en la fábrica CORPAUL.



#### ALMACENAJE

- Por norma estas llantas deben ir cubiertas para evitar problemas de mosquitos y acumulación de agua dentro de las llantas
- Las llantas son almacenadas en un costado de la fabrica antes de comenzar a ser procesadas.



#### TRANSPORTE

- La empresa CORPAUL de Yumbo se encarga de la recolección de llantas en solo el sur de Colombia Ciudades como Valle de Cauca, Nariño, Cauca, Putumayo.
- Cada camión tiene la capacidad de 200 llantas de almacenaje.



#### SEPARACIÓN DE TIPO DE LLANTAS

- Las llantas se clasifican por su tamaño. Las que superan el tamaño de 17,5 (llantas de automóvil) las cuales pasan por directamente a la trituradora N° 1.
- las llantas que superan el tamaño de 17,5 llegando hasta el 22,5 (llantas de camión). La razón por la que se separa es porque la llanta de camión contiene un aro de acero en el centro para soportar las fuerzas a las que es forzado.



#### EXTRACCIÓN DE ANILLO DE ACERO

- La llanta de camión presenta un anillo interno el cual ser retraído con una maquina especial antes de pasar al triturador N° 1.
- Una vez extraído el acero es vendido a una empresa la cual se encarga de limpiarlo y fundirlo en nuevos elementos, pero el proceso del deste fabrica solo llega hasta la extracción, podemos ver que inclusive se vende con partículas aun del caucho.





## PROCESO DE RECICLADO DE LLANTAS

Una vez clasificadas las llantas son llevadas a la banda transportadora en la cual será llevadas al triturador N° 1, el cual no es mas que un clasificador de materiales, las aspas trituran la llanta y salen en granos de 1cm a 0,5cm. Otra banda lateral se encarga de llevar **otra vez** a la trituradora para lograr un grano mas fino.



Por el tamaño no se reciben llantas mas grandes de 27,5 o llantas de tractor. Hay otras recicladoras que reciben este tipo de llantas



Tras pasar por la primera trituradora el MTP es retirada y apartada para ser enviada a la siguiente trituradora.

## SEPARADO DEL HIERRO DE LAS FIBRAS

Pasando por la primera trituradora pasa a la segunda, la cual no solo tritura el granulo de caucho si no que pasa por un gran rotor imantado el cual separa todo el contenido metálico de las fibras encauchadas de la llanta.

Este rotor separa mediante una malla interna, lo cual por medio de vibraciones, separa las materias según su densidad, clasificando al cacho, metal y lona.

- Granos de diferentes granulometrías de goma que pueden variar de **0,5 a 3mm**
- Fibras textiles
- Alambres de acero armónico.

## FIBRAS DE METAL

Las fibras metálicas son separadas, aun así es difícil separar por completo la lona y retazos de caucho que son adheridas al metal.

**El metal es vendido así.**

Otras empresas se encargan de purificar el acero y fundirlo para reutilizarlo al 100%

Tras haber separado la lona y las fibras de metal del caucho es llevado a una tercera trituradora con mas potencia, para convertir los gránulos de 0,5 a 3mm, a POLVO de caucho.



Tras haber separado la lona y las fibras de metal del caucho es llevado a una tercera trituradora con mas potencia, para convertir los gránulos de 0,5 a 3mm, a POLVO de caucho.



#### Detalles de Producto

#### Información Básica

No. de Modelo: TSD2471

#### Información Adicional

Marca: Dura-shred

Estándar: CE&ISO

Código del HS: 84778000

Certificación: ISO , CE

Embalaje: as Per Customer Request

Origen: Shanghai

Capacidad de Producción: 500kg-20t/H



El polvo de caucho es llevado a unas prensas que con **PRECION Y CALOR** derriten el material para lograr un piso de caucho reciclado de llantas.

El polvo en su mayoría es comprado para ser utilizado en la construcción de carreteras. 4,2 llantas en 1 m2 de loseta de caucho reciclado con un ancho de 2 cm de ancho.



Componentes que surgen del reciclaje de la llanta:

Figura 21: Elementos finales del reciclaje de la llanta.



Fuente: elaboración propia.

### 5.5 Características que el sistema divisorio debe cumplir para garantizar su funcionalidad.

Tabla 29: características necesarias que cumplir del sistema divisorio propuesto

	<p><b>RESISTENCIA</b> El ladrillo soporta mucho mejor que otros materiales de construcción, fuerzas aplicadas: incluyendo fuerzas de tensión, fatigas y compresión. Los ladrillos poseen estructuralmente una propiedad de dureza bastante elevada cuando se le compara con otros materiales usados en construcción; esta propiedad es la resistencia que se opone a la penetración del material.</p>
	<p><b>DURABILIDAD</b> Por miles de años, los materiales de construcción muestran como han podido resistir el paso del tiempo de una forma tan favorable y sin mantenimientos especiales. Los monumentos históricos, son pruebas fehacientes del cumplimiento de una de las características principales las estructuras en ladrillo y es la de <b>no perder sus beneficios con el paso del tiempo.</b></p>
	<p><b>DESEMPEÑO TÉRMICO</b> El objetivo primario de las edificaciones es la protección contra los medios naturales, el viento, el calor, el frio y la humedad, el ladrillo es el material más eficiente y con mejor relación precio beneficio para las construcción de viviendas. Las construcciones en ladrillo son impermeables y resisten las condiciones atmosféricas cuando son bien tratados.</p>
	<p><b>AI SLAMIENTO ACÚSTICO</b> El aislamiento de sonido o pérdida de transmisión de sonido de una pared es la propiedad que le permite resistir el paso de ruido o sonido de un lado al otro. Los materiales utilizados en construcción tienen diferentes niveles de STC, es decir, clases de transmisión de los sonidos.</p>

	<p><b>RESISTENCIA AL FUEGO</b></p> <p>La resistencia al fuego es definida como la propiedad de un elemento de construcción que previene o retarda el paso de excesivo calor, gases calientes o flamas bajo ciertas condiciones de uso. Además los materiales están clasificados de acuerdo a su combustibilidad. El ladrillo es un material no combustible.</p>
	<p><b>ESTÉTICA</b></p> <p>Con el apropiado control de factores, los ladrillos y sus formas pueden exhibir una variedad sin fin de diseños, incrementando la sensibilidad y percepción arquitectónica. Los ladrillos se combinan fácilmente con los entornos de la naturaleza, y el ser humano ha apreciado por siglos esta estética combinación de elementos para conformar sus hábitats.</p>
	<p><b>ECOLÓGICO Y SOSTENIBLE</b></p> <p>Es satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. <b>A mayor tiempo de vida útil se reducen las necesidades de energía.</b> La construcción con ladrillos garantiza que al utilizar menos recursos y al obtener mayores ciclos de vida de las viviendas las generaciones futuras.</p>
	<p><b>BENEFICIO ESTRUCTURAL</b></p> <p>Se busca un equilibrio en el peso tanto con las propiedades de este por solucionar y sostener peso al que es sometido. El peso de un metro cuadrado de una pared construida en ladrillo resulta casi la mitad del peso que su par en concreto. <b>Dando como resultado estructuras más económicas</b></p>
	<p><b>RECURSOS NATURALES</b></p> <p>Se debe considerar como una gran ventaja para las ciudades el mínimo impacto de la consecución de los materiales (tierras y arcillas) más importantes utilizados en la fabricación del ladrillo. Al ser estos de consecución local/regional, no necesitan de un transporte intensivo causante de tráfico en las carreteras y su consecuente desgaste y mantenimiento.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## 6. METODOLOGÍA DE EXPERIMENTACION

### 6.1 PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA LOGRAR EL SISTEMA DIVISORIO A BASE DE LLANTA USADA.

Esta sección radica en la determinación las faces a seguir para cumplir con los objetivos propuestos.

Se planean las siguientes fases que nos permitirán un desarrollo de actividades que corresponderán a un proceso experimental para lograr un sistema divisorio a base de llanta usada que cumpla con las características que garanticen su funcionalidad. (Ver tabla 29).

- Generar hipótesis sobre el sistema divisorio
  - Hipótesis de forma final
  - Hipótesis de procedimientos técnicos y de laboratorio a seguir para lograr la forma final propuesta.
  
- Pruebas de laboratorio en los ladrillos reciclados a base de llanta usada
  - Densidad de los materiales
  - Porcentaje de fluidez
  - Porcentaje de mezclas
  - Resistencia a la compresión
  - Absorción de agua
  - Resistencia al fuego
  
- Conclusiones de laboratorios
  - Determinar el porcentaje de mezcla adecuado para el prototipo.
  
- Prototipos de sistema divisorio

La determinación de las pruebas de laboratorio como el procedimiento técnico de las mismas se realizara con base en las Normas Colombianas de resistencia a la mampostería NRS 10 TITULO D-E.

## **6.2. GENERACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **6.2.1. Hipótesis de una pega tipo lego.**

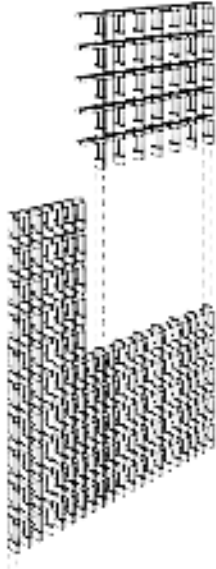
Propuesta: Tipo lego.

Para la pega sea escogido el tipo de construcción sin pega, o Tipo lego con la intención de ahorrar este elemento haciéndolo más ecológico y ahorrar tiempo de construcción. Sistema de encaje.

- El comportamiento de los elementos a la flexión se responderá con conjunto con los otros mampuestos.
- Trabajo en conjunto.
- Ahorro de materiales de construcción.
- Ahorro de tiempo en construcción.

- Montaje rápido.
- Modificaciones instantáneas de diseño.
- Remoción de elementos.
- Reparación de los elementos.
- Sistema estructural auto portante.
- Ahorro de sistema estructural adyacente.

**Figura 22: Sistema de pega tipo lego.**



**Fuente: elaboración propia.**

## **6.2.2 PROPUESTA HIPOTETICA DEL MAMPUESTO.**

### **6.2.2.1 Propuesta del caucho como aligerante.**

## PROPUESTA COMO ALIGERANTE.

Prototipo en Caucho reutilizado  
Molde Estandarizado para los Ensayos.

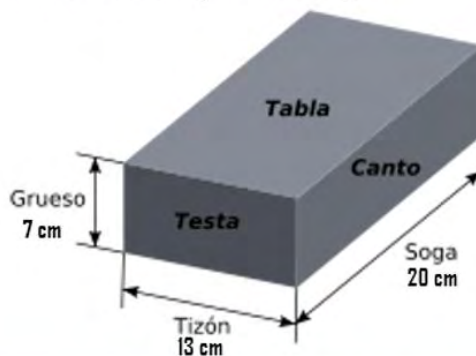


- **MATERIALIDAD:** Para reconocer el comportamiento del caucho es necesario comenzar con una base con materialidad de cemento para compara el caucho reciclado de llanta como material aligerante en la mezcla en ladrillos de concreto. este será comprimido.
- **TAMAÑO:** el tamaño escogido será el tipo estándar de mampostería, con el fin de comparar resultados de esfuerzos con los existentes y ver si cumple con la normativa.

### 6.2.2.2 Propuesta 100% Caucho reciclado.

## PROPUESTA DE CAUCHO MACIZO .

Prototipo 100% caucho reutilizado  
Molde Estandarizado para los Ensayos.



- Se utilizara la misma forma del ladrillo macizo para comparar los resultados con los ya establecidos por la norma NRS 10 TITULO E-D y así cumplir con los mínimos estandarizados y propiedades mínimas de un ladrillo.

### 6.3 COMIENZO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO CAUCHO COMO ALEGERANTE.

- Definición de las dimensiones.



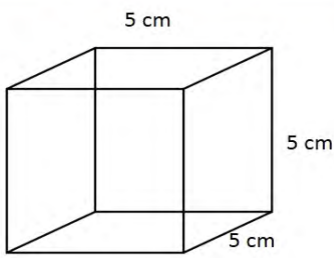
Dentro de los objetivos del proyecto, contéplanos la viabilidad de manejar el caucho como un aligerante para el mampuesto.

Se maneja una probetas estandarizadas de un unas dimensiones 5cm de alto, 5cm de ancho y 5cm de largo.

**Es cada una de las tres direcciones en que se mide la extensión de los morteros y bloques denominándolas como largo, ancho y alto. Pruebas de laboratorio de succión en los ladrillos reciclados a base de llanta usada:** La succión de agua se determinará, según lo establecido en la Norma UNE 67031-85 «Ladrillos de arcilla cocida. Ensayo de succión».

**Tabla 30: Porcentaje de muestras para ensayos para hipótesis de caucho como aligerante.**

A GRAVEDAD	Granulo 1	Granulo 2	Granulo 3	Arena Negra	Arena Blanca
CEMENTO	1:1	1:2	1:1	1:1	1:1
TESTIGOS	3	3	3	3	3
TOTAL DE ENAYOS				15	

VOLUMEN DEL ELEMENTO	REACCION FISICO - QUIMICA	
 <p>• VOLUMEN DEL ELEMENTO - 15 CM<sup>3</sup> Este tipo de molde es el estandarizado por las normativas NTC-91C - ACTM 404</p>	<p><b>MATERIALES</b></p> <p>1-Arena Blanca 2-Arena Negra 3-Cemento</p> <p>(Las arenas fueron cernidas con Tamiz 4 para arenas)</p> <p>Caucho Tipo 1 - Tamiz 6 Caucho Tipo 2 - Tamiz 10 Caucho Tipo 3 - Tamiz 20</p>	<p><b>Pruebas de Laboratorio</b></p> <p>1. 1:1 - C : C 1 2. 1:1 - C : C 2 3. 1:1 - C : C 3 4. 1:1 - C : A N 5. 1:1 - C : A B</p>

### 6.3.1 CONCLUSIONES

#### 01 - SE ESTANDARIZAN PRUEBAS A REALIZAR SEGÚN NORMATIVA



Para comenzar la transformación de la materia prima se buscó estandarizar las pruebas y procedimientos a seguir según las normas existentes para garantizar la calidad y un procedimiento correcto de elaboración del elemento divisorio, las cuales son:

Tabla 31: Pruebas de laboratorio – Estándares según la norma ASTM C-91

Pruebas de laboratorio – Estándares según la norma ASTM C-91
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Densidad Relativa:</b> Se determina el contenido de la masa de acuerdo con la especificación ASTM C91. Laboratorio debe ser elaborado con los materiales y en las proporciones que van a usarse en la obra.</li><li>• <b>Peso:</b> Relación entre la masa media por átomo de la composición nuclear natural de un elemento.</li><li>• <b>Proporciones de los materiales para los ensayos laboratorio:</b> Las mezclas en el laboratorio se usan para determinar el cumplimiento con las especificaciones técnicas vigentes ATCM C91. Los ensayos deben estar compuesto por los materiales de construcción que se van a emplear en las proporciones indicadas. Se debe medir los materiales por masa para las amasadas mezcladas en el laboratorio. Una forma de hacerlo es: Convirtiendo las proporciones por volumen a proporciones por masa.</li><li>• <b>Resistencia a la Compresión:</b> Se determina la resistencia a la compresión de acuerdo con el método de ensayo NTG 41003h4 (ASTMC109/C109M).</li><li>• <b>Retención de Agua</b> Se determina la retención de agua de acuerdo con la norma ASTM C1506. En el laboratorio debe ser elaborado con los materiales y en las proporciones que van a usarse en la obra.</li><li>• <b>Desgaste al Ambiente</b> La durabilidad se define como la resistencia que presenta ante agentes externos como: Baja temperatura, penetración de agua, desgaste por abrasión y agentes corrosivos. En general, se puede decir que morteros de alta resistencia a la compresión tienen buena durabilidad.</li></ul>

## 6.4 DENSIDAD RELATIVA (PESO)

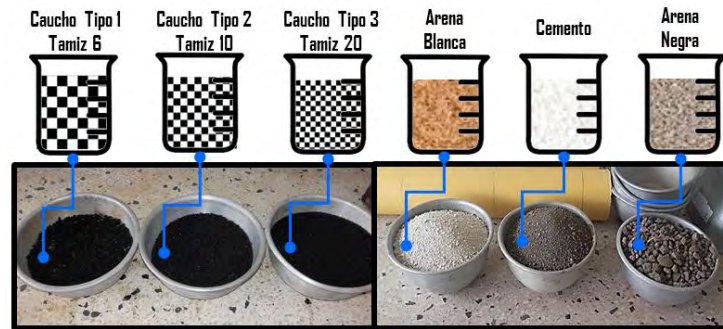
### **Pesos = Volumen Proporcionales**

- **Mezclas equivalentes.**

El objetivo principal de ésta fase radica en la determinación de las características físicas materiales a utilizar encontrando una relación entre la masa y el volumen de los mismos. Encontrando las diferencias de volumen y espacio (Peso) de los materiales a ensayar para lograr mezclas proporcionales.

