

**PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTO EXTINGUIBLE**

**DANA LORENA BÁEZ GÓMEZ**



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS**

**BOGOTÁ D.C. 2018**

**Pisos de Caucho Reciclado Auto extingible**

**Trabajo de Grado para Optar el Título de Técnico en Construcciones Arquitectónicas**

**Dana Lorena Báez Gómez**

**Director: Arquitecto Nelson Ricardo Cifuentes**

**Universidad La Gran Colombia**

**Facultad de Arquitectura**

**Programa de Tecnología en Construcciones Arquitectónicas**

**Bogotá D.C. 2018**

## Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá D.C. noviembre de 2018

## Tabla de Contenido

<b>Introducción</b> .....	<b>12</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>13</b>
<b>Marcos de Referencia</b> .....	<b>14</b>
Marco Conceptual.....	14
Descripción ignifugo.....	14
¿Qué es el poliuretano? .....	14
¿Qué es el granulo de caucho? .....	14
¿Qué es el fuego? .....	14
¿Qué es el bromo?.....	15
¿Qué es una baldosa de caucho reciclado? .....	15
¿Qué es abrasión?.....	15
¿Qué es la dureza?.....	15
Marco Teórico .....	15
Antecedentes baldosas de caucho. ....	16
Antecedentes pisos in situ. ....	17
Productos Retardantes de Fuego.....	20
Polietileno. ....	21
<i>Propiedades físicas y químicas.</i> .....	21
Polipropileno. ....	21
<i>Propiedades físicas y químicas.</i> .....	21
<i>Propiedades mecánicas y químicas.</i> .....	22
Poliestireno expandido. ....	22
<i>Propiedades físicas y químicas.</i> .....	22
<i>Comportamiento frente al fuego.</i> .....	22
Bromo líquido. ....	23
<i>Uso del bromo en la industria.</i> .....	23
<i>Propiedades del bromo.</i> .....	23
Marco Legal.....	23

Norma UNE-EN 1177.....	26
<i>Método de ensayo</i> .....	26
<i>Sistema de medición mediante acelerómetro</i> .....	26
<i>Precisión de los ensayos</i> .....	26
<i>Ensayos in situ</i> .....	27
<i>Procedimiento</i> .....	27
<i>Elección y definición de la posición de ensayo</i> .....	27
<i>Procedimientos para baldosas prefabricadas</i> .....	28
<i>Pruebas a los revestimientos prefabricados</i> .....	28
<i>Ensayo en laboratorio</i> .....	29
<b>Desarrollo del Proyecto .....</b>	<b>30</b>
Método .....	30
Pruebas de Ensayo y Error al Caucho con otros Materiales .....	32
Prueba número uno.....	33
Prueba número dos.....	35
Desarrollo del Molde .....	39
Prueba de Granulometría del Caucho .....	43
Análisis y resultados.....	48
Costeo y Caracterización .....	51
<b>Recomendaciones y Discusiones .....</b>	<b>55</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>57</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>61</b>

## Índice de Anexos

Anexo 1. Tabla Comparativa de Productos existentes. ....	61
Anexo 2. Cotización de Pisos de Caucho Empresa ACME.....	62
Anexo 3. Catálogo de Productos Empresa Prodicauchos (presentación). ....	63
Anexo 4. Ficha Técnica de piso Empresa ACME .....	64
Anexo 5. Ficha Técnica de piso Empresa ACME .....	65
Anexo 6. Tabla Comparativa de Agentes Químicos .....	66
Anexo 7. Prueba contra el fuego prototipo (video 1). ....	68
Anexo 8. Prueba contra el fuego producto del mercado actual (video).....	69
Anexo 9. Panel de detalles (presentación).....	70

## Índice de Figuras

Figura 1. Baldosa de llanta reciclada. ....	16
Figura 2. Baldosas de caucho empresa Prodicauchos. ....	17
Figura 3. Pisos in situ empresa Hulex. ....	17
Figura 4. Pisos in situ Empresa ecomulch. ....	18
Figura 5. Granulo de caucho. ....	18
Figura 6. Mantillo de caucho. ....	19
Figura 7. Forma chip de caucho. ....	19
Figura 8. Parques infantiles. ....	20
Figura 9. Pruebas a una baldosa de caucho. ....	28
Figura 10. Proporciones de caucho y marmolina. ....	32
Figura 11. Caucho y marmolina. ....	33
Figura 12. Mezcla en el horno. ....	33
Figura 13. Molde caucho y marmolina. ....	34
Figura 14. Mezcla caucho y marmolina. ....	34
Figura 15. Caucho y arena. ....	35
Figura 16. Material no compatible con la arena. ....	35
Figura 17. Muestra empresa ACME. ....	36
Figura 18. Muestra empresa Prodicauchos LTDA. ....	37

Figura 19. Trozo de muestra ACME .....	37
Figura 20. Combustión del material .....	38
Figura 21. Muestra de Caucho 100% reciclada en combustión.....	38
Figura 22. Comportamiento del caucho a altas temperaturas. ....	39
Figura 23. Molde metálico.....	40
Figura 24. Primer diseño de la baldosa de caucho.....	40
Figura 25. Soplete utilizado.....	41
Figura 26. Baldosas actuales sometidas al fuego.....	42
Figura 27. Bromo líquido. ....	43
Figura 28. Recipiente con el granulo de caucho. ....	45
Figura 29. Tamizador número 8. ....	45
Figura 30. M2 de baldosa de caucho con su respectiva modificación.....	46
Figura 31. Peso de la baldosa. ....	51

## Índice de Gráficas

Grafica 1. Tamizado de granulo de caucho. ....	44
Grafica 2. Propagación del fuego muestra del mercado actual .....	46
Grafica 3. Propagación del fuego en el prototipo. ....	47
Grafica 4. Laboratorio número uno - prueba de dureza shore en plásticos y cauchos. ....	48
Grafica 5. Laboratorio numero dos - prueba deformación remanente por compresión en caucho. .....	49
Grafica 6. Laboratorio número tres - prueba de tensión en caucho. ....	49
Grafica 7. Laboratorio número cuatro - prueba de densidad del caucho. ....	50
Grafica 8. Diseño de mezcla de baldosa. ....	53

## Índice de Tablas

Tabla 1. Ensayos para realizar en pisos de caucho .....	24
Tabla 2. Normativa sobre el manejo de llantas usadas. ....	24
Tabla 3. Cuadro comparativo de empresas. ....	30
Tabla 4. Granulometría del caucho. ....	44
Tabla 5. Propagación del fuego muestra del mercado actual. ....	47
Tabla 6. Propagación del fuego en el prototipo. ....	48
Tabla 7. Valor de los productos que conforman la baldosa.....	51
Tabla 8. Propuesta de baldosa. ....	52
Tabla 9. Porcentaje de materiales utilizados en la baldosa. ....	52
Tabla 10. Valor de una baldosa. ....	53
Tabla 11. Valor por metro cuadrado. ....	53

## **Resumen**

El desarrollo de este trabajo de investigación se basa en mejorar el comportamiento de los pisos de caucho reciclado ante la fácil propagación del material ya que estos son implementados en un entorno urbano como: parques infantiles y gimnasios biosaludables; proporcionando una alternativa económica, práctica y ecológica, además parte de un residuo para la obtención del producto final; de acuerdo a esto, el objetivo principal del proyecto fue buscar un aditivo compatible con el caucho reciclado que garantice el auto extinción del piso, minimizando gases contaminantes causados por el caucho.