Para comenzar el análisis de los materiales seleccionamos realizamos las pruebas de densidad relativa, que consistirá en analizar los materiales definiendo el peso por el volumen. Para saber la cantidad de material a utilizar en nuestras mezclas y que estas sean proporcionales.

Figura 23: Materias primas: Cauchos, arenas, cemento.





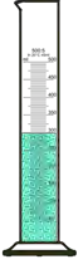
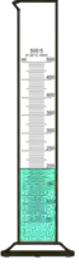








#### 6.4.1 Imágenes de los laboratorios realizados.

Figura 24: Algunas fotografías del pesaje de las materias primas.



## 6.4.2 Resultados del pesaje de las materias primas.

Tabla 32: Resultados del pesaje de las materias primas: Cauchos, Arenas, Cemento.

	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 1</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 300 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>142.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>161.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>146.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>158.3 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>163.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>156.9 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>155 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 1		• 300 ml Compacto		Prueba 1	142.8 gr	Prueba 2	161.9 gr	Prueba 3	146.8 gr	Prueba 4	158.3 gr	Prueba 5	163.1 gr	Prueba 6	156.9 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>155 GR</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 1</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 200 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>100.6 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>108.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>102.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>106.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>100.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>107.0 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>104 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 1		• 200 ml Compacto		Prueba 1	100.6 gr	Prueba 2	108.0 gr	Prueba 3	102.0 gr	Prueba 4	106.0 gr	Prueba 5	100.0 gr	Prueba 6	107.0 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>104 GR</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 1</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 100 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>54.2 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>55.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>55.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>55.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>55.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>55.7 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>56 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 1		• 100 ml Compacto		Prueba 1	54.2 gr	Prueba 2	55.4 gr	Prueba 3	55.8 gr	Prueba 4	55.0 gr	Prueba 5	55.0 gr	Prueba 6	55.7 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>56 GR</b>
CAUCHO GRUESO - TIPO 1																																																											
• 300 ml Compacto																																																											
Prueba 1	142.8 gr																																																										
Prueba 2	161.9 gr																																																										
Prueba 3	146.8 gr																																																										
Prueba 4	158.3 gr																																																										
Prueba 5	163.1 gr																																																										
Prueba 6	156.9 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>155 GR</b>																																																										
CAUCHO GRUESO - TIPO 1																																																											
• 200 ml Compacto																																																											
Prueba 1	100.6 gr																																																										
Prueba 2	108.0 gr																																																										
Prueba 3	102.0 gr																																																										
Prueba 4	106.0 gr																																																										
Prueba 5	100.0 gr																																																										
Prueba 6	107.0 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>104 GR</b>																																																										
CAUCHO GRUESO - TIPO 1																																																											
• 100 ml Compacto																																																											
Prueba 1	54.2 gr																																																										
Prueba 2	55.4 gr																																																										
Prueba 3	55.8 gr																																																										
Prueba 4	55.0 gr																																																										
Prueba 5	55.0 gr																																																										
Prueba 6	55.7 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>56 GR</b>																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 2</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 300 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>150.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>150.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>154.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>156.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>155.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>151.0 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>153 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 2		• 300 ml Compacto		Prueba 1	150.4 gr	Prueba 2	150.5 gr	Prueba 3	154.1 gr	Prueba 4	156.5 gr	Prueba 5	155.9 gr	Prueba 6	151.0 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>153 GR</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 2</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 200 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>102.3 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>102.6 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>98.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>104.3 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>99.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>94.4 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>100 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 2		• 200 ml Compacto		Prueba 1	102.3 gr	Prueba 2	102.6 gr	Prueba 3	98.0 gr	Prueba 4	104.3 gr	Prueba 5	99.7 gr	Prueba 6	94.4 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>100 GR</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 2</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 100 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>55.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>50.6 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>52.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>50.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>54.2 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>53.1 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>52 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 2		• 100 ml Compacto		Prueba 1	55.7 gr	Prueba 2	50.6 gr	Prueba 3	52.4 gr	Prueba 4	50.1 gr	Prueba 5	54.2 gr	Prueba 6	53.1 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>52 GR</b>
CAUCHO GRUESO - TIPO 2																																																											
• 300 ml Compacto																																																											
Prueba 1	150.4 gr																																																										
Prueba 2	150.5 gr																																																										
Prueba 3	154.1 gr																																																										
Prueba 4	156.5 gr																																																										
Prueba 5	155.9 gr																																																										
Prueba 6	151.0 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>153 GR</b>																																																										
CAUCHO GRUESO - TIPO 2																																																											
• 200 ml Compacto																																																											
Prueba 1	102.3 gr																																																										
Prueba 2	102.6 gr																																																										
Prueba 3	98.0 gr																																																										
Prueba 4	104.3 gr																																																										
Prueba 5	99.7 gr																																																										
Prueba 6	94.4 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>100 GR</b>																																																										
CAUCHO GRUESO - TIPO 2																																																											
• 100 ml Compacto																																																											
Prueba 1	55.7 gr																																																										
Prueba 2	50.6 gr																																																										
Prueba 3	52.4 gr																																																										
Prueba 4	50.1 gr																																																										
Prueba 5	54.2 gr																																																										
Prueba 6	53.1 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>52 GR</b>																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 3</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 300 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>131.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>134.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>133.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>131.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>130.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>130.9 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>130 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 3		• 300 ml Compacto		Prueba 1	131.4 gr	Prueba 2	134.0 gr	Prueba 3	133.4 gr	Prueba 4	131.4 gr	Prueba 5	130.5 gr	Prueba 6	130.9 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>130 GR</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 3</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 200 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>88.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>90.6 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>88.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>90.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>89.2 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>90.0 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>90 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 3		• 200 ml Compacto		Prueba 1	88.5 gr	Prueba 2	90.6 gr	Prueba 3	88.5 gr	Prueba 4	90.5 gr	Prueba 5	89.2 gr	Prueba 6	90.0 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>90 GR</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CAUCHO GRUESO - TIPO 3</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 100 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>45.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>40.6 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>42.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>40.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>44.2 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>43.1 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>42 GR</b></td></tr> </tbody> </table>	CAUCHO GRUESO - TIPO 3		• 100 ml Compacto		Prueba 1	45.7 gr	Prueba 2	40.6 gr	Prueba 3	42.4 gr	Prueba 4	40.1 gr	Prueba 5	44.2 gr	Prueba 6	43.1 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>42 GR</b>
CAUCHO GRUESO - TIPO 3																																																											
• 300 ml Compacto																																																											
Prueba 1	131.4 gr																																																										
Prueba 2	134.0 gr																																																										
Prueba 3	133.4 gr																																																										
Prueba 4	131.4 gr																																																										
Prueba 5	130.5 gr																																																										
Prueba 6	130.9 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>130 GR</b>																																																										
CAUCHO GRUESO - TIPO 3																																																											
• 200 ml Compacto																																																											
Prueba 1	88.5 gr																																																										
Prueba 2	90.6 gr																																																										
Prueba 3	88.5 gr																																																										
Prueba 4	90.5 gr																																																										
Prueba 5	89.2 gr																																																										
Prueba 6	90.0 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>90 GR</b>																																																										
CAUCHO GRUESO - TIPO 3																																																											
• 100 ml Compacto																																																											
Prueba 1	45.7 gr																																																										
Prueba 2	40.6 gr																																																										
Prueba 3	42.4 gr																																																										
Prueba 4	40.1 gr																																																										
Prueba 5	44.2 gr																																																										
Prueba 6	43.1 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>42 GR</b>																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARENA BLANCA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 300 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>307.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>305.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>290.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>301.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>309.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>304.8 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>303 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	ARENA BLANCA		• 300 ml Compacto		Prueba 1	307.1 gr	Prueba 2	305.1 gr	Prueba 3	290.0 gr	Prueba 4	301.8 gr	Prueba 5	309.8 gr	Prueba 6	304.8 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>303 gr</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARENA BLANCA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 200 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>209.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>210.2 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>219.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>217.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>208.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>212.2 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>212 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	ARENA BLANCA		• 200 ml Compacto		Prueba 1	209.9 gr	Prueba 2	210.2 gr	Prueba 3	219.0 gr	Prueba 4	217.0 gr	Prueba 5	208.8 gr	Prueba 6	212.2 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>212 gr</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARENA BLANCA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 100 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>117.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>114.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>111.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>115.2 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>118.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>116.2 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>115 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	ARENA BLANCA		• 100 ml Compacto		Prueba 1	117.0 gr	Prueba 2	114.1 gr	Prueba 3	111.7 gr	Prueba 4	115.2 gr	Prueba 5	118.7 gr	Prueba 6	116.2 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>115 gr</b>
ARENA BLANCA																																																											
• 300 ml Compacto																																																											
Prueba 1	307.1 gr																																																										
Prueba 2	305.1 gr																																																										
Prueba 3	290.0 gr																																																										
Prueba 4	301.8 gr																																																										
Prueba 5	309.8 gr																																																										
Prueba 6	304.8 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>303 gr</b>																																																										
ARENA BLANCA																																																											
• 200 ml Compacto																																																											
Prueba 1	209.9 gr																																																										
Prueba 2	210.2 gr																																																										
Prueba 3	219.0 gr																																																										
Prueba 4	217.0 gr																																																										
Prueba 5	208.8 gr																																																										
Prueba 6	212.2 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>212 gr</b>																																																										
ARENA BLANCA																																																											
• 100 ml Compacto																																																											
Prueba 1	117.0 gr																																																										
Prueba 2	114.1 gr																																																										
Prueba 3	111.7 gr																																																										
Prueba 4	115.2 gr																																																										
Prueba 5	118.7 gr																																																										
Prueba 6	116.2 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>115 gr</b>																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARENA NEGRA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 300 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>402.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>414.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>401.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>402.6 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>411.1 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>408.4 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>406 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	ARENA NEGRA		• 300 ml Compacto		Prueba 1	402.0 gr	Prueba 2	414.5 gr	Prueba 3	401.5 gr	Prueba 4	402.6 gr	Prueba 5	411.1 gr	Prueba 6	408.4 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>406 gr</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARENA NEGRA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 200 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>270.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>261.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>267.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>263.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>266.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>269.7 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>266 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	ARENA NEGRA		• 200 ml Compacto		Prueba 1	270.9 gr	Prueba 2	261.4 gr	Prueba 3	267.4 gr	Prueba 4	263.5 gr	Prueba 5	266.8 gr	Prueba 6	269.7 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>266 gr</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARENA NEGRA</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 100 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>134.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>147.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>143.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>146.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>147.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>143.8 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>144 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	ARENA NEGRA		• 100 ml Compacto		Prueba 1	134.4 gr	Prueba 2	147.8 gr	Prueba 3	143.7 gr	Prueba 4	146.9 gr	Prueba 5	147.7 gr	Prueba 6	143.8 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>144 gr</b>
ARENA NEGRA																																																											
• 300 ml Compacto																																																											
Prueba 1	402.0 gr																																																										
Prueba 2	414.5 gr																																																										
Prueba 3	401.5 gr																																																										
Prueba 4	402.6 gr																																																										
Prueba 5	411.1 gr																																																										
Prueba 6	408.4 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>406 gr</b>																																																										
ARENA NEGRA																																																											
• 200 ml Compacto																																																											
Prueba 1	270.9 gr																																																										
Prueba 2	261.4 gr																																																										
Prueba 3	267.4 gr																																																										
Prueba 4	263.5 gr																																																										
Prueba 5	266.8 gr																																																										
Prueba 6	269.7 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>266 gr</b>																																																										
ARENA NEGRA																																																											
• 100 ml Compacto																																																											
Prueba 1	134.4 gr																																																										
Prueba 2	147.8 gr																																																										
Prueba 3	143.7 gr																																																										
Prueba 4	146.9 gr																																																										
Prueba 5	147.7 gr																																																										
Prueba 6	143.8 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>144 gr</b>																																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CEMENTO</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 300 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>368.2 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>367.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>365.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>360.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>364.5 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>360.4 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>368 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	CEMENTO		• 300 ml Compacto		Prueba 1	368.2 gr	Prueba 2	367.7 gr	Prueba 3	365.5 gr	Prueba 4	360.9 gr	Prueba 5	364.5 gr	Prueba 6	360.4 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>368 gr</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CEMENTO</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 200 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>246.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>225.7 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>239.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>226.8 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>228.4 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>242.9 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>235 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	CEMENTO		• 200 ml Compacto		Prueba 1	246.9 gr	Prueba 2	225.7 gr	Prueba 3	239.4 gr	Prueba 4	226.8 gr	Prueba 5	228.4 gr	Prueba 6	242.9 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>235 gr</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CEMENTO</th> </tr> <tr> <th colspan="2">• 100 ml Compacto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Prueba 1</td><td>121.3 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 2</td><td>111.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 3</td><td>117.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 4</td><td>114.0 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 5</td><td>116.9 gr</td></tr> <tr><td>Prueba 6</td><td>117.5 gr</td></tr> <tr><td><b>TOTAL PROMEDIO</b></td><td><b>116 gr</b></td></tr> </tbody> </table>	CEMENTO		• 100 ml Compacto		Prueba 1	121.3 gr	Prueba 2	111.9 gr	Prueba 3	117.0 gr	Prueba 4	114.0 gr	Prueba 5	116.9 gr	Prueba 6	117.5 gr	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>116 gr</b>
CEMENTO																																																											
• 300 ml Compacto																																																											
Prueba 1	368.2 gr																																																										
Prueba 2	367.7 gr																																																										
Prueba 3	365.5 gr																																																										
Prueba 4	360.9 gr																																																										
Prueba 5	364.5 gr																																																										
Prueba 6	360.4 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>368 gr</b>																																																										
CEMENTO																																																											
• 200 ml Compacto																																																											
Prueba 1	246.9 gr																																																										
Prueba 2	225.7 gr																																																										
Prueba 3	239.4 gr																																																										
Prueba 4	226.8 gr																																																										
Prueba 5	228.4 gr																																																										
Prueba 6	242.9 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>235 gr</b>																																																										
CEMENTO																																																											
• 100 ml Compacto																																																											
Prueba 1	121.3 gr																																																										
Prueba 2	111.9 gr																																																										
Prueba 3	117.0 gr																																																										
Prueba 4	114.0 gr																																																										
Prueba 5	116.9 gr																																																										
Prueba 6	117.5 gr																																																										
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>116 gr</b>																																																										

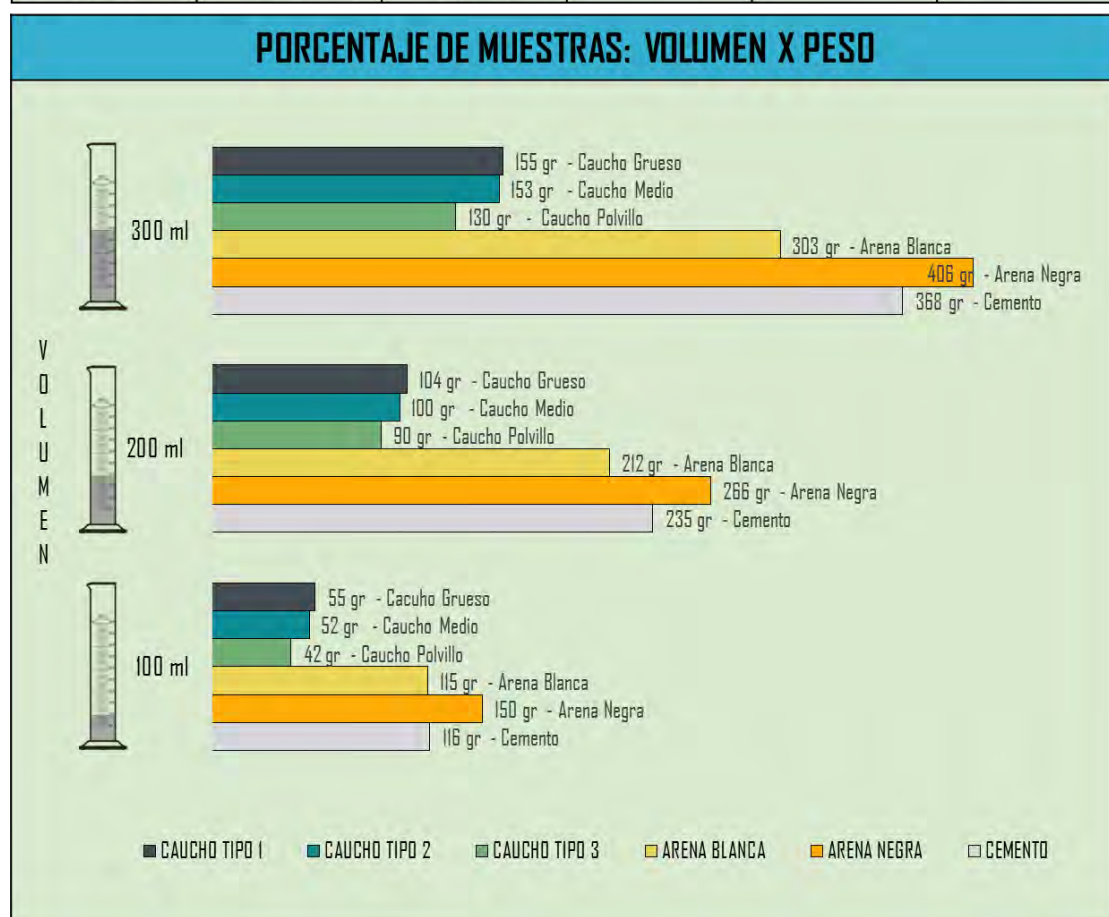
**Tabla 33: Resultados de Pesaje, Relación Volumen-Peso.**

CAUCHO GRUESO - TIPO 1		CAUCHO POLVILLO - TIPO 3		ARENA NEGRA	
300 ml Compacto	155 GR	300 ml Compacto	130 GR	300 ml Compacto	406 GR
200 ml Compacto	104 gr	200 ml Compacto	90 gr	200 ml Compacto	266 gr
100 ml Compacto	55 gr	100 ml Compacto	42 gr	100 ml Compacto	150 gr
CAUCHO MEDIO - TIPO 2		ARENA BLANCA		CEMENTO	
300 ml Compacto	153 GR	300 ml Compacto	303 GR	300 ml Compacto	368 GR
200 ml Compacto	100 gr	200 ml Compacto	212 gr	200 ml Compacto	235 gr
100 ml Compacto	52 gr	100 ml Compacto	115 gr	100 ml Compacto	116 gr

### 6.4.3 Tabulación de los resultados del pesaje de las materias primas.

**Tabla 34: Porcentaje de muestras: Volumen-Peso**

CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 2	CAUCHO TIPO 3	ARENA BLANCA	ARENA NEGRA	CEMENTO
CAUCHO GRUESO TAMIZ: 6	CAUCHO MEDIO TAMIZ: 10	CAUCHO POLVILLO TAMIZ: 20	TAMIZADA	TAMIZADA	TAMIZADA



## 6.4.4 CONCLUSIONES

### 04 – DENSIDAD RELATIVA (PESO)



- El objetivo principal de ésta fase radica en la **determinación de las características físicas** materiales a utilizar encontrando una relación entre la masa y el volumen de los mismos. Encontrando las diferencias de volumen y espacio (Peso) de los materiales a ensayar para **lograr mezclas proporcionales**.
- El caucho ocupa mas espacio por cada Mililitro lo cual lo hace mas liviano en comparacion con las arenas de construccion.
- Por cada 150 gramos de arena negra, el caucho ocupa la mitad del peso con 55 gramos en el mismos 100 Mililitros de volumen.



### 05 – CAUCHO TIENE MENOR PESO QUE LA ARENA



La relación entre la masa y el volumen: El caucho ocupa mas espacio por cada Mililitro lo cual lo hace mas liviano que las arenas de construcción.



- Arena Negra tiene una diferencia del 64% en peso con respecto al Caucho Tipo 1

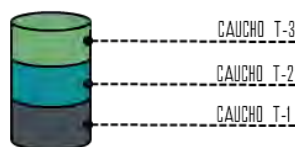


- Arena blanca tiene una diferencia del 53% en peso con respecto al Caucho Tipo 1

### 06 – DIFERENCIAS ENTRE LOS GRANULOS DE CAUCHO



La diferencia entre los caucho consiste en el tamaño del granulo, el tamaño mas grueso (Tamiz 6) tiene mayor peso que el polvillo (Tamiz 20) el caucho en polvillo por su menor peso es el material predilecto para la propuesta aligerante del sistema divisorio.



CAUCHOS EN GRAMOS			
CAUCHO GRUESO	T-1	100 ml	55 GR
CAUCHO MEDIO	T-2	100 ml	52 gr
CAUCHO POLVILLO	T-3	100 ml	42 gr

## 6.5 PORCENTAJE DE FLUIDEZ

### Cantidad correcta de agua en una mezcla.

El porcentaje de fluidez tiene que ver con la facilidad con que la mezcla es manejable sin que se produzcan problemas de segregación, el tiempo en que la mezcla se puede trabajar sin que fragüe o se seque, la facilidad de colocación y la capacidad que posee la mezcla para retener el agua aun estando en contacto con superficies absorbentes como los tabiques u otros elementos constructivos.

Como se puede uno imaginar, resulta muy difícil calificar la trabajabilidad de una mezcla con una simple prueba, sin embargo se ha logrado evaluar de manera indirecta la trabajabilidad de una mezcla por medio de la prueba de fluidez, aunque en realidad la prueba de fluidez se relaciona más concretamente con lo aguado de la mezcla. La prueba de fluidez se realiza en una mesa de fluidez como la mostrada en la Figura 23.

Figura 25: Porcentaje de las mezclas de las materias primas.

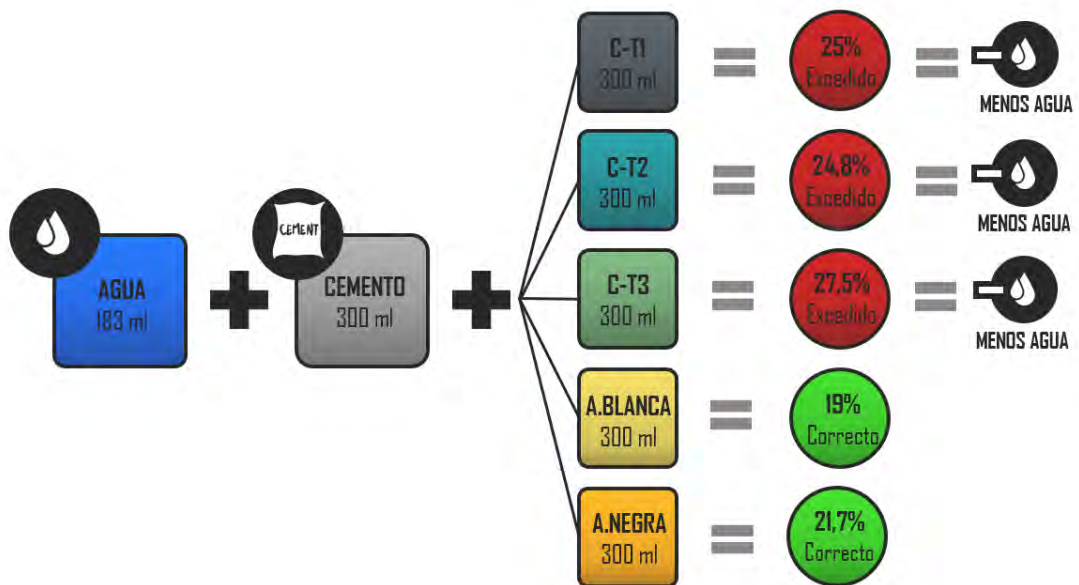
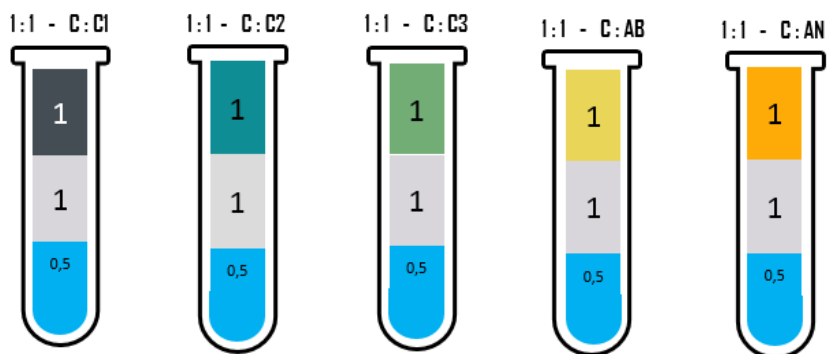


Figura 26: Porcentaje de las mezclas de las materias primas. Proporción: 1:1



### 6.5.1 Imágenes de los laboratorios realizados.

Figura 27: Fotografías de proceso de laboratorios: porcentaje de fluidez

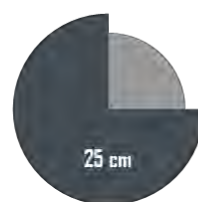




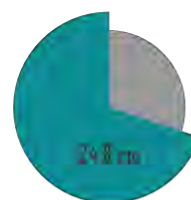
## 6.5.2 Resultados del laboratorio: Porcentaje de fluidez.

Tabla 35: Resultados Porcentaje de fluidez.

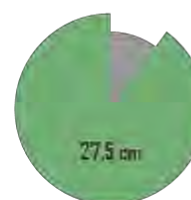
1 : 1 - CAUCHO TIPO 1 X CEMENTO				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,4 gr	
CAUCHO	300 ML		152,8 gr	
AGUA : 0,5	183 ML		183 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
1 : 1 - CAUCHO TIPO 2 X CEMENTO				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,5 gr	
CAUCHO	300 ML		150,5 gr	
AGUA : 0,5	183 ML		183 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	25 cm	25 cm	24 cm	24,5 cm
1 : 1 - CAUCHO TIPO 3 X CEMENTO				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,4 gr	
CAUCHO	300 ML		131,6 gr	
AGUA : 0,5	183 ML		183 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	27 cm	26,6 cm	27 cm	26,5 cm
1 : 1 - CEMENTO X ARENA BLANCA				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,5 gr	
CAUCHO	300 ML		305,5 gr	
AGUA : 0,5	183 ML		183 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	18,5 cm	19,5 cm	19 cm	19 cm
1 : 1 - CEMENTO X ARENA NEGRA				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,4 gr	
CAUCHO	300 ML		410 gr	
AGUA : 0,5	183 ML		183 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	22 cm	22 cm	21,8 cm	21 cm



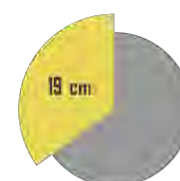
Porcentaje 25cm de Diámetro



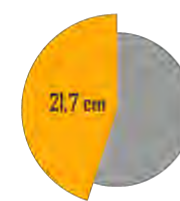
Porcentaje 24.8cm de Diámetro



Porcentaje Excedido: 27.5



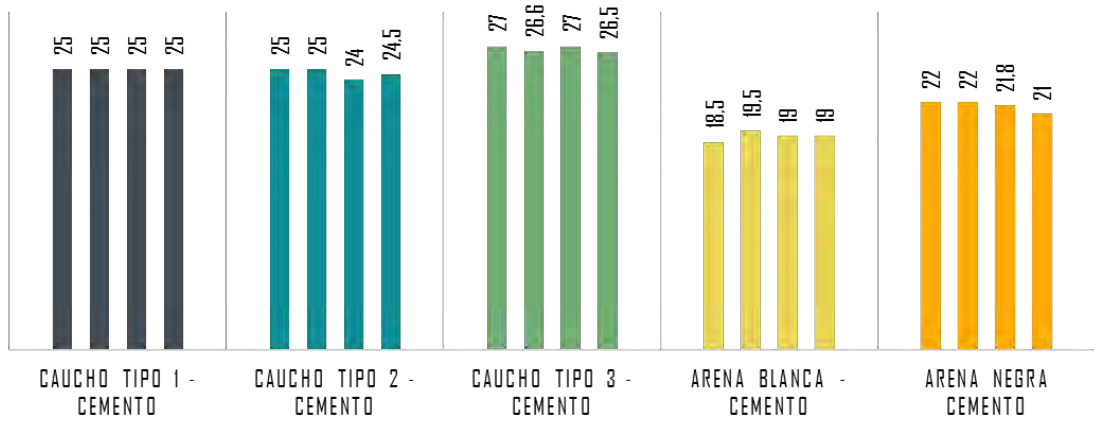
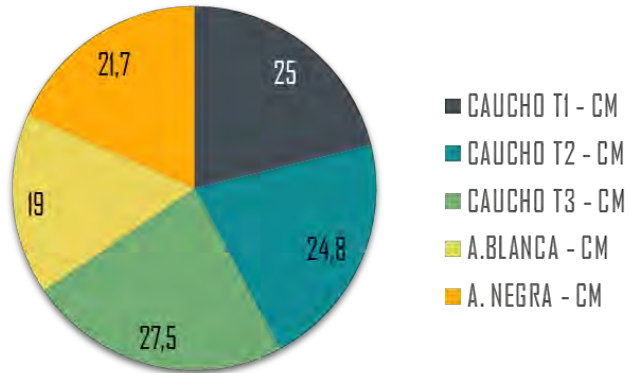
Porcentaje 19cm de Diámetro



Porcentaje 21.7cm de Diámetro

### 6.5.3 Tabulación de los resultados del laboratorio: Porcentaje de fluidez.

Tabla 36: Tabulación de laboratorio: Porcentaje de fluidez.