**Palabras Claves:** Arena de caucho; Bromo líquido; Llantita reciclada; Pisos de caucho; Ignífugas; Resina de poliuretano.

## **Abstract**

The development of this research work is based on improving the material to the exhibition of fire in recycled tire floors used in playgrounds and gyms Biohealth. Investigating the different floors that have been established at national and international level, looking at its processes, find out how flock material, the installation of these regulations and where they are deployed. Accordingly, the main objective is to make a tablet that is self-extinguishing to fire exposure. These coatings comply by a crumb rubber, polyurethane resin and liquid bromine; forming an articulated system resistant against fire, as well as a pleasant and ecological tablet.

**Keywords:** Rubber sand; Flame retardants; Liquid bromine; Polyurethane resin; Recycled tire; Rubber floors.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### **Introducción**

En la actualidad la reutilización y reciclaje de residuos debe contribuir en la incorporación de nuevos productos, una de estas materias primas es la llanta desechada la cual se puede implementar para la fabricación de pisos de caucho reciclado a través de procesos mecánicos, desarrollando un ciclo de vida útil más largo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede observar varios problemas a causa de la acumulación de este material en diferentes partes de la ciudad generando contaminación de aguas, inconvenientes cancerígenos cuando se quema, la propagación de hábitat de roedores y la reproducción de moscos transmisores de enfermedades como el dengue, fiebre amarilla y la encefalitis equina.

A partir del reciclaje de las llantas, se pretende aprovechar este residuo para la implementar la tableta cien por ciento reciclable, la cual se encuentra en parques infantiles y gimnasios Biosaludables de los espacios públicos, esta debe amortiguar los impactos, resistente a cambios climáticos y se debe tener en cuenta las diferentes especificaciones técnicas del producto según normas (ASTM- D2632, ASTM-D1849, NTC 444) , abarcando como mejorar las desventajas actuales del mercado, para lo cual será necesarios estudiar los problemas de los productos ya existentes y hacer pruebas comparativas con estos.

La problemática actual de la tableta de llanta reciclada es la fácil propagación ante la exposición del fuego, para mejorar esta desventaja del material se requiere investigar un aditivo que lo vuelva ignífugo y que sea resistente a altas temperaturas; la cual se puede agregar como aditivo en el proceso de fabricación.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### **Metodología**

Se realizará una recopilación de información sobre los diversos usos del residuo de llantas, para esto se investiga en diferentes herramientas como: internet, libros, tesis, entre otros; esto con el fin de tener unos antecedentes históricos y adquirir información de los usos que se le han dado al residuo de llantas usadas. Después de indagar los usos y aplicaciones de las llantas usadas, se realizó una búsqueda de los procesos y métodos tecnológicos para la transformación del residuo en un producto final como “pisos de caucho localizados en parques infantiles y gimnasios Biosaludables”.

A través de varios métodos de investigación, se partirá desde un enfoque deductivo en el cual se inicia de lo general a lo particular, es decir, investigando la composición de los pisos utilizados actualmente en parques infantiles y gimnasios biosaludables, determinando sus ventajas y desventajas, los cuales deben brindar espacios amigables, seguros, perdurables y sostenibles, con un diseño y construcción adecuada según norma.

Para conocer el proceso se pretende desarrollar visitas a empresas donde se evidencia el proceso de producción y las diferentes etapas por las que pasa el residuo, para reconocer el punto crítico del material, determinar si la mezcla es pura o agregan alguna sustancia y con ayuda de un ingeniero químico mejorar las propiedades físicas del producto ante la exposición al fuego; también se implementa un enfoque cuantitativo, por medio de datos de tipo descriptivo y de observación, determinar qué tan exitoso puede ser el piso modificado (propuesta) en comparación al actual; llevando a cabo pruebas experimentales entre los dos materiales y tablas analíticas, lo cual dará un resultado y con este concluir los pro y contra de cada uno.

Por último, implementar una tableta que tenga una resistencia y durabilidad optima hacia la exposición al fuego, generando una ventaja competitiva.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### Marcos de Referencia

#### Marco Conceptual

Teniendo en cuenta el campo en el que se encuentra vinculada la investigación y los procesos que se deben llevar a cabo para desarrollarlo, es necesario tener en cuenta algunos conceptos que nos permitirán entender y conceptualizar la propuesta para poder darle una aplicación y desarrollo consecuentes. Para la elaboración de baldosas en granulo de caucho es importante identificar las materias primas a emplear en la construcción de esta, por lo anterior se establecen los siguientes conceptos:

#### **Descripción ignifugo.**

Los ignífugos se encuentran definidos como aditivos o retardantes a la llama, rechazando la combustión y protección contra el fuego. Es decir “estos aditivos funcionan interfiriendo el proceso de combustión mediante una fase gaseosa o iniciando una reacción química que enfría la región de combustión y cesa el fuego” (Callister, 2002, pág. 513).

#### **¿Qué es el poliuretano?**

La resina de poliuretano es una sustancia que aglomera las partículas de caucho. Además “Son conocidos como aislantes térmicos y espumas resilientes, elastómeros durables, adhesivos y selladores de alto rendimiento” (Vélez, 2008, pág. 142).

#### **¿Qué es el granulo de caucho?**

El granulo de caucho se deriva de una trituración previa del proceso de transformación de la llanta o “También conocido como caucho molido, se deriva más comúnmente de los neumáticos reciclados de automóviles y camiones” (Flexicon, s.f.).

#### **¿Qué es el fuego?**

El fuego “es el calor y la luz producidos por la combustión. Nace a partir de una reacción química de oxidación y supone la generación de llamas y la emanación de vapor de agua y dióxido de carbono” (Pérez & Merino, Definición de fuego, 2009a).

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### **¿Qué es el bromo?**

Por otro lado, el bromo líquido es una sustancia que ayuda a la retardación del fuego. Pero también “es un no metal líquido rojo, es muy reactivo y no se encuentra en la naturaleza como elemento sin combinar. Se extrae químicamente del agua de mar o de pozos de salmuera” (Burns, 2003, pág. 86).

### **¿Qué es una baldosa de caucho reciclado?**

Una baldosa de caucho reciclado” son productos en los cuales aproximadamente el 90% de sus componentes son cauchos ya utilizados en llantas, que se trituran y seleccionan para su posterior uso” (Berlá, s.f.).

### **¿Qué es abrasión?**

La abrasión es una prueba de fricción que se le hace a los pisos de caucho” está vinculada con el hecho y consecuencia de raer o desgastar por medio de la fricción” (Pérez & Merino, Definición de abrasión, 2009b).

### **¿Qué es la dureza?**

La dureza del material se da a partir de la resistencia del caucho al punzonamiento. “se entiende generalmente como la resistencia de un material contra la penetración de un cuerpo fabricado de un material más fuerte” (ILOG SA de CV, s.f.)