## 6.5.4 CONCLUSIONES

### 07- AGUA EN LAS MESCAS



El porcentaje de fluidez es un ensayo de laboratorio estandarizado para comprobar la cantidad de agua en una mezcla y si esta es adecuada o no para lograr una consistencia adecuada. **EL RANGO CORRECTO DE FLUIDEZ** en una mezcla es de **15 A 19 CM DE RADIO**.

Las **ARENAS** logran un resultado óptimo en el coeficiente de fluidez, lo cual nos indica que es adecuada la proporción entre materiales (Arena y Cemento) con respecto al agua.

0,5 + 1 + 1  
Agua + Cemento + Arena



### 08 - MENOS AGUA EN EL CAUCHO



El porcentaje de fluidez en las mezclas con el **CAUCHO** revelo que es necesaria menos agua para lograr una consistencia adecuada, por lo tanto se realizara unas pruebas de agua menor a la estandarizada para encontrar el porcentaje adecuado para la mezcla con caucho de llanta.

0,5 + 1 + 1  
Agua + Cemento + Caucho



=



MENOS AGUA

## 6.6 PESO DE LAS MUESTRAS

**Peso = Densidad del material y la comparación con otros materiales.**

Una vez realizado el porcentaje de fluidez se hace el vertimiento de la mezcla en los moldes de mortero estandarizado por la normativa NTC-10 para realizar posteriormente las pruebas de resistencia a la compresión. El peso de las muestras es necesaria para saber la densidad del material propuesto y compararlo con los materiales comunes de construcción así poder tener una referencia para comparar nuestro material propuesto.

### 6.6.1 Imágenes de los laboratorios realizados.

Figura 28: Fotografías de proceso de laboratorios: Peso de las Muestras.



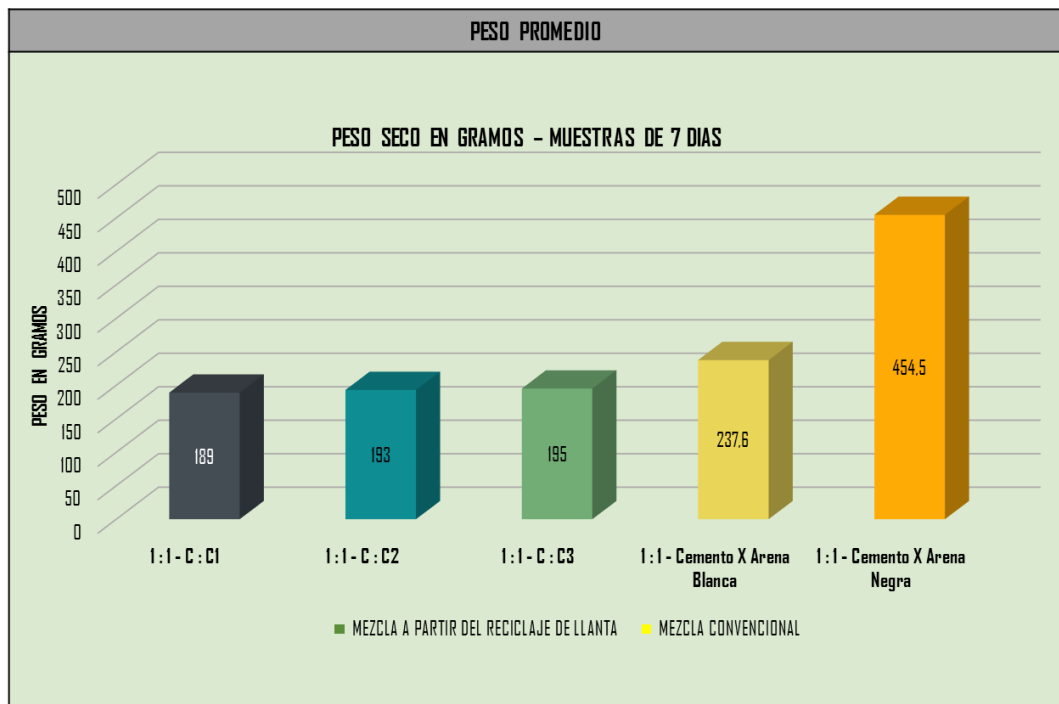
## 6.6.2 Resultados del laboratorio: Peso de las Muestras.

Tabla 37: Resultados Peso de las Muestras.

PESO TOTAL - PROMEDIOS DE DENSIDAD	
1:1 - C : C1	189 GR
1:1 - C : C2	193 GR
1:1 - C : C3	195 GR
1:1 - CEMENTO X ARENA BLANCA	237,6 GR
1:1 - CEMENTO X ARENA NEGRA	454,5 GR

## 6.6.3 Tabulación de los resultados del laboratorio: Peso de las Muestras.

Tabla 38: Tabulación de laboratorio: Peso de las Muestras.



## 6.6.4 CONCLUSIONES

### 09 – PESO DE LAS MUESTRAS

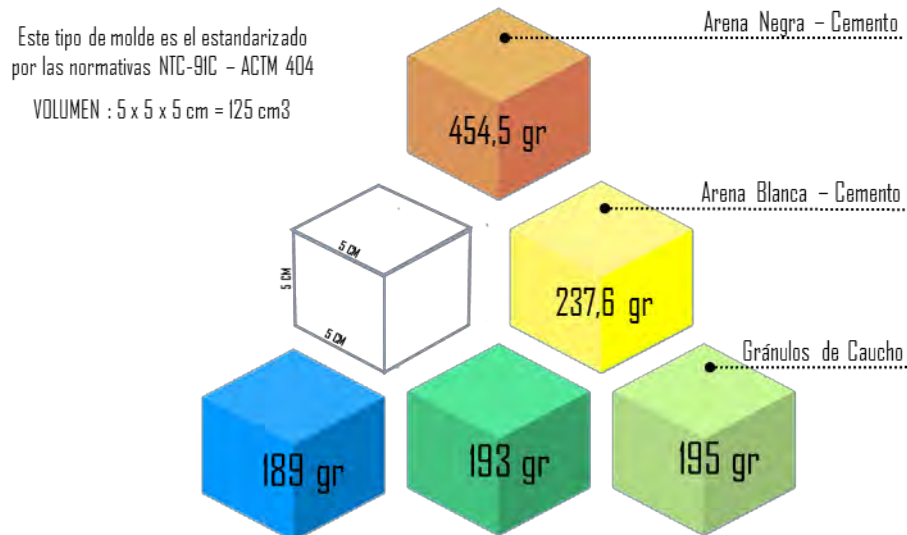


Hay una relación directa con respecto a la densidad de los materiales y el peso de la masa y el caucho ocupa mas espacio por cada mililito lo cual lo hace mas liviano que las arenas de construccion.

**Arena negra** tiene una diferencia del **43% en peso** con respecto al **Caucho tipo I**

**Arena blanca** tiene una diferencia del **14% en peso** con respecto al **Caucho tipo I**

#### PESO X VOLUMEN DE MUESTRAS : 125 CM<sup>3</sup>



## 6.7 ENSAYO DE COMPRESION

Esta prueba de compresión es la más importante para probar nuestro proyecto para generar un sistema divisorio ecológico a base de llanta usada, porque gracia a este ensayo podemos mirar que la mezcla con caucho como aligerante

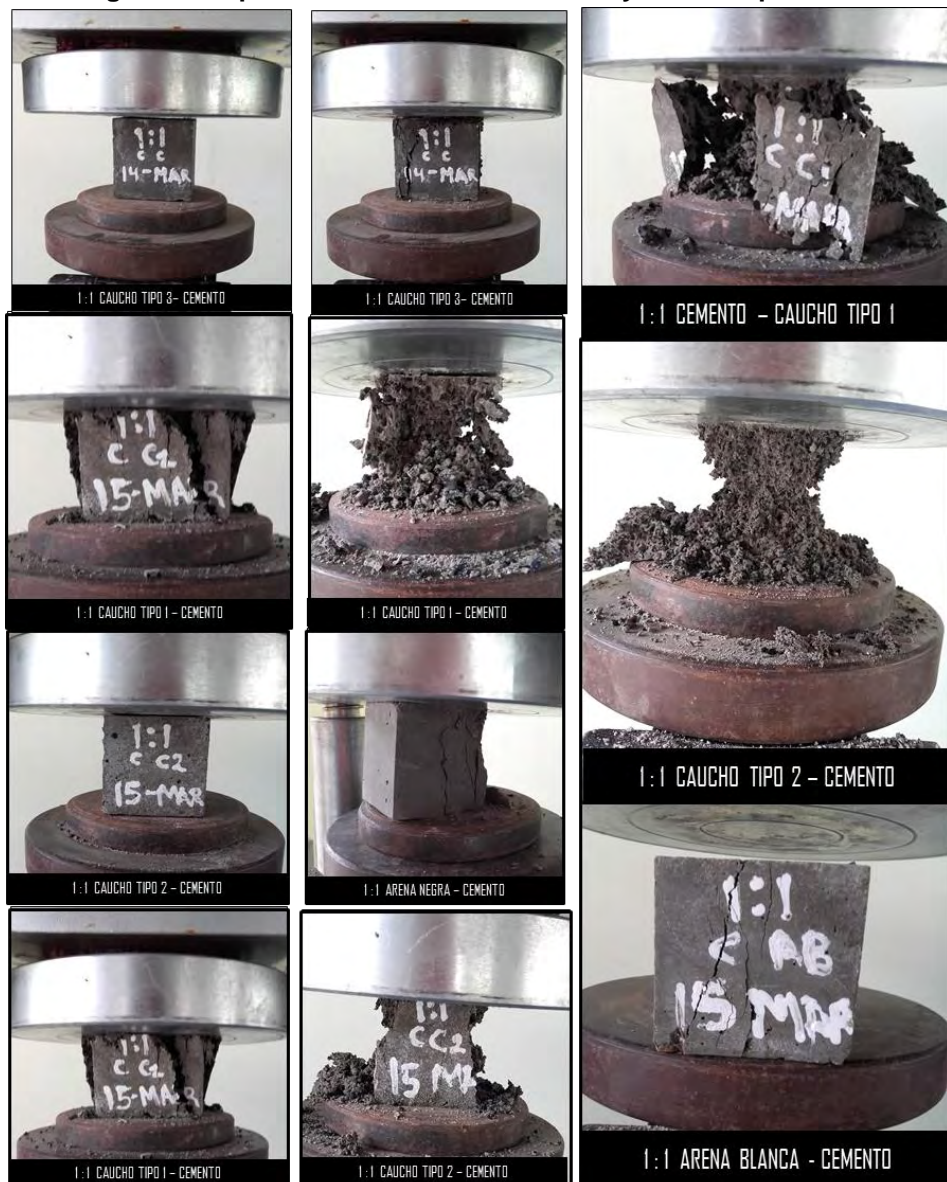
cumple con los requisitos mínimos de las normas sismo resistentes Colombianas para que nuestro proyecto sea calificado como funcional y posible.

En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión.

En la mayoría de los casos se realiza con hormigones y metales (sobre todo aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material. Se suele usar en materiales frágiles.

### 6.7.1 Imágenes de los laboratorios realizados.

Figura 29: Fotografías de proceso de laboratorios: Ensayo de Compresión.



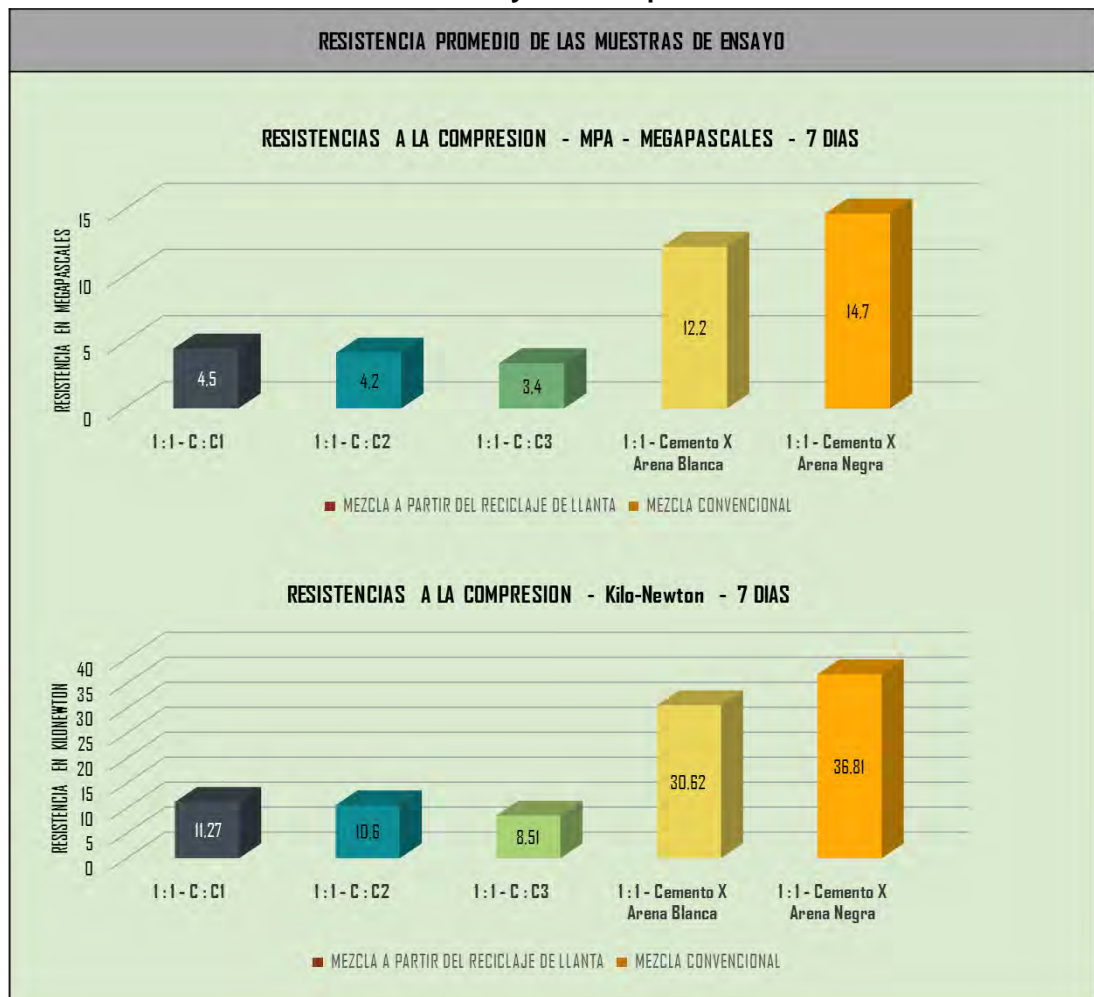
### 6.7.2 Resultados del laboratorio: Ensayo de Compresión.

Tabla 39: Resultados Ensayo de Compresión.

TOTAL ENSAYOS DE COMPRESION - 7 DIAS	
1:1 - C : C1	11,27 KN
1:1 - C : C2	10,6 KN
1:1 - C : C3	8,51 KN
1:1 - CEMENTO X ARENA BLANCA	30,62 KN
1:1 - CEMENTO X ARENA NEGRA	36,81 KN

### 6.7.3 Tabulación de los resultados del laboratorio: Ensayo de Compresión.

Tabla 40: Tabulación de laboratorio: Ensayo de Compresión.





## 6.7.4 CONCLUSIONES

### 10 – SE ESTANDARIZAN PRUEBAS A REALIZAR SEGÚN NORMATIVA

---



#### LA RESISTENCIAS MINIMAS

Para mamposterías según NSR-10 – Título D.

- MAMPOSTERÍA CONFINADA O DIVISORIA: 3,0 MPA
- MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL: 10 MPA

- Los resultados de la propuesta nos indican que la mezcla **CAUCHO X CEMENTO EN TIPO 1 es la que obtiene mas resistencia ( 4,5 MPA)** por lo tanto el caucho de granulo grueso es con el que se realizaran las pruebas de fluidez para encontrar la cantidad de agua indicada y las pruebas de proporción de mezcla es la mas adecuada para realizar el elemento divisorio,



Cauchó x cemento en tipo 1 = 4,5 MPA  
Mas Resistente de los Cauchos

### 11 - PROYECTO DEFINIDO COMO MAMPOSTERIA DIVISORIA

---



Se hizo una clasificación de mamposterías previamente para poder catalogar una vez obtenidos los resultados de los laboratorios de resistencia a la compresión y así clasificar nuestro proyecto dentro de los estándares de uso.

Mampostería divisoria confinada es tipo de mampostería que pertenecerá nuestro sistema divisorio ecológico; ya que los resultados nos indica que la resistencia máxima hasta ahora es 4,5 megapascuales, adecuada para una mampostería que no debe cargas verticales.



Mampostería de tipo: Divisorio

## 6.8 PORCENTAJE DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO CON MENOS AGUA

El porcentaje de fluidez realizado en el los porcentajes de fluidez, se mira la necesidad de menos cantidad de agua para lograr una consistencia Cemento-Agua-Caucho correcta, así que en seguida se realiza otras mezclas en el laboratorio con una proporción de agua menor a la estandarizada para lograr el porcentaje correcto.

La fluidez de la mezcla propuesta tiene que ver con la facilidad con que la mezcla es manejable sin que se produzcan problemas de segregación, el tiempo en que la mezcla se puede trabajar sin que fragüe o se seque, la facilidad de colocación y la capacidad que posee la mezcla para retener el agua aun estando en contacto con superficies absorbentes como los tabiques u otros elementos constructivos.

### 6.8.1 Imágenes de los laboratorios realizados. Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos.

Figura 30: Fotografías de proceso de laboratorios: Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos.



## 6.8.2 Resultados del laboratorio: Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos.

Tabla 41: Resultados Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos.

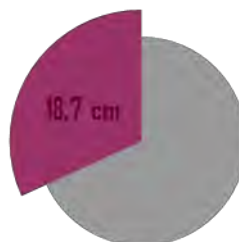
1:1 - CAUCHO TIPO I X CEMENTO				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,4 gr	
CAUCHO	300 ML		152,8 gr	
AGUA : 0,4	146 ML		143 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	19 cm	19 cm	19 cm	18 cm

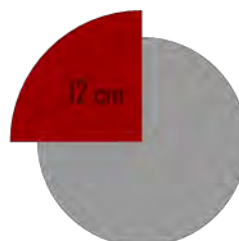
1:1 - CAUCHO TIPO I X CEMENTO				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,5 gr	
CAUCHO	300 ML		150,5 gr	
AGUA : 0,3	110 ML		110 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	12 cm	12,5 cm	11 cm	12,5 cm

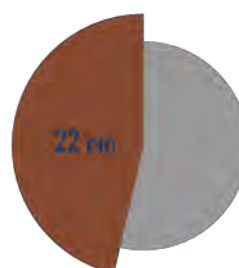
1:2 - CAUCHO TIPO I X CEMENTO				
	VOLUMEN		PESO PROMEDIO	
CEMENTO	300 ML		366,4 gr	
CAUCHO	300 ML		131,6 gr	
AGUA : 0,5	183 ML		183 gr	
PORCENTAJE DE FLUIDEZ	22 cm	22,6 cm	22 cm	22,5 cm



Porcentaje 18,7cm  
de Diámetro



Porcentaje 12 cm  
de Diámetro

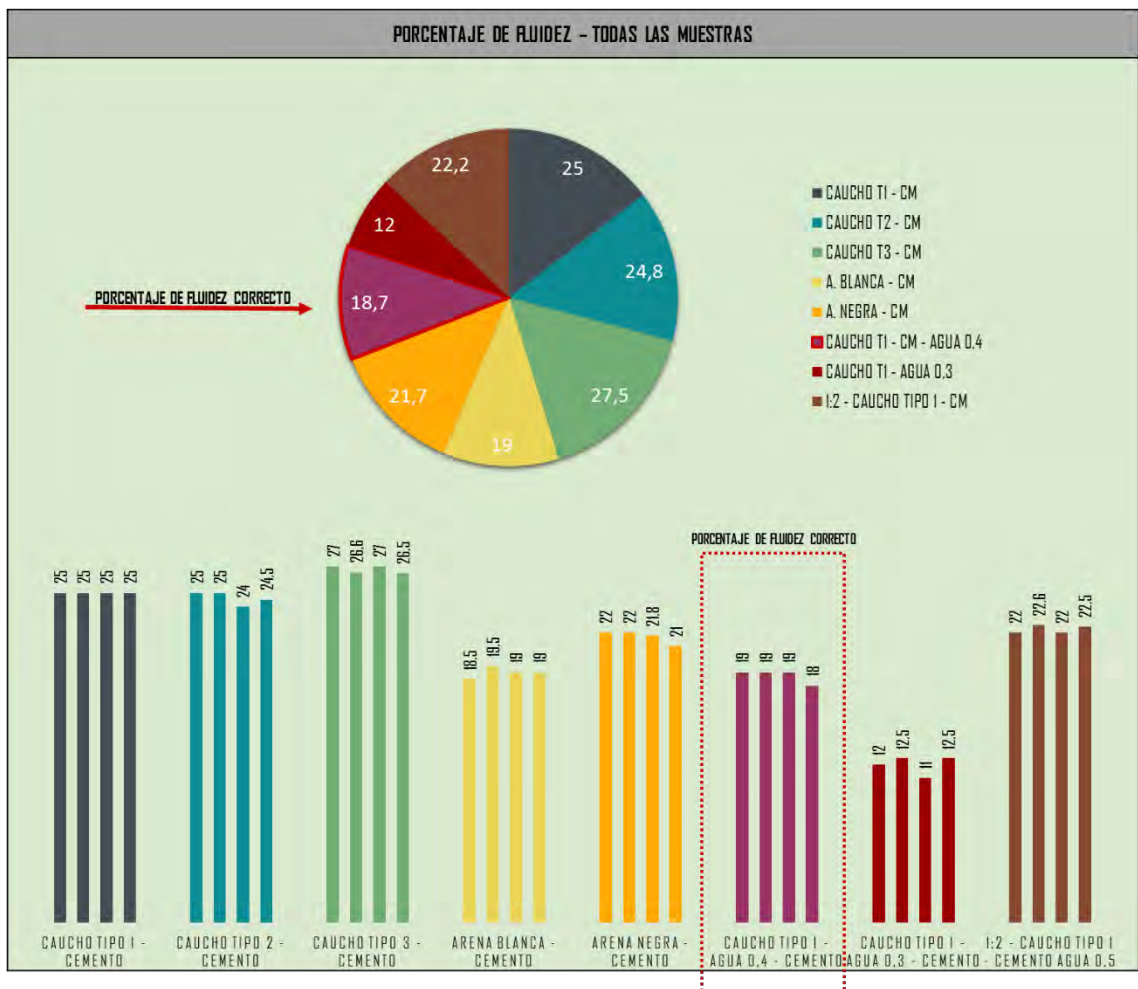


Porcentaje  
Excedido: 22,2 cm

### 6.8.3 Tabulación de los resultados del laboratorio: Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos.

Tabla 42: Tabulación de laboratorio: Porcentaje de fluidez con menos agua en cauchos.

CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 2	CAUCHO TIPO 3	ARENA BLANCA	ARENA NEGRA	CEMENTO
AGUA: 0,4	AGUA: 0,3	1:2 AGUA : 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5



## 6.8.4 CONCLUSIONES

### 12 - PORCENTAJE DE AGUA: 0,4



El porcentaje de fluidez es un ensayo de laboratorio estandarizado para comprobar la cantidad de agua en una mezcla y si esta es adecuada o no para lograr una consistencia adecuada. **EL RANGO CORRECTO DE FLUIDEZ** en una mezcla es de **15 A 19 CM DE RADIO**.

El porcentaje de fluidez en las mezclas con el **CAUCHO** revelo el porcentaje correcto para la mezcla propuesta es un porcentaje de agua de 0,4 para lograr una consistencia adecuada.

0,4 + 1 + 1  
Agua + Cemento + Caucho



## 6.9 ENSAYO DE COMPRESION FINALES – 28 DIAS

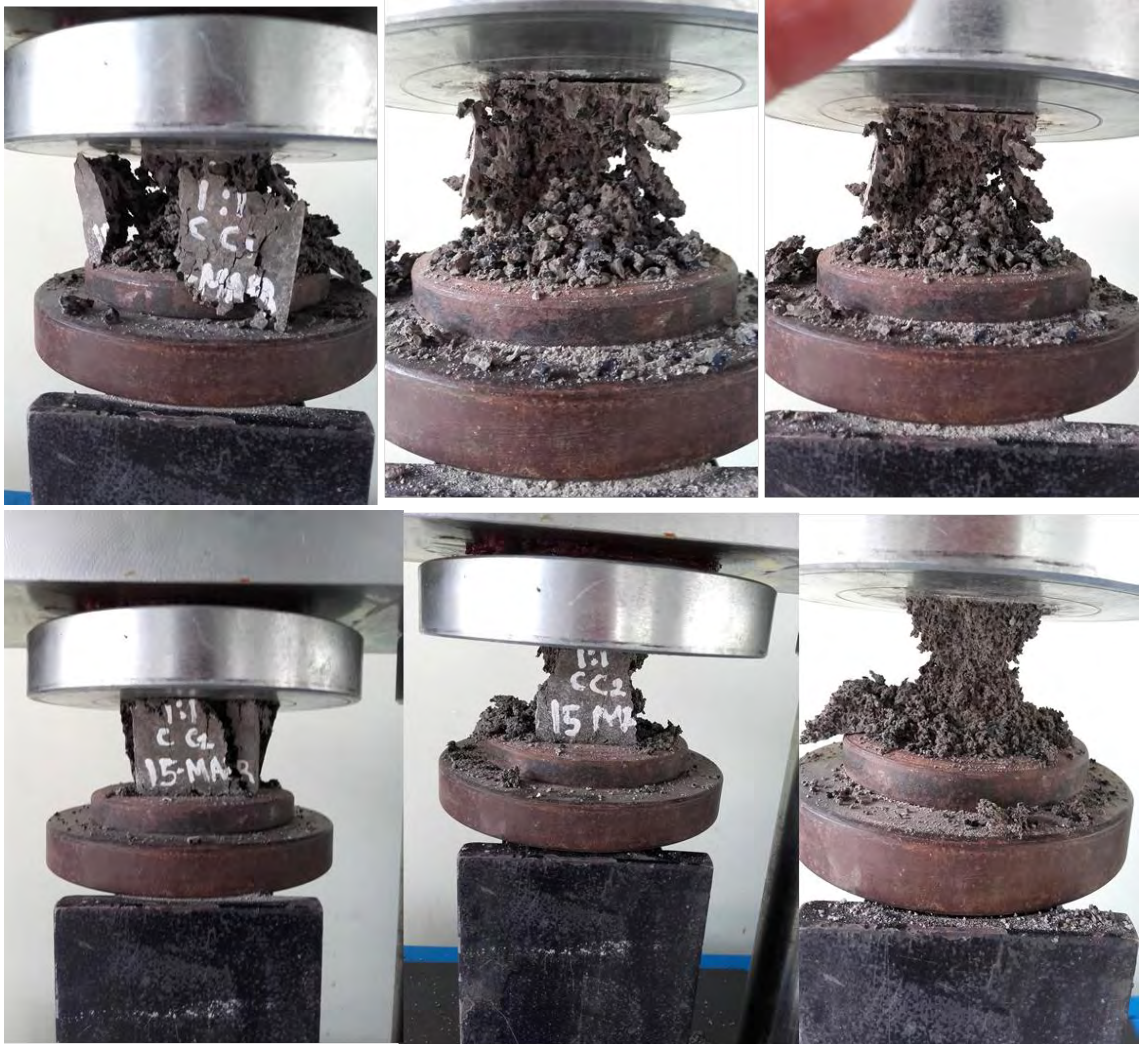
### Ensayos a los 28 días

Los ensayos de compresión mostrados a continuación son los ensayos realizados a los 28 días sumergidos en agua para lograr las resistencias máximas de cada una de las muestras trabajadas.

La resistencia máxima que puede llegar a tener la mezcla propuesta y también la máxima resistencia de las mezclas de comparación. Se muestran la resistencia de los materiales o su deformación ante un esfuerzo de compresión.