## **Marco Teórico**

A nivel nacional se ha visto que la acumulación de llantas se ha incrementado en porcentajes altos y que por esta actividad se están generando problemas en aspectos ambientales, de plagas, entre otros. Pero desde unos años el gobierno por medio de la Resolución 1457 (2010), en el artículo tercero y cuarto nos habla del almacenamiento de llantas usadas “Es el depósito temporal de llantas usadas desechadas por el consumidor, deberá cumplir los requerimientos que están en el Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de llantas usadas” (pág. 2), aun así, se observaban en las calles y barrios populares.

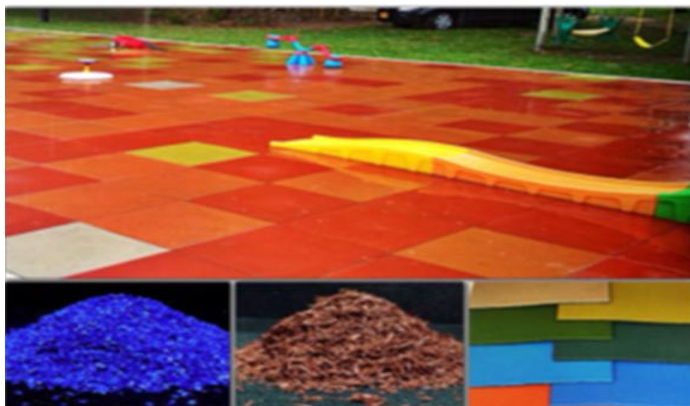
## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Mediante esta resolución se creó ese mismo año el Proyecto de Acuerdo 044 del 2012 “Por el cual se crea el Programa Parques Biosaludables y se establecen lineamientos para su implementación” (Concejo de Bogotá, 2012); Este proyecto ya se está aplicando a nivel nacional, con la implementación de pisos en llanta reciclada. Estos revestimientos se están adecuando en conjuntos residenciales, en gimnasios cerrados, entre otros lugares, pero dentro de los catálogos o especificaciones técnicas de estos revestimientos, se encuentran unas recomendaciones las cuales nos informan que el material no es compatible con agentes químicos comerciales, como otros aspectos. A continuación, se mostrarán las empresas que utilizan actualmente las baldosas en caucho reciclado.

### **Antecedentes baldosas de caucho.**

A nivel nacional, los pisos en llanta reciclada lo manejan diferentes empresas, pero esta investigación se va a enfocar en mercados en la ciudad de Bogotá. Una de ellas es la empresa Desing Group (fig. 1) cuyos suelos son 100 % de llanta reciclada.

**Figura 1. Baldosa de llanta reciclada.**



Fuente: (DesingGroup, s.f.).

También se puede encontrar otros tipos de pisos en llanta reciclada y caucho sintético como los de la empresa Prodicauchos (fig. 2), quienes utilizan estos dos componentes más un adicional el cual es colorante para no dejarlo del tinte natural de la llanta. Estos pisos y los anteriormente nombrados tienen unas dimensiones de 50 cm x 50 cm, con distintos estilos, su forma de instalación puede ser tipo traba o como un rompecabezas.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Figura 2. Baldosas de caucho empresa Pro dicauchos.**



Fuente: (Prodicauchos, s.f.).

### **Antecedentes pisos in situ.**

También se encontró como referencia los pisos in situ (fig. 3) de llanta reciclada que se están instalando en Colombia, estos revestimientos de igual forma cumplen la función de absorber impactos, su forma de instalación es sencilla, el proceso de secado es largo entre 24 a 48 horas; para que el aditivo y el caucho quede compacto.

**Figura 3. Pisos in situ empresa Hulex.**



*Nota:* en esta imagen se observa el acabado que tienen los pisos in situ de la empresa Hulex, este tipo de acabado se les da con una capa decorativa, teniendo como referencia unas guías. Fuente: (Hulex, 2016).

Como tal a nivel internacional México, Monterrey, Chile, entre otros se han puesto en la tarea de mejorar esos efectos negativos que produce la llanta. Hablando de las metrópolis que usan este método, vamos a ver lo que hacen en México; en esta ciudad se implementó una carta para la reutilización de la llanta, utilizarla en parques infantiles o de juegos.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Es así como la empresa ecomulch presenta su catálogo de pisos (fig. 4) in situ, en el cual se utiliza de distintas formas (figs. 5 a 7) En este archivo la empresa utiliza granulo de caucho, mantillo que es un terminado de caucho alargado como si fuese césped y el otro se presenta de tipo Chip.

**Figura 4. Pisos in situ Empresa ecomulch.**



*Nota:* Se puede observar que el acabado de este piso in situ es de tipo chip, este revestimiento es agradable a la vista, cumple con la normativa de absorción, fácil de instalar, entre otras ventajas. Fuente: (Grupo Niva fabricantes, s.f.).

Diferentes formas que utilizan la empresa ecomulch:

**Figura 5. Granulo de caucho.**



*Nota:* Una de las diferentes Tipologías que manejan en México, como vemos es tipo granular lo cual tiene un acabado tipo aglomerado. Fuente: (Grupo Niva fabricantes, s.f.).

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Figura 6. Mantillo de caucho.**



**Mantillo**

*Nota:* Otra tipología que manejan en México es la de tipo césped, por sus características tiende hacer un poco más absorbente de golpes ya que se compacta más fácil que el granulo; pero a su vez es más costoso. Fuente: (Grupo Niva fabricantes, s.f.).

**Figura 7. Forma chip de caucho.**



**Chip**

*Nota:* Por último, está la tipología chip la cual veíamos en la imagen de la anterior hoja, que es un acabado agradable, se le puede agregar distintos colores para jugar con el entorno que lo rodea. Fuente: (Grupo Niva fabricantes, s.f.).

En otros países como Chile el uso de la llanta se aplica en varios aspectos los cuales son: pisos de caucho para los animales, el uso de pisos en gimnasios y revestimientos para parques infantiles o llamados pastelones (fig. 8) y canchas de futbol sintético.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Figura 8. Parques infantiles.**



*Nota:* En esta imagen se puede observar como tal las baldosas implementadas en un parque infantil, con un acabado tipo ajedrez, su diseño es cuadrado, la visual es interesante ya que brinda un color diferente al piso.

Fuente: (Quality Rubber, s.f.).

Estos pastelones o baldosas de caucho cuentan con unas dimensiones de 50 cm x 50 cm con un espesor de 15 a 25 mm dependiendo la zona en que se quiera utilizar, no tienen ningún diseño en específico, se puede usar en gimnasios, zonas de juego, plazas, patios, entre otras.

Retomando en otro país de Latinoamérica en Argentina por medio de la empresa Fenix está instalando el caucho por el Gobierno de la ciudad autónoma de Buenos Aires Ley 455 (2000) – Decreto 1525 Instituto argentino de normalización (IRAM) Norma IRAM 3616 (Fenix Pisos, 2009)” como alternativa para los pisos en las zonas de juego, en gimnasios, y para las fábricas que manejan animales. Estas baldosas son de medidas de 50 cm x 50 cm con un espesor de 5 cm, cuentan con muchas ventajas como resistencia a los químicos, fácil de limpiar, es permeable al agua y es resistente al fuego.