### 6.9.1 Imágenes de los laboratorios realizados. Ensayo de compresión finales – 28 días

Figura 31: Fotografías de proceso de laboratorios: Ensayo de compresiones finales – 28 días



### 6.9.2 Resultados del laboratorio: Ensayo de compresiones finales – 28 días

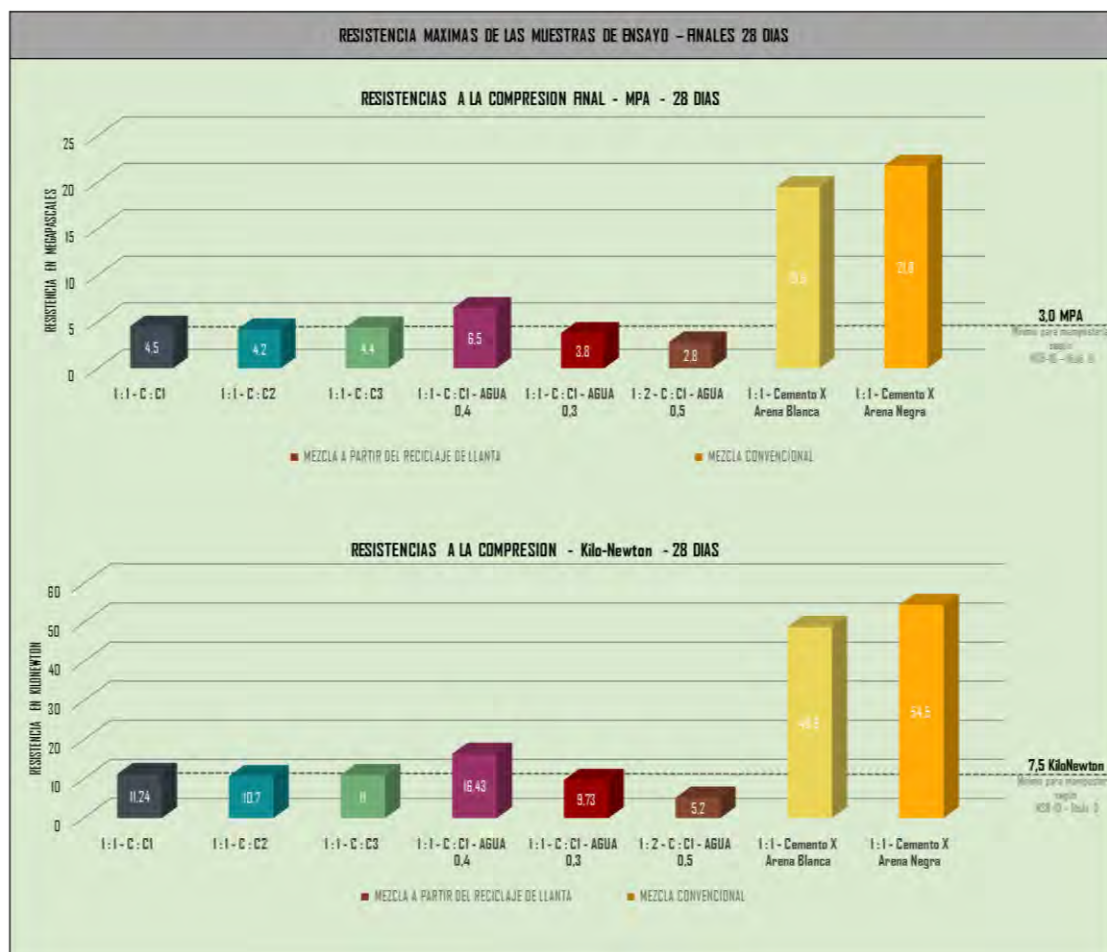
Tabla 43: Resultados Ensayo de compresiones finales – 28 días

ENSAYOS DE COMPRESION FNALES – 28 DIAS		
1:1 - C : C1	11,24 KN	4,5 MPA
1:1 - C : C2	10,7 KN	4,2 MPA
1:1 - C : C3	11 KN	4,4 MPA
1:1 - CEMENTO X ARENA BLANCA	48,9 KN	19,5 MPA
1:1 - CEMENTO X ARENA NEGRA	54,5 KN	21,8 MPA
1:1 - C : C1 - AGUA 0,4	16,43 KN	6,5 MPA
1:1 - C : C1 - AGUA 0,3	9,73 KN	3,8 MPA
1:2 - C : C1 - AGUA 0,5	5,2 KN	2,8 MPA

### 6.9.3 Tabulación de los resultados del laboratorio: Ensayo de compresiones finales – 28 días

Tabla 44: Tabulación de laboratorio: Ensayo de compresiones finales – 28 días

CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 1	CAUCHO TIPO 2	CAUCHO TIPO 3	ARENA BLANCA	ARENA NEGRA	CEMENTO
AGUA: 0,4	AGUA: 0,3	1:2 AGUA : 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5	AGUA: 0,5



#### 6.9.4 CONCLUSIONES

### 13 - RESISTENCIAS MÁXIMAS DE COMPRESIÓN



LA RESISTENCIAS MAXIMA lograda con la mezcla de caucho tipo 1 y cemento fue de **6,5 MPA** con un porcentaje de **AGUA DE 0,4**

- Los resultados de la propuesta nos indican que la mezcla **CAUCHO X CEMENTO EN TIPO 1 - AGUA 0,4 es la que obtiene mas resistencia ( 6,5 MPA)** por lo tanto esta será la mezcla con la cual realizaremos el prototipo del sistema divisorio ecológico a base de llanta usada



#### 6.10 PESO FINAL DE LAS MUESTRAS

**Peso = Densidad del material y la comparación con otros materiales.**

Una vez realizado el porcentaje de fluidez se hace el vertimiento de la mezclas en los moldes de mortero estandarizado por la normativa NTC-10 para realizar posteriormente las pruebas de resistencia a la compresión. El peso de las muestras es necesaria para saber la densidad del material propuesto y compararlo con los materiales comunes de construcción así poder tener una referencia para comparar nuestro material propuesto.



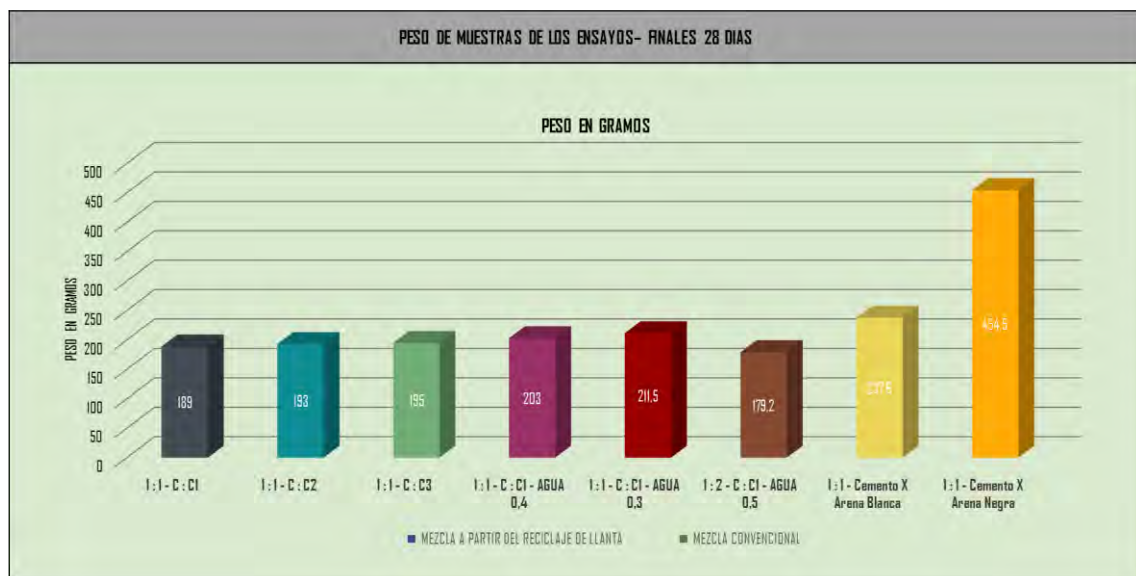
## 6.10.1 Resultados del laboratorio: Peso final de las muestras

Tabla 45: Resultados Peso final de las muestras

PROMEDIOS DE DENSIDAD (PESO TOTAL) - 28 DIAS	
1:1 - C: C1	189 GR
1:1 - C: C2	193 GR
1:1 - C: C3	195 GR
1:1 - CEMENTO X ARENA BLANCA	237,6 GR
1:1 - CEMENTO X ARENA NEGRA	454,5 GR
1:1 - C: C1 - AGUA 0,4	203 GR
1:1 - C: C1 - AGUA 0,3	211,5 GR
1:2 - C: C1 - AGUA 0,5	179 GR

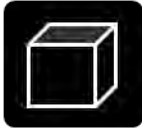
## 6.10.2 Tabulación de los resultados del laboratorio: Peso final de las muestras

Tabla 46: Tabulación de laboratorio: Peso final de las muestras



### 6.10.3 CONCLUSIONES

#### 14 - 53% MENOS AGUA



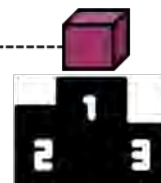
Hay una relación directa con respecto a la densidad de los materiales y el peso de la masa y el caucho ocupa mas espacio por cada Mililito lo cual lo hace mas liviano que las arenas de construccion.

**ARENA NEGRA** tiene una diferencia del **53% en peso** con respecto al **CAUCHO TIPO 1**

**ARENA BLANCA** tiene una diferencia del **14% en peso** con respecto al **CAUCHO TIPO 1**

**Comparando todos los ensayos de compresión y el peso final de las muestras, se mira que la similitud de peso en todas las muestras, en tal caso se escoge como muestra para elaborar el sistema divisorio ecológico a base de llanta usada: Caucho grueso (1) + Cemento (1) + Agua 0,4.**

0,4 + 1 + 1  
Agua + Cemento + Caucho tipo 1



### 6.11 MORTERO DE PEGA

Definir el mortero de pega adecuado para la mezcla y el sistema divisorio a base de llanta usada

Una vez determinada la proporción de la mezcla a base de llanta usada y la resistencia de la misma, es necesario determinar que mortero de pega será usado para la pega de nuestro elemento divisorio, la condición que existe para el mortero de pega es que tenga la misma resistencia a la compresión que nuestro mezcla, un aproximado o igual a 6,5 MPA.

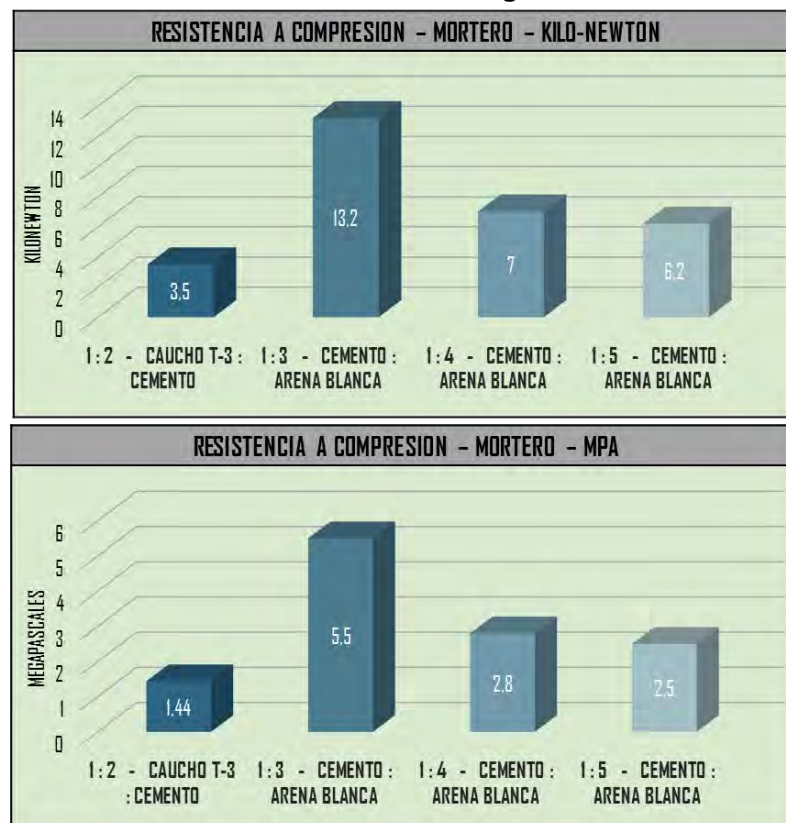
### 6.11.1 Resultados del laboratorio: Morteros de Pega

Tabla 47: Resultados Morteros de Pega

RESISTENCIA MORTEROS			
NUMERO DE TESTIGO	COMPRESION MEGAPASCALES	COMPRESION KILO-NEWTONS	PESO EN GRAMOS
1:2 - CAUCHO T-3 : CEMENTO	1,44 KN	3,5 MPA	142 gr
1:3 - CEMENTO : ARENA BLANCA	5,5 KN	13,2 MPA	203 gr
1:4 - CEMENTO : ARENA BLANCA	2,8 KN	7,0 MPA	198 gr
1:5 - CEMENTO : ARENA BLANCA	2,5 KN	6,2 MPA	198 gr

### 6.11.2 Tabulación de los resultados del laboratorio: Morteros de Pega

Tabla 48: Tabulación de laboratorio: Morteros de Pega





### 6.11.3 CONCLUSIONES

#### 15 - CONCLUSION - MORTERO DE PEGA - 1 : 3



El mortero 1:3, con una resistencia de 13,2 KN (5,5 MPA) resulta el más adecuado para ser utilizado para la paga del sistema divisorio base de llanta usada, ya que es el que corresponde a una resistencia similar a la del ladrillo de sistema divisorio la cual es 16,2 MPA.

1 : 3 - CEMENTO : ARENA BLANCA



### 6.12 CAUCHO 100% RECICLADO

Una de las hipótesis generadas para la investigación es a utilizar el caucho en un 100% de su material en la producción de un elemento divisorio ecológico, lo cual nos lleva a una investigación paralela a la presentada anteriormente.

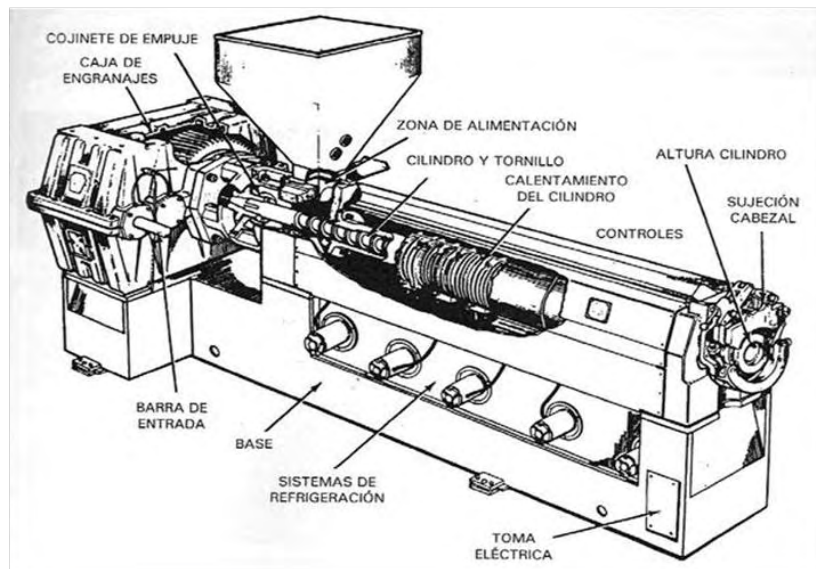
Esta fase radica en la determinación un procedimiento a seguir para utilizar el caucho derretido y compacto para lograr un material uniforme y estable para la producción de un elemento determinado. Teniendo como referencia los pisos

en caucho derretido se utilizara el mismo procedimiento para lograr un elemento divisorio estable.

- 1 – Equipo y Transformación de Materia Prima.
- 2 – Pruebas de laboratorio en los ladrillos reciclados a base de llanta usada.
- 3 - Normatividad y Procedimiento Normalizado de las Pruebas.

Figura 32: Extrusora de polímeros.

### ESQUEMA DE UNA EXTRUSORA DE POLÍMEROS



### EXTRUSORA DE POLÍMEROS DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO



## 6.12.1 Procedimientos para fundir el caucho reciclado.

Tabla 49: Procedimientos para fundir el caucho reciclado.

PARTES DE LA EXTRUSORA DE POLIMEROS Y FUNCIONAMIENTO			
		<p>Se realiza una acción de moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada. El polímero fundido (o en estado visco-elástico) es forzado a pasar a través de un dado también llamado cabezal, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas llamada cañón, con una separación milimétrica entre ambos elementos. El material polimérico es alimentado por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón y se obtiene por el otro lado con un perfil geométrico preestablecido.</p>	
EXTRUSORA DE POLIMEROS - PRUEBAS CON CAUCHO RECICLADO			
<p>Se realiza una acción de moldeado del polímero de caucho tipo I o el mas grueso para realizar una limpieza previa del elemento y para probar la capacidad de derretimiento ya que si la extrusora no es capaz de derretir el granulo mas grueso no lo hará con los mas delgados, una vez vertido el caucho continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada. El caucho fundido sale exitosamente de la extrusora. Pero la misma sufre un recalentamiento y se funde al tratar de subir la temperatura.</p>		<p>Se realiza una acción de moldeado del polímero de caucho tipo I o el mas grueso para realizar una limpieza previa del elemento y para probar la capacidad de derretimiento ya que si la extrusora no es capaz de derretir el granulo mas grueso no lo hará con los mas delgados, una vez vertido el caucho continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada. El caucho fundido sale exitosamente de la extrusora. Pero la misma sufre un recalentamiento y se funde al tratar de subir la temperatura.</p>	
PRUEBA CON FUEGO EXTERNO.			
<p>Se realiza la prueba aplicando fuego a alta temperatura en un recipiente metálico para comprobar la forma en como el caucho puede ser derretido. Con un soplete a una temperatura aproximada de 200 Grados el caucho no presenta alteración en su forma y solo despedía un humo toxico que despedia de la llanta haciendo combustión.</p> <p>En conclusión el caucho al ser un polímero de alta densidad similar al plástico así que para derretirlo y moldearlo debemos utilizar un método semejante a la producción de plástico.</p>		<p>Se realiza la prueba aplicando fuego a alta temperatura en un recipiente metálico para comprobar la forma en como el caucho puede ser derretido. Con un soplete a una temperatura aproximada de 200 Grados el caucho no presenta alteración en su forma y solo despedia un humo toxico que despedia de la llanta haciendo combustión.</p> <p>En conclusión el caucho al ser un polímero de alta densidad similar al plástico así que para derretirlo y moldearlo debemos utilizar un método semejante a la producción de plástico.</p>	

## 6.12.2 CONCLUSIONES

### 16 - PROPUESTA 100% DE CAUCHO RECICLADO ?

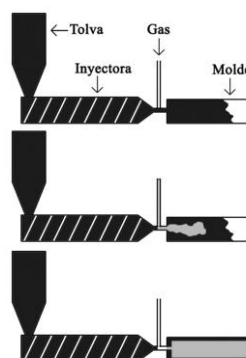


Para lograr la hipótesis de un sistema divisorio 100% a base de llanta usada, se vio la posibilidad de comenzar la transformación de la materia prima manejándola como el polímero que es. Pero la maquinaria (extrusora de polímeros) presente en la Universidad de Nariño no tiene el carácter industrial necesaria para lograr la temperatura ni la capacidad necesaria para derretir el caucho lo suficiente para llenar un recipiente.

Queda la posibilidad de lograr una fusión del caucho lo suficiente como para lograr un elemento divisorio de caucho 100% reciclado, aunque la investigación nos mostro que el solo hecho de quemar el caucho se genera una nube toxica de gases que despide el caucho al entrar en combustión.

La utilización del caucho como aligerante (Cemento + Caucho) es una propuesta menos contaminante por que la combustión del caucho genera un gas toxico para lograr un solo elemento solido es alta y al evitar esa combustión se logra una menor contaminación.

En caso de seguir con la hipótesis de un elemento divisorio 100% a base de llanta usada se recomienda seguir con las pruebas y procedimientos según las normas existentes para garantizar la calidad y un procedimiento correcto de elaboración del elemento divisorio, que garanticen la estabilidad y los estándares mínimos a la compresión que un elemento divisorio de este tipo debe resistir.



### 6.13 RESISTENCIA AL FUEGO.

#### Resistencia al fuego de los prototipos del sistema divisorio en caucho reciclado.

Para el desarrollo de este ensayo de resistencia al fuego se realiza con elementos existentes en los laboratorios de la Universidad de Nariño.

En este ejercicio de un soplete el cual permite una concentración de altas temperaturas y de forma constante. Se empieza a llevar la temperatura de manera constante hasta llegar a los 200° donde se observa que el prefabricado inicia su proceso de quemado.

El prototipo del sistema divisorio a partir del reciclaje de la llanta tarda 40 minutos en comenzar a deteriorarse en deteriorarse, considerando que a 1 hora de estar en el fuego, llegamos a un punto donde el cemento comenzó a reaccionarse, y el procedimiento de deterioración fue más lento cada vez. Aun así el caucho presente en los componentes expelía un olor fuerte por tratarse de un material de llanta. Ese humo debe ser considerado toxico y nocivo para la salud.

**Figura 33: resistencia al fuego del prototipo de ladrillo a base de caucho reciclado.**

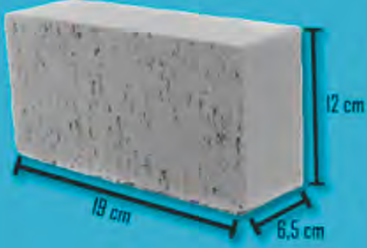




## 7. PROTOTIPOS DE ELEMENTO DIVISORIO A BASE DE LLANTA USADA

### 7.1 PROTOTIPO 1

Tabla 50: Prototipo 1 ladrillo estándar macizo

PROTOTIPO 1 - C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	12	19	6,5
	Peso seco	1,9 KG/UN	
	Rendimiento	38 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

#### 7.1.1 CONCLUSION.

#### 17 - PROTOTIPO 1 - C:C1



El primer prototipo de ladrillo es el llamado: "ladrillo tolete macizo", se realizo este modelo para poder ser comparado con el peso de un ladrillo macizo en arcilla cocida. Y para ver como se comporta la mezcla de caucho y comprobar si la masa es capaz de ser aligerada.

## 7.2 PROTOTIPO 2

Tabla 51: Prototipo 2. Aligerado circular.

PROTOTIPO 2 - C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	12	19	6,5
	Peso seco	1,3 KG/UN	
	Rendimiento	38 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

### 7.2.1 CONCLUSION.

#### 18 - PROTOTIPO 2 - C:C1

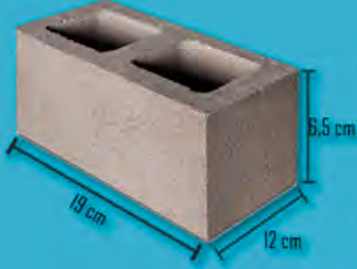


Para el prototipo 2 se realiza un aligeramiento en el ladrillo macizo o prototipo 1, para ver si la masa es capaz de soportar un aligeramiento sencillo como uno circular el cual es mas estable entre todos los tipos de aligeramientos por la estabilidad de la forma circular.

Se puede observar que la mezcla: C:C1 es estable con este tipo de aligeramiento así que se procederá a realizar a uno mas complejo para logra un mayor aligeramiento.

### 7.3 PROTOTIPO 3

Tabla 52: Prototipo 3. Aligerado cuadrado.

PROTOTIPO 3- C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	12	19	6.5
	Peso seco	1,1 KG/UN	
	Rendimiento	38 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

#### 7.3.1 CONCLUSION.

#### 19 - PROTOTIPO 3 - C:C1

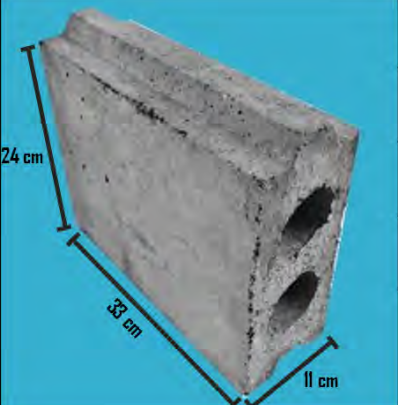


Para el prototipo 3 se realiza un aligeramiento en el ladrillo macizo o prototipo 2, para ver si la masa es capaz de soportar un aligeramiento de tipo rectangular así lograr una máximo aligeramiento

Se puede observar que la mezcla: C:C1 es estable con este tipo de aligeramiento así que se procederá a realizar a uno mas complejo para logra un mayor tamaño.

## 7.4 PROTOTIPO 4

Tabla 53: Prototipo 4. Máximo tamaño.

PROTOTIPO 4 - C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	11	33	24
	Peso seco	10 KG/UN	
	Rendimiento	12 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

### 7.4.1 CONCLUSION.

#### 20 - PROTOTIPO 4 - C:C1

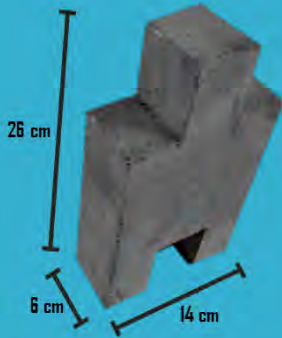


Para el prototipo 4 se realiza un tamaño superior a los estándares para ver hasta que punto la masa es capaz de lograr una máximo de tamaño con respecto a su peso. Aunque este modelo es capaz de tener una forma estable su peso de 10 kilos por ladrillo lo vuelve inmanejable por motivos de rendimiento de la mano de obra.

Se realizara un mayor tamaño del prototipo 3, el cual es que presenta una mejor relación: tamaño-peso.

## 7.5 PROTOTIPO 5

Tabla 54: Prototipo 5. Tipo Lego.

PROTOTIPO 5 - C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	6	26	14
	Peso seco	2,5 KG/UN	
	Rendimiento	27 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

### 7.5.1 CONCLUSION.

#### 21 - PROTOTIPO 5 - C:C1



En este prototipo se busca una conexión horizontal entre ladrillos con la intención de evitar la pega horizontal logrando así no solo un ahorro en este material sino tiempo del elemento divisorio, Aun así la forma propuesta no es la indicada para lograr una estabilidad adecuada del muro así que este prototipo se deja a un lado.

## 7.6 PROTOTIPO 6

Tabla 55: Prototipo 6. Sin pega Vertical

PROTOTIPO 6 - C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	11	23	13
	Peso seco	2,6 KG/UN	
	Rendimiento	30 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

### 7.6.1 CONCLUSION.

#### 22 - PROTOTIPO 6 - C:C1



Para lograr la hipótesis de un ladrillo sin la necesidad de que se utilice pega vertical en su junta, se ideó este prototipo compartido con el diseño del prototipo 3 que es el más estable entre: tamaño-peso. Pero tras mirar la propuesta a tamaño escala con ayuda de las maquetas del prototipo, se observa que esta propuesta en vez de lograr un ahorro, se tomaría más tiempo realizar un muro funcional por la cantidad de formas que debería tener para lograr las terminaciones adecuadas para que este prototipo que sea funcional.

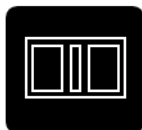
## 7.7 PROTOTIPO

Tabla 56: Prototipo 7. Liviano tamaño medio.

PROTOTIPO 7 - C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	11	23	13
	Peso seco	2,5 KG/UN	
	Rendimiento	30 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

### 7.7.1 CONCLUSION.


#### 23 - PROTOTIPO 7 - C:C1



En este prototipo se toma la mejor opción mostrada hasta ahora y se mejora no solo el tamaño si no también la proporción del ladrillo para lograr una junta exacta. Aun así en este prototipo se mira un peso pequeño, así que es factible aumentar el tamaño para lograr un mejor rendimiento.

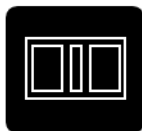
## 7.8 PROTOTIPO 8

Tabla 57: Prototipo 8. Propuesta de ladrillo final.

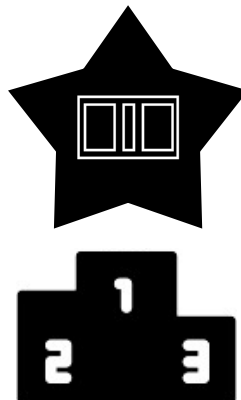
PROTOTIPO 8 - C:C1			
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
	11	23	19
	Peso seco	3,7 KG/UN	
	Rendimiento	21 und/m <sup>2</sup>	
	Resistencia a la compresión	6,5 Mpa. - 16,43 KiloNewton	

### 7.8.1 CONCLUSION.

#### 24 - PROTOTIPO 8 - C:C1



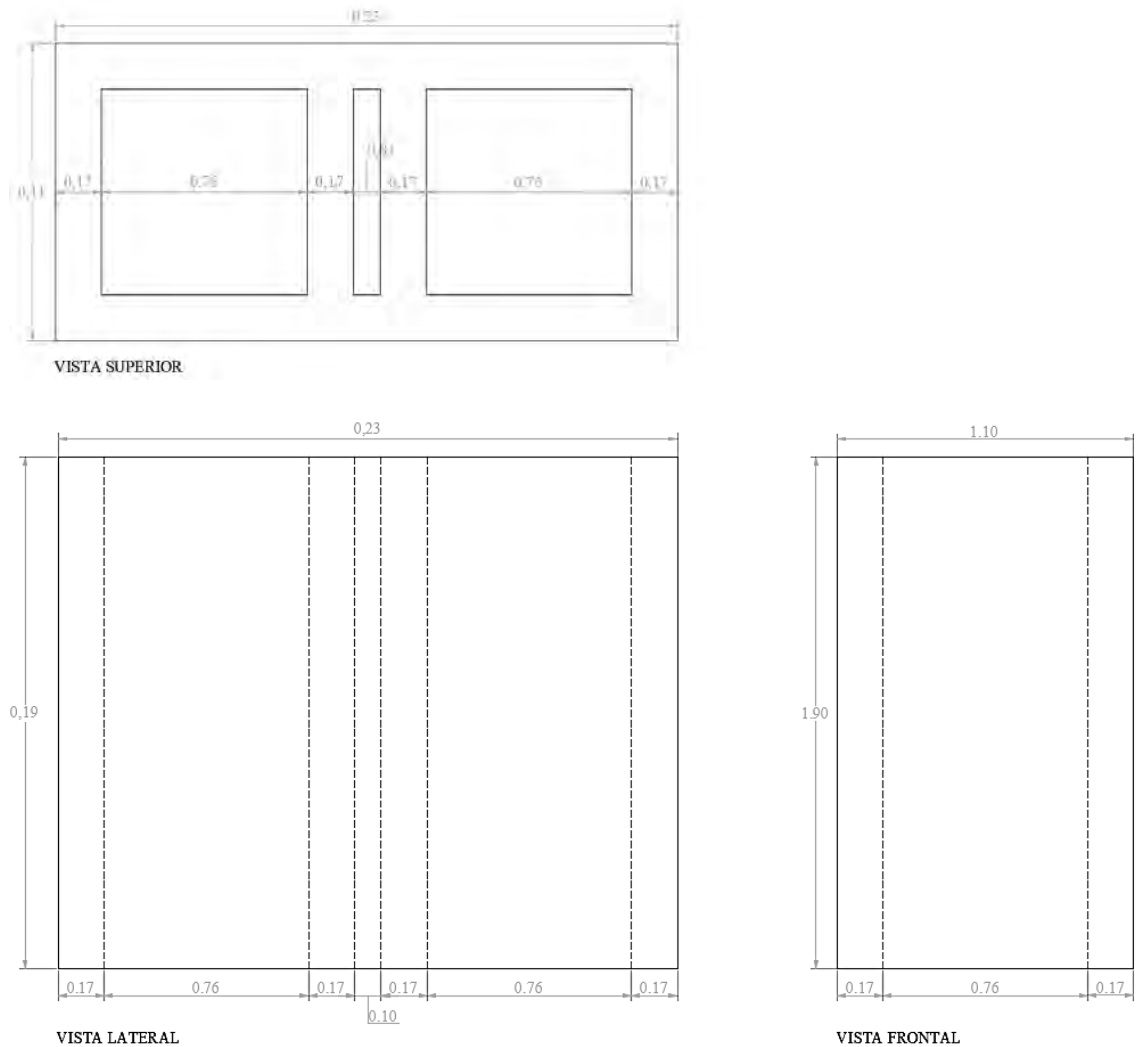
Este prototipo de sistema divisorio es la propuesta mas adecuada para nuestro proyecto, ya que no solo se logra una proporción de junta adecuada, si no también un ahorro en pega de mortero por la poca sección que posee verticalmente. También se logra una proporción: tamaño-peso, que maximiza el rendimiento de la elaboración de una división.