### **Productos Retardantes de Fuego**

En el área de la construcción el uso de químicos es importante ya que estos se pueden utilizar como aislantes hacia el fuego, en las tuberías de agua caliente, como aislantes, como adhesivo, entre otros aspectos. Los elementos más usados en la construcción son los poliuretanos, el polietileno, poliestireno, poliéster, entre otros.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### **Polietileno.**

Este elemento se utiliza en la construcción en materiales como tubos de acero, fibras, como aislamiento eléctrico, este se basa por tener buenas propiedades eléctricas, si se aplica aun material se aligera su peso, como desventajas tenemos que es poco permeable con el agua. Cuando este polietileno se introduce a altas temperaturas se vuelve flexible, su base o superficie se convierte en blanda, la cual si se pasa o se raya con un lapicero o bien sea una aguja, queda marcada la línea; su punto de fundición llega a los 110° centígrados, si se inserta en un horno a bajas temperaturas este actúa como liquido transparente.

### *Propiedades físicas y químicas.*

El polietileno maneja unas propiedades las cuales nos presenta un texto científico, el cual nos dice:

- Que el peso molecular entre la suma de los átomos es de 25.000, su punto de función como anteriormente se menciona es de 110° centígrados, calor específico de 20 a 80 ° centígrados.
- Resistencia a tracción de 20 kg/cm<sup>2</sup>, conductividad térmica de 0,0007 seg. /cm<sup>2</sup>.

### **Polipropileno.**

Material plástico que se obtiene mediante la reacción entre dos moléculas del propileno la cual sirven para adición o condensación, esta viene del petróleo; el procedimiento tiene un control en las temperaturas y las presiones. Este se califica como homopolímero y copolímero de grandes impactos; este material se utiliza en las industrias, en el hogar, en los muebles, entre otros aspectos, si hablamos de sus características específicas este polipropileno, cuando se aplica con otros materiales ni tiene color ni tiene compuestos aromáticos.

### *Propiedades físicas y químicas.*

El polipropileno tiene una densidad de 0.93 gr. /cm<sup>3</sup>, este resultado tiene una aplicabilidad a los productos ligeros. Si este material se aplica en un elemento durante 24 horas este agente no hace que allá una deformación si se utiliza una temperatura ambiente

- Tiene una ventaja la cual tiene una capacidad y recuperación elástica

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

- Alta resistencia a los impactos

### *Propiedades mecánicas y químicas.*

- Posee una alta resistencia a la humedad y al calor.
- Alta resistencia a temperaturas de 180 ° centígrados.
- No presenta humedad.
- Capacidad y resistencia a los químicos comerciales (QuimiNet, 2006).

### **Poliestireno expandido.**

Como tal el poliestireno se obtiene por medio del paso de polimerización de un agente monómero, a este se le adiciona un pentano. Estos plásticos están formados por millones de células, estas son rellenas de aire. Únicamente posee estos dos elementos. Cuando se va a implementar en algún material se tiene que reevaluar ya que este dependerá del estado físico y la ubicación del objeto. (AAPE Asociación Argentina de Poliestireno Expandido, s.f.)

### *Propiedades físicas y químicas.*

Las ventajas que nos presentan los poliestirenos expandidos son ligeras, el cual se puede implementar en distintos materiales de construcción, tiene una buena capacidad de aislamiento térmico ya que por su propia estructura cumple esta característica. Si hablamos de las ventajas, este elemento es estable a una variedad de elementos de carácter químico, por ejemplo:

- Ante la solución marina el poliestireno expandido no se destruye con una acción prolongada
- Si se le aplica clorhídrico en un 35% no le ocurre una reacción
- Estas son algunas de las ventajas químicas que nos presenta este elemento según el “Departamento de calidad Knauf miret” (Diaterm, 2008).

### *Comportamiento frente al fuego.*

Como tal el poliestireno expandido están clasificados dentro de los polímeros, estos contienen una mezcla de hidrocarburos que en su punto de ebullición son combustibles. Si son expuestos a unas temperaturas mayores de 100° C las resinas de poliestireno expandido se

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

vuelven blandas, se contraen y ocurre un efecto negativo por lo cual no es recomendable usarla, si los grados aumentan se funden deja de servir la resina; pero si se utiliza un poliestireno auto extinguiible se contrae el material si está expuesto a una llama, la cual como resultado no se propaga ya que esta no empezara a consumirse. (Diatern, 2008)

### **Bromo líquido.**

Se conoce como bromo al elemento químico que está calificado entre los halógenos, es un producto inorgánico, cuenta con fosforo, nitrógeno y otro componente. Actúa como retardante del fuego ya que actúa disminuyendo la llama, también evita la propagación de la llama en el material. Como ventaja a nivel ambiental no se genera gases tóxicos.

### ***Uso del bromo en la industria.***

El uso de este material en la construcción se establece y se implementa en la fabricación de alfombras y plásticos, este elemento se le puede aplicar durante o después de su elaboración. Se pueden aplicar otros productos como el fosfato.

### ***Propiedades del bromo.***

Encontramos el bromo de forma líquida o gas, su color es de tonalidad rojiza, pertenece al grupo de los halógenos, su punto de fusión es de 220° Centígrados. El cual se puede combinar con materiales que tengan altas temperaturas, ya que no va a sufrir ningún cambio.

## **Marco Legal**

Los lineamientos que nos da el IDR (Instituto de Distrital Recreación Distrital) en su manual de especificaciones técnicas. De acuerdo con los lineamientos que se deben tener en cuenta para la instalación de pisos de caucho en parques y gimnasios públicos; además de brindar un material suave, antideslizante, amortiguan te, absorbente de ruidos y vibraciones.

Todas estas características que se deben cumplir fueron tomadas de la norma Europea ASTM-D2632 y ASTM D1849, la cual nos habla de las especificaciones que deben tener los

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

cauchos, y la NTC 444 Resistencia a la Tensión, entre otras normas como nos indica esta tabla del IDRDR (tabla1).

**Tabla 1. Ensayos para realizar en pisos de caucho**

PRUEBA	MÉTODO	RANGO
Resiliencia	ASTM-D2632	-88 min+20%
Conductividad térmica	C177-76	Máx. 9.200 (w/m. 2k)
Resistencia a la abrasión	DIN 53516	Máx. 1100 mm. #
Coefficiente de fricción	ASTM-D1849	Min. 6.80
Resistencia a la tensión	NTC 444	Min. 0.28 mpa

Fuente: (Instituto Distrital de Recreación y Deportes (IDRD), 2017).

En la siguiente tabla es con relación a la normativa (tabla 2) en términos de medio ambiental pertinente al manejo y aprovechamiento de llantas en desuso, manejo de este residuo, disposiciones de este residuo para no generar una quema indebida y afectación por gases tóxicos, nuevas resoluciones de reutilización de residuos y la nueva implementación de pisos en llanta reciclada para espacios de parques infantiles y gimnasios Biosaludables.

**Tabla 2. Normativa sobre el manejo de llantas usadas.**

Norma	Título	Aplicación
Constitución Política de Colombia 1991	Artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.
Leyes	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Norma	Título	Aplicación
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 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 1115 de 2012	Aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición.
Acuerdo	Proyecto de acuerdo 063 de 2012	Crea el Programa Parques Biosaludables y se establecen lineamientos para su implementación de pisos de caucho.

Fuente: elaboración propia.

En Colombia son en las ciudades principales como son Medellín, Cali y Bogotá, quienes por medio del Proyecto de Acuerdo 044 (Concejo de Bogotá, 2012) “Por el cual se crea el Programa Parques Biosaludables y se establecen lineamientos para su implementación” y por la 1115 del 2012 “Por Medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012).

El gobierno con esta resolución fomento a que las empresas de recolección les brindaran esta materia prima a las empresas que hacen pisos en caucho para implementarlo en obras de la ciudad. En este orden de ideas las empresas como Hulex, Prodicauchos L.T.D.A, Gercons Colombia, entre otras; deberán tener en cuenta el “Manual de Especificaciones Técnicas de Diseño y Construcción de Parques y Escenarios Públicos de Bogotá D.C.”. De acuerdo con la normativa europea utilizada por el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, para tener el conocimiento de la resistencia, Conductividad Térmica, Resistencia a la abrasión, Coeficiente de Fricción y Resistencia a la tensión, se va a especificar cada norma para conocer los métodos de ensayos, entre otros aspectos.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### **Norma UNE-EN 1177.**

Esta norma nos habla de los revestimientos de las superficies de las áreas de juego absolvedores de impactos, especificándose en la determinación de la altura de caída crítica.

### ***Método de ensayo.***

Las áreas a las cuales se les van a instalar los pisos amortiguante debe pasar por un procedimiento de golpeo, esta actividad se aplica con una cabeza de maniquí, la cual dejan caer de diferentes alturas dándonos unos valores de impacto y de aceleración que serán claves para darnos un nivel de gravedad o lesión en la cabeza. Para este primer método se utiliza un acelerómetro que está ubicado en la cabeza del maniquí, también encontramos unas opciones para establecer otros datos, utilizando una serie de dispositivos como lo son: Amplificador de carga, Acelerómetro Un axial, un sistema Guiado.

### ***Sistema de medición mediante acelerómetro.***

Este proceso consiste en medir todas las frecuencias en la gama de 0.3 Hz hasta los 1000 Hz, el acelerómetro debe tener una respuesta en todas las frecuencias para mantener los errores por debajo del 5%, lo que se obtiene con esta medición son: “medición, registro, identificación de la aceleración y el tiempo de impacto” (Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, 2008, pág. 10). Para realizar cada ensayo las condiciones deben ser las siguientes:

- Los ensayos se deben realizar a una temperatura de 23° grados centígrados.
- Se deben efectuar sobre una base de hormigón rígido plano o una superficie equivalente con la masa, densidad y espesor para que al transcurrir los ensayos no ocurra ningún cambio.
- Se deben colocar cuatro baldosas de dimensiones de 1 m x 1 m sobre la base rígida, esto debe tener los elementos de unión, sujeción, dando una similitud del área que se va a cubrir.

### ***Precisión de los ensayos.***

Los equipos con los cuales se van a hacer las pruebas tienen que estar respectivamente calibrados, estos deben ser validados por un laboratorio cada año, esta validez debe cumplir la

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

norma en ISO/IEC 17025 (Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, 2008).

Para la utilización del acelerómetro se calibra en todas las frecuencias, si este dispositivo por alguna razón sufre alguna anomalía se tiene que recalibrar en los intervalos de cada prueba, estos deben tener una certeza del 5%. Para la verificación de los cálculos se debe hacer un proceso matemático insertando una curva semi-seno más el resultado, esta curva no debe desviarse más del 1%.

### ***Ensayos in situ.***

Estos ensayos deben ser documentados y efectuados como nos indica el laboratorio, pero cambian unas especificaciones las cuales son: condiciones climáticas, temperatura, humedad, entre otras. Estos ensayos deben ser realizados en esas condiciones ya que el material va a estar expuesto a estos cambios climáticos. Solamente se da la certificación de los pisos de caucho cuando se hacen ensayos en baldosas por el contrario el ensayo in situ simplemente se pasa un informe al fabricante. (Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, 2008, pág. 11).

### ***Procedimiento.***

En el proceso de ensayos in situ se tienen que seguir de ciertos parámetros establecidos por esta norma los cuales son:

### ***Elección y definición de la posición de ensayo.***

Se realizan distintos ensayos con diferentes posiciones para cada altura, en las respectivas probetas, con el fin de determinar la altura y posición de caída crítica.

- La distancia entre una posición y otra de las respectivas probetas no deber ser inferior a 250 mm, a diferencia da la posición que está cerca al borde, o marco de ensayo que debe estar más cerca de 250 milímetros.
- Para hacer el ensayo de las probetas en distintas posiciones, deben cumplir con el área que se va a cubrir, el espesor requerido para iniciar esta actividad, la que al final se hará un ensayo.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

- En las probetas sin cohesión y/o naturales se establece las posiciones adecuadas para iniciar los ensayos de caída.
- No se aplica el ensayo si la probeta esta con una inclinación de  $10^\circ$  con respecto a la horizontalidad.

### *Procedimientos para baldosas prefabricadas.*

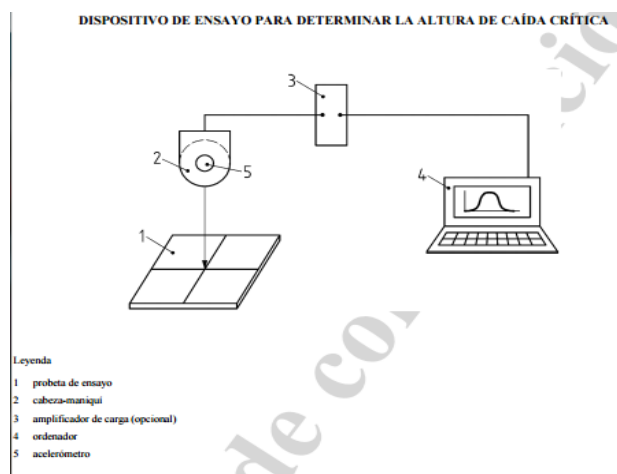
#### *Pruebas a los revestimientos prefabricados.*

Si se van a utilizar baldosas fabricadas en los revestimientos se deben realizar al menos nueve ensayos de caída libre (Fig. 9) en distintas posiciones sobre las probetas. El proceso de estos nueve ensayos costa de lo siguiente:

- En el centro de la baldosa.
- En el centro de una junta que una o dos baldosas.
- En el empalme donde confluye el número máximo de baldosas.
- Donde allá una discontinuidad para obtener el valor más bajo de la altura crítica.

Cada ensayo se debe realizar con un tiempo determinado de 15 minutos” (Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, 2008, pág. 13).

**Figura 9. Pruebas a una baldosa de caucho.**



Nota: Se observa el diagrama, el cual explica cómo se realiza la prueba a los pisos de caucho, utilizando una cabeza maniquí y un acelerómetro. Fuente: (Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, 2008).

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### *Ensayo en laboratorio.*

La primera posición no debe estar a menos de 250 milímetros del marco, a esta probeta se le aplica tres impactos consecutivos en la cabeza-maniquí con la altura definida, siendo esta con la misma posición.

- En el área se vuelve a distribuir el material del marco, este se nivela hasta que alcance su espesor indicado por el ensayo.
- Se deja caer la cabeza-maniquí cuando este en la segunda altura de caída, constantemente en este caso tres veces sin hacerle ningún cambio de dirección al material.



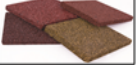



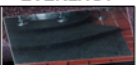
## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

## Desarrollo del Proyecto

## Método

En este proyecto se realizó una consultaron las diferentes empresas que actualmente hacen productos en caucho, haciendo un cuadro comparativo del uso, características del producto, acabado, dimensiones, espesores, resistencia y ventajas del producto. (Tabla.3)

Tabla 3. Cuadro comparativo de empresas.

EMPRESAS	CARACTERÍSTICAS	USO	ACABADO	DIMENSIONES Y ESPESOR	ABSORCION	RESISTENCIA	VENTAJAS Y DESVENTAJAS
<b>Forever Gum S.A.S (recicla llanta)</b> 	GRANULO DE CAUCHO RECICLADO APLICABLE EN PAVIMENTOS PARA REDUCIR LA RUIDOSIDAD AUMENTA LA SEGURIDAD Y LA ABSORCION DEL AGUA EN ESCENARIOS DEPORTIVOS E INFANTILES.	SU APLICABILIDAD ES SOBRE PAVIMENTOS, PISOS, BALCONES PARA PARQUES.	GRANULO DE CAUCHO RECICLADO DESDE 2mm HASTA 2cm. ACABADO GRANULOMETRICO	SE PUEDE ENCONTRAR EN ESPESORES DE 1CM HASTA 2.5CM	NIVEL DE IMPERMEABILIZACION 90%	RESISTENCIA ELECTRICA HASTA 240 V. GRADO DE ABRASION O VIDA UTIL DE -50% (comparado con otros materiales como asfalto y cemento).	VENTAJAS RESISTENTE AL AGUA UTIL ALTA
<a href="http://forevergum.blogspot.com.co/p/caracteristicas-tecnicas.html">http://forevergum.blogspot.com.co/p/caracteristicas-tecnicas.html</a>							
<b>Cafarcol (Reciclaje de llanta) Recubrimiento para superficies</b> 	Cafarcol S.A.S ha desarrollado una línea especializada en pisos de caucho que ofrecen diferentes características que se adaptan a las necesidades de los consumidores.	para áreas industriales, gimnasios, establos, zonas húmedas, parques infantiles, áreas de trabajo y servicio.	ACABADO AGLOMERADO VISTA GRANULOMETRICA	SE MANEJA TIPO PLACA CON ESPESORES DE 10 mm A 30 mm		RESISTENCIA A LA ABRASION LARGA VIDA UTIL RESISTENCIA A TRAFICOS TIPO 4 RESISTENCIA A LOS IMPACTOS	VENTAJAS SE MANEJA POR PLACAS PARA DARLE MAYOR RENDIMIENTO A LA OBRA SU ACABADO ES TIPO AGLOMERADO
<a href="http://www.cafarcol.com.co/pisodcaucho/">http://www.cafarcol.com.co/pisodcaucho/</a>							
<b>Cafarcol (Reciclaje de llanta) PISO aglomerado tipo adquin</b> 	Cafarcol S.A.S ha desarrollado una línea especializada en pisos de caucho que ofrecen diferentes características que se adaptan a las necesidades de los consumidores.	para áreas interiores, parques, áreas de trabajo, aulas y servicio.	ACABADO AGLOMERADO VISTA GRANULOMETRICA	ESPESOR UNICO DE 3CM		RESISTENCIA A LA ABRASION LARGA VIDA UTIL RESISTENCIA A TRAFICOS TIPO 4 RESISTENCIA A LOS IMPACTOS	VENTAJAS SE MANEJA POR PLACAS PARA DARLE MAYOR RENDIMIENTO A LA OBRA SU ACABADO ES TIPO AGLOMERADO
<a href="http://www.cafarcol.com.co/pisodcaucho/">http://www.cafarcol.com.co/pisodcaucho/</a>							
<b>Cafarcol (Reciclaje de llanta) PISO en Caucho Vulcanizado</b> 	Cafarcol S.A.S ha desarrollado una línea especializada en pisos de caucho que ofrecen diferentes características que se adaptan a las necesidades de los consumidores.	para áreas interiores, jardines, establos, servicios, gimnasios.	SE PUEDE ENCONTRAR LISO, O CON ACABADOS A SPEROS ANTIDESLIZANTES	ESPESOR DE 11mm y sus dimensiones son de 50 cm x 50 cm		RESISTENCIA A LA ABRASION LARGA VIDA UTIL RESISTENCIA A TRAFICOS TIPO 4 RESISTENCIA A LOS IMPACTOS	SU SISTEMA DE APLICACION EN UNA AREA ES TIPO ENSAMBLAJE
<a href="http://www.cafarcol.com.co/pisodcaucho/">http://www.cafarcol.com.co/pisodcaucho/</a>							
<b>GERCONS COLOMBIA (Reciclaje de llanta)</b> 	Baldosa de caucho reciclado, son productos en los cuales el 90% de sus componentes son caucho y ya utilizados en neumáticos.	SE UTILIZA EN PASEOS, EXTERIORES, INTERIORES Y DE SERVICIOS	SE ENCUENTRA ACABADO GRANULOMETRICO	DIAMETRO DE 50 cm X 50 cm ESPESOR MINIMO DE 25 mm	Buen drenaje de agua, posee una base estructural para evacuar el agua y un rápido secado sin dejar charcos.	Máxima protección y reducción de daño a producidos por caídas, pavimento de seguridad. Acción antideslizante: Proporcióna una superficie completamente antideslizante incluso con presencia de agua.	Cumple la normativa de seguridad en parques infantiles. 100% Libre de sustancias perjudiciales
<a href="http://www.gerconscolombia.com/index.php/productos/maquina-baldosa-caucho">http://www.gerconscolombia.com/index.php/productos/maquina-baldosa-caucho</a>							
<b>PRODICAUCHOS LTDA (Reciclaje de llantas)</b> 	Baldosa 100% en caucho reciclado, no es tóxico, no contiene plomo, fácil de instalar y de mantener.	Aplicación: Campos de golf, Parques infantiles, Zonas de Juego, Caminos, Pasajeros, Aislamiento, Piscinas, Pistas de Atletismo y en general todo tipo de áreas tanto interiores como externas.	Puede ser de cualquier color, que al combinarse con precisión crean infinitas alternativas para la decoración de áreas interiores y exteriores.	espesor Min 5mm – Max. 10 cms	Seguridad, medio ambiente, protección, ignífugo, antideslizante, drenaje de agua buena. No se agrieta debido a la capacidad que tiene el producto de expandirse y contraerse con el cambio del clima.	Elongación a la ruptura 450 Dureza 56	Cumple la normativa de seguridad en parques infantiles. De fácil mantenimiento (no lo necesitan ser rodados con maquina). No permite la propagación de maleza, roedores o insectos.
<a href="http://www.prodicauchos.com/2013/05/28/epdm-chips/">http://www.prodicauchos.com/2013/05/28/epdm-chips/</a>							
<b>PRODICAUCHO S LTDA RM-03 EVERLAST</b> 	producto elaborado en caucho, cuenta con pigmentos de colores resalta su apariencia, su presentación es en rollos de 1M de ancho por 20 M de largo, tiene un espesor de 3 mm.	ESCALERAS, GRADERAS, PASILLOS, BODEGAS, ETC.	SU ACABADO ES MAS LISO	Espeor mm 3 Dimensiones (cm) 100 x 2000		Resistencia al Desgaste 80% mín. Deformación por compresión 30% máx. Resistencia Eléctrica (kV) 10	Aislamiento acústico (db) 25 mín. Aislamiento térmico (°K) 0.05
<a href="http://www.prodicauchos.com/2013/05/08/rm-03/">http://www.prodicauchos.com/2013/05/08/rm-03/</a>							

Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Lo que cual se extrajo unas conclusiones previas del cuadro comparativo y de las diferentes tesis consultadas sobre el tema: como el elevado costo por metro cuadrado del piso, la vulnerabilidad de los pisos hacia agentes químicos como amoniaco, cloro, gasolina, acpm, entre otros; y la fácil combustión del producto.

A continuación, en la investigación de las baldosas del mercado actual, indagando como es el proceso de producción, el cual es amplio en la mayoría de las empresas, investigar cómo se conforman estas baldosas, que tipo de químicos se le aplican, entre otras cosas. Se indago acerca sobre la composición del caucho, y buscando que las baldosas no fueran tan porosas, se miró con que otros materiales podrían ser compatibles. Teniendo esta inquietud se averiguo sobre distintos materiales que pudieran ser compatibles con el caucho, ya que tenían que cumplir una serie de condiciones físicas y químicas como lo son:

- Tener una buena capacidad para ser utilizado a unas temperaturas que superaban los 280° centígrados.
- El material no debía ser inflamable
- El material no debía sufrir cambios drásticos como la cristalización ya que podíamos obtener un acabado liso el cual no cumple con la norma.
- No debe generar problemas en la salud, a nivel de respiración o inhalación, como al contacto por algunos problemas de hongos, plagas o focos de infección.
- Debe ser compatible con químicos para obtener un producto ignifugo, puede que darle de color negro o de diferentes colores a partir de la pigmentación del material (caucho).
- El material debe amortiguar, atenuar los golpes y evitar posibles lesiones en caso de caídas, que sea insonorizante, entre otros.

Teniendo en cuenta esta serie de parámetros básicos que nos daba la ficha técnica de los distintos productos de caucho, se empezó a buscar a nivel nacional como internacional materias primas que fueran compatibles y que se vendieran acá en Colombia y que fueran a bajo costo. Se encontraron muchas materias que podían cumplir con algunos parámetros como

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

lo eran: amortiguante, bajo coste, no era generador de problemas para la salud, estos materiales que se encontraron fueron:

- Espuma, Foami, goma, algodón, entre otros.

Pero al considerar las características de estos materiales no podíamos utilizarlos ya que no se podían introducir a unas temperaturas elevadas, ya que el material se pulverizaba o quemaba, por otro lado, no era compatible con el caucho ni tampoco era compatible con químicos y era inflamable.

### Pruebas de Ensayo y Error al Caucho con otros Materiales

Se empezó a indagar en otros materiales que cumplieran con los parámetros que ya mencionados. En esta búsqueda se encontró dos tipos de materias primas las cuales son:

- La arena y la marmolina

Estas dos materias cumplían la mayoría de las especificaciones, entonces lo que se hizo fue una primera mezcla la cual inicio por el caucho y la marmolina en proporciones de 400 gramos en cada recipiente (fig. 10).

**Figura 10. Proporciones de caucho y marmolina.**



Nota: Se utilizaron dos recipientes, que tenían medidas de 400 gr, en estas se vació el caucho y en el otro la marmolina. Fuente: elaboración propia.

En estos dos vasos se vació mitad de marmolina y la mitad de caucho.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### Prueba número uno.

Mezcla de 50 % caucho – 50 % marmolina (fig. 11)

**Figura 11. Caucho y marmolina.**



Fuente: elaboración propia.

Se hizo una primera muestra la cual era una capa de caucho y otra capa de marmolina, vaciadas en un molde metálico y puestas a más de 250° C (fig. 12), esta se dejó por más de 45 minutos.

**Figura 12. Mezcla en el horno.**



*Nota:* Se calienta el caucho y la marmolina a unas temperaturas de 280° centígrados, se va observando después de 30 minutos que el material expulsa humo tóxico, por lo cual se paró la prueba. Fuente: elaboración propia.

Cuando se saca este molde con la mezcla establecida (fig. 13) se procede a dejarlo para ver más adelante que comportamiento tenía estas dos materias. Se dejó por un día alejado del sol y de la humedad dando un resultado negativo ya que una parte mínima se pudo mezclar pero que al momento de tomarlo no era estable (fig. 14).

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Figura 13. Molde caucho y marmolina.**



*Nota:* Cuando se retiró la muestra del horno se pasó a un recipiente, pero como vemos el material no era compatible con el caucho. Fuente: elaboración propia.

**Figura 14. Mezcla caucho y marmolina.**



*Nota:* En esta imagen vemos que la marmolina no tiene unas proporciones iguales para acoplarse con el caucho. La muestra se deshacía muy fácil. Fuente: elaboración propia.

Se evidencia que en esta primera prueba que la marmolina no es compatible con el caucho ya que genera una alta contaminación por expulsión de humo, necesita de mucho tiempo para que se aglomere con el caucho lo que en el caucho genera una reacción de acristalamiento. Durante el proceso de calentamiento paso lo mismo que en la prueba de la marmolina, el caucho empezó a expulsar humo tóxico que es perjudicial para la salud. Se decidió sacar el molde, se dejó igual un día fuera de los agentes climáticos (fig. 16).

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### Prueba número dos.

Mezcla 30% arena – 70% caucho; Se hizo una segunda muestra la cual era una capa de caucho y otra capa de arena (fig. 15) echadas en un molde metálico y puestas a más de 280° centígrados, esta se dejó por más de 50 minutos ya que la arena se cristaliza con un tiempo extenso y con una temperatura de 1500 a 2500° centígrados, para que este llegue a cristalizarse.

**Figura 15. Caucho y arena.**



*Nota:* En esta prueba se utilizó caucho y arena con unas proporciones de 70% caucho y 30% arena con el fin de saber si era o no era compatible. Fuente: elaboración propia.

Al momento de ver la muestra al siguiente día (fig. 16) se pudo evidenciar que el material no fue compatible, al momento de sacarlo del molde la arena no llegó a un proceso de cristalización total, si no que fue muy superficial. Haciendo que la primera capa llegara a una dureza primaria y el resto de la mezcla se comportara heterogéneamente.

**Figura 16. Material no compatible con la arena.**



*Nota:* En esta prueba los dos materiales tampoco se pudieron acoplar ya que la arena necesita un punto de fusión alto, también se generó problemas de humo, al final la muestra se cuarteaba por lo que se dejó en el molde. Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Se evidencia que esta prueba de la arena no es compatible con el caucho ya que genera una alta contaminación por expulsión de humo, necesita de mucho tiempo para poder compatibilizar con el caucho, ya que mientras la arena alcanza su cristalización el caucho sufre una degradación del material. Teniendo en cuenta lo anterior lo que se realizó una visita a diferentes empresas para recoger muestras y proceder a realizar una prueba contra el fuego, partiendo de que en la Empresa ACME (fig. 17) (Abastecedora de cauchos y mezclas) maneja pisos para uso interior, se consigue en color negro o en tableta de chips – colores, no se debe colocar a la exposición directa de agentes climáticos especialmente el sol, donde su tableta se compone de un 30% de residuos industriales, es decir, que utiliza un porcentaje de material recuperado de llantas usadas y el otro 70% es de caucho natural.

También se recogió una muestra en la empresa de Producauchos LTDA, donde esta es 100 % de llanta reciclada y la cual se puede conseguir en diversos colores, espesores y grabados en el acabado de la tableta.

**Figura 17. Muestra empresa ACME.**

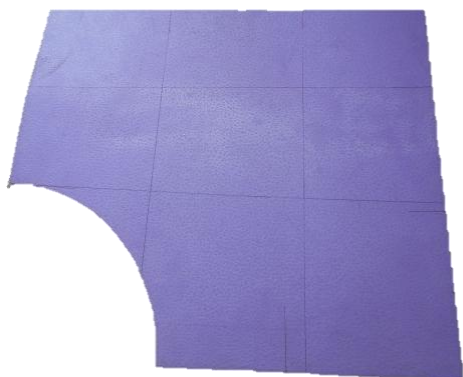


*Nota:* En esta imagen vemos uno de los pisos que actualmente están en el mercado, esta baldosa se consigue de diferentes colores, tiene un acabado liso, diseño tipo rompecabezas, no necesita de pega ya que con el peso propio se mantiene. Fuente: elaboración propia.

Se puede observar las (figuras 18-19) que poseen características diferentes en cuanto a forma, color, espesor y composición ya mencionadas anteriormente. Se procede a tomar una muestra y someterla al fuego

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Figura 18. Muestra empresa Prodicauchos LTDA.**



*Nota:* Se puede observar otro producto del mercado, esta cuenta con una tonalidad clara, su acabado es en relieve, es combustible, se utiliza para interiores, entre otros aspectos. Fuente: elaboración propia.

Para determinar en cuanto tiempo se da el proceso de combustión de cada tableta y así tener un parámetro de comparación de los productos actuales, se realiza una prueba a la baldosa de la empresa ACME (fig. 19)

**Figura 19. Trozo de muestra ACME**

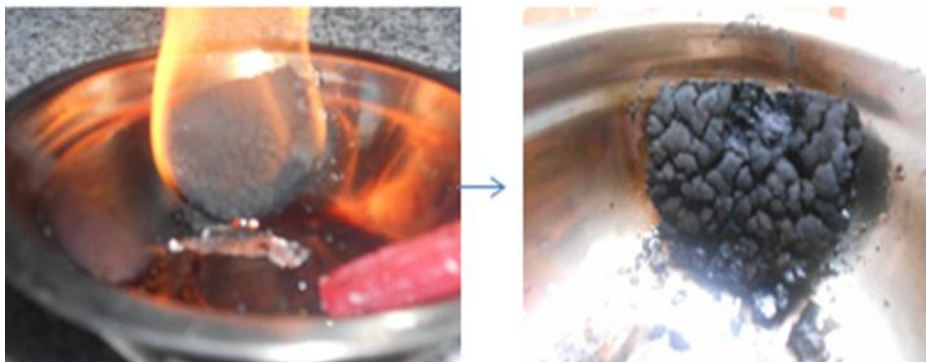


*Nota:* Se observa un trozo de caucho de la empresa ACME, esta muestra se va a quemar para conocer el tiempo que se quema, saber si es combustible o no, entre otros aspectos. Fuente: elaboración propia.

Se realiza una prueba casera, donde se toma un trozo de la muestra de caucho, en la que a través de un encendedor se prende el fuego directamente en el material (fig. 20), por lo cual empieza a consumirse expulsando un humo negro algo irritante, tanto para el aire que se respira como para la visualización, y aproximadamente el caucho en cinco minutos hace combustión el caucho.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Figura 20. Combustión del material**



*Nota:* Como se mencionó anteriormente se realizó la prueba para saber si el material era combustible y como resultado se obtuvo que ese material es altamente inflamable. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la (fig. 21) se lleva a cabo la combustión del material en cinco minutos dejando la muestra frágil, es decir, no se puede trasladar porque se desmorona y con un olor muy penetrante en determinado espacio (cerrado).

**Figura 21. Muestra de Caucho 100% reciclada en combustión.**



*Nota:* Se realizó otra prueba con el producto de la empresa Prodicauchos, el cual nos arrojó se observó que este piso también era combustible, teniendo varias pruebas se investigó sobre resinas retardaste de fuego. Fuente: elaboración propia

Esta muestra con reciclaje de llantas de un 100% tiene un espesor de 0.05 mm, con una pigmentación del caucho y con un acabado o grabado en su parte superficial. Se toma la muestra y se coloca en un recipiente metálico, allí se procede a utilizar una vela para dejar que la llama vaya consumiendo el producto; se lleva a cabo la incineración del producto y en el lapso (5 minutos) se consume por completo el material quedando en forma de ceniza.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Teniendo en cuenta que el material no es compatible con otras materias primas, se hizo una prueba de ensayo y error. En un recipiente de aluminio se coloca una muestra de caucho granulado del 100% observado (fig. 22), para estar a la mira de que comportamiento tiene este, sin agregarle otro material.

**Figura 22. Comportamiento del caucho a altas temperaturas.**



*Nota:* Observando que las otras muestras utilizadas con diferentes agregados no obtuvieron un resultado positivo, se decide hacer otra con solo granulo de caucho. Esta muestra dio un resultado positivo y negativo; la compactación del material en un tiempo de 55 minutos y la generación de humos tóxicos. Fuente: Elaboración Propia

Después de ingresar la muestra durante 45 minutos al horno a temperatura de 280° C, sus partículas se aglomeran, pero tiene una apariencia blanda y pegajosa (fig. 19), lo que genera una degradación del material, lo contrario que cuando se aplica una resina de poliuretano al caucho. El primer paso que se debe tener en cuenta la granulometría del material, realizando la prueba granulométrica de las partículas del caucho implementadas en la tableta.

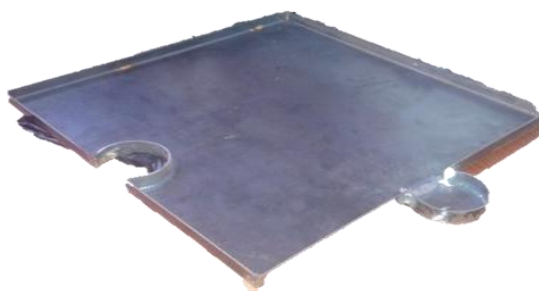
### Desarrollo del Molde

Mediante la investigación de los procesos para la elaboración de los pisos en llanta reciclada, se observó los diferentes procedimientos de los cuales se decide aplicar el que mejor se acopla