### 7.8.1.1 Geometría del modelo Prototipo 8: Bloque de perforación vertical.

**Figura 34: Geometría del modelo Prototipo 8: Bloque de perforación vertical.**



**Fuente: elaboración propia.**

### 7.8.1.2 Costos

El costo por ladrillo del prototipo del ladrillo número 8 es de \$994 pesos Colombianos, el principal motivo del alto valor del ladrillo es por el motivo que se realiza de una forma artesanal y no industrial, ya que para fabricar el ladrillo hace falta comprar todos los materiales primos, como cemento y el caucho, también se añade los valores de transporte de los mismos y el molde individual de cada

uno de los ladrillos. Así que se recomienda una fabricación de tipo industrial para lograr menores precios y poder competir con los sistemas divisorios en el mercado. Pero para poder calcular a qué precio entraría al mercado el ladrillo a base de llanta usada con un sistema industrializado en masa, se necesitaría un estudio adicional donde se estimen los valores a nivel industrial que a nivel del proyecto de grano queda como una recomendación para estudios futuros.

**Tabla 58: Valor estimado del ladrillo modelo Prototipo 8: Bloque de perforación vertical.**

1. MATERIALES	INCLUYE TRANSPORTE			PROTOTIPO 8	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	V. PARCIAL
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD						
Cemento gris (argos)	bulto	50	20.000		Kg	1,1	400	440
Granulo de Caucho	bulto	10	5.000		kg	1,1	500	550
Agua	Lt	1	12		Lt	0,4	0,43	4,3
							<b>VALOR TOTAL</b>	<b>994,3</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

### 7.8.1.3 Porcentaje de absorción de agua.

Para calcular el porcentaje de absorción de agua se sumergió el modelo Prototipo 8: Bloque de perforación vertical, durante 24 horas, realizando un pesaje anterior a ser sumergido y uno posterior. La diferencia de los pesajes realizados será el índice de absorción de agua que tiene nuestro elemento divisorio.

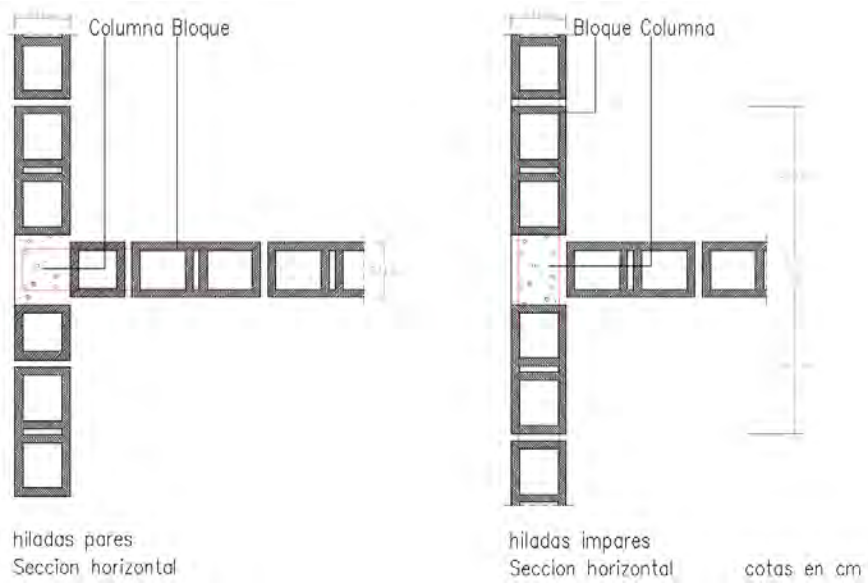
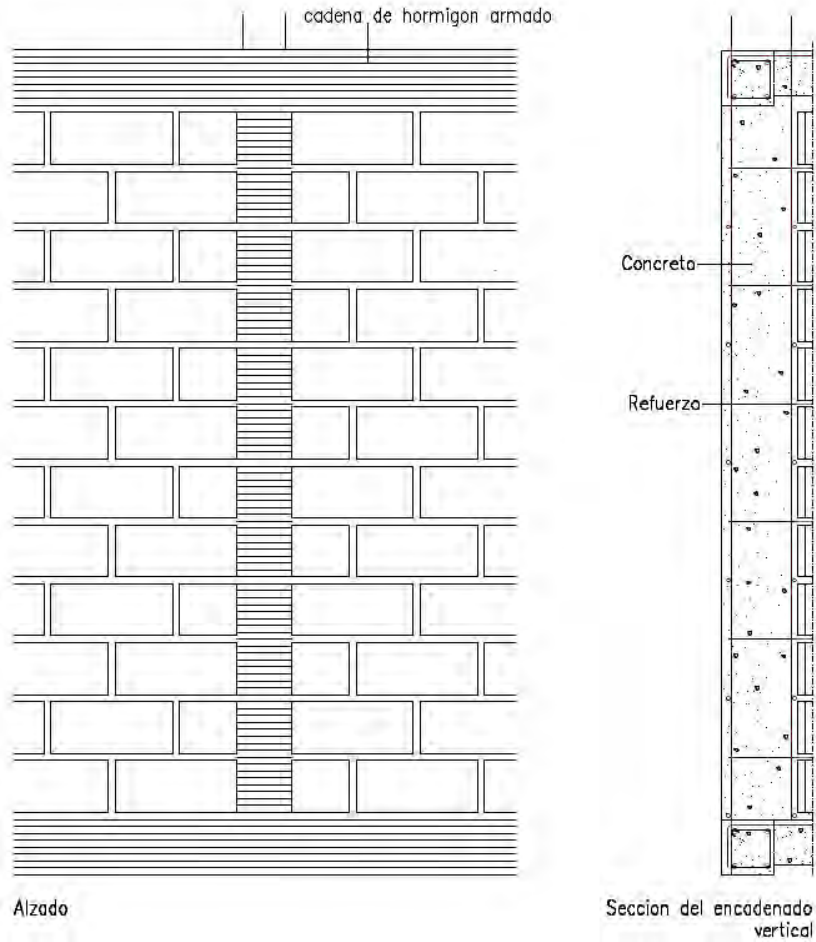
Peso inicial: 3.710 kilogramos

Peso posterior: 4.255 kilogramos

Porcentaje de absorción de agua: 15%

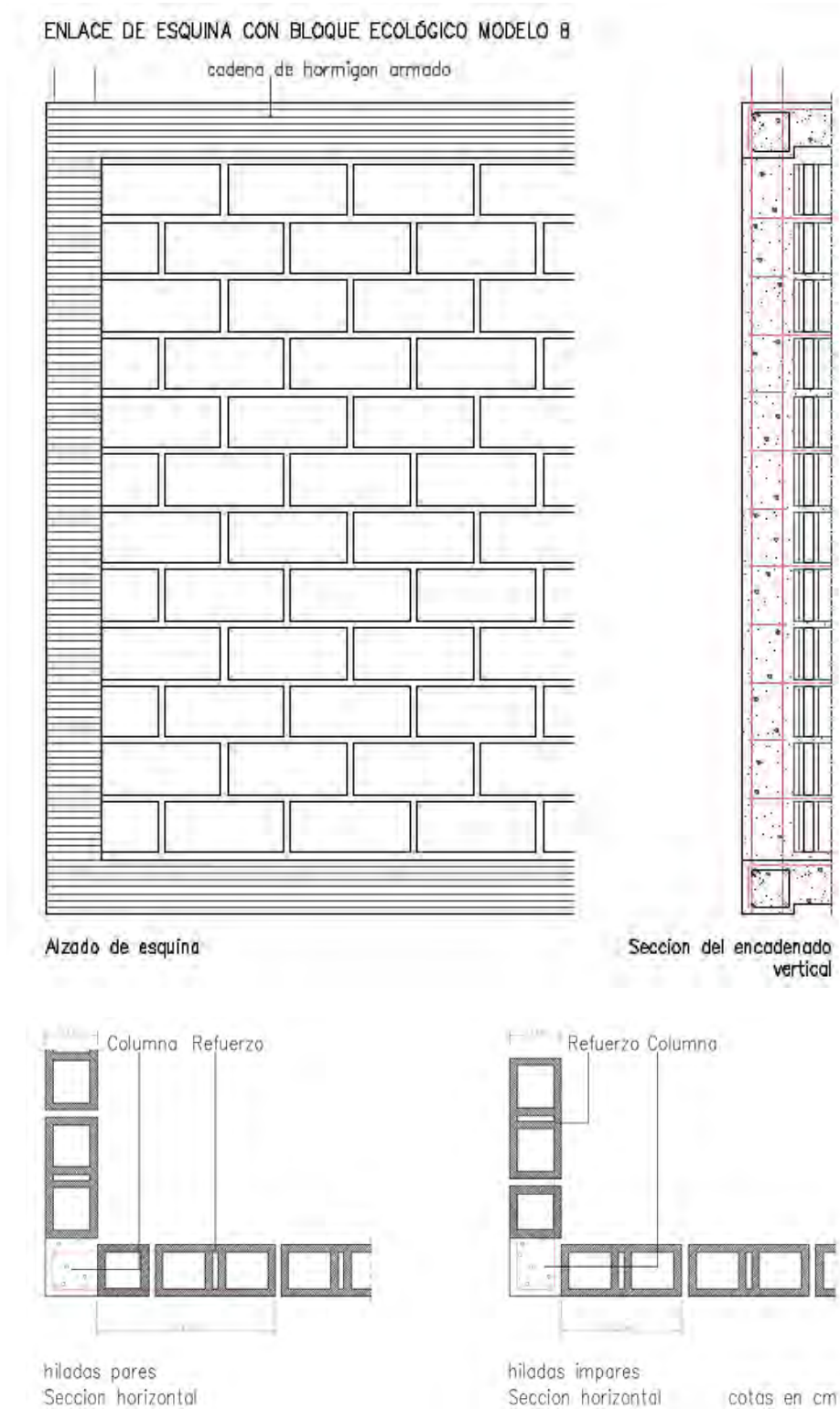
7.8.1.4 Enlace sencillo con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical

Figura 35: Enlace sencillo con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical.



7.8.1.5 Enlace esquinero con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical

**Figura 36: Enlace esquinero con bloque ecológico modelo 8: bloque de perforación vertical.**



## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Las conclusiones fueron expuestas en el proceso paso a paso de la experimentación. Puesto que cada prueba realizaba a los materiales nos lanzaba un nuevo proceso a seguir, por consecuencia el aporte de las conclusiones están ya expuestas con anterioridad solo nos queda recalcar la propuesta final y las recomendaciones futuras del proyecto presentado.

El prototipo número 8 de sistema divisorio es la propuesta más adecuada para nuestro proyecto, ya que no solo se logra una proporción de junta adecuada, sino también un ahorro en pega de mortero por la poca sección que posee verticalmente. También se logra una proporción: tamaño-peso, que maximiza el rendimiento de la elaboración de una división.

El costo por ladrillo del prototipo del ladrillo número 8 es de \$994, el principal motivo del alto valor del ladrillo es por el motivo que se realiza de una forma artesanal y no industrial, ya que para fabricar el ladrillo hace falta comprar todos los materiales primos, como cemento y el caucho, también se añade los valores de transporte de los mismos y el molde individual de cada uno de los ladrillos. Así que se recomienda una fabricación de tipo industrial para lograr menores precios y poder competir con los sistemas divisorios en el mercado.

Un sistema divisorio a base de llanta usada y todos los tipos de elementos constructivos con materiales reciclados son innovadores en la construcción enfocado hacia la ecología y la perspectiva ambiental, por reciclar un material que actualmente en gran cantidad se acumula o se entierra, se puede lograr mejorar el mundo y aportar con la construcción con esta fabricación no contaminante de elementos divisorios y por evitar la contaminación del suelo que produce la elaboración del ladrillo común. Todos estos desarrollos suponen, además de una aportación a la transformación del sector de la arquitectura y una oportunidad para fomentar la reducción en el impacto medioambiental. Poniendo en el mercado productos con mejores propiedades a la vez que eco-eficientes.

## BIBLIOGRAFIA

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. GESTIÓN DIFERENCIAL DE LLANTAS POST-CONSUMO, 2014

- [www.ambientologa.net](http://www.ambientologa.net)
- [www.revistaautocrash.com](http://www.revistaautocrash.com)
- <http://hospitaluniversitario.sanvicentefundacion.com/index.php/comunidad-online/noticias/107-noticias-del-hospital-universitario/783-corpaul-inaugura-planta-de-reciclaje-y-aprovechamiento-de-llantas-usadas>
- [www.neumaticosnasa.blogspot.com.co/2016/03/proceso-de-fabricacion-del-neumatico-1.html](http://www.neumaticosnasa.blogspot.com.co/2016/03/proceso-de-fabricacion-del-neumatico-1.html)
- [www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-llantas-usadas/](http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-llantas-usadas/)
- [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/1028Q3/MODULOACADEMICO/1eccin\\_17mampostera\\_confinada.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/1028Q3/MODULOACADEMICO/1eccin_17mampostera_confinada.html)
- <http://www.scielo.org.mx/pdf/ris/n89/n89a2.pdf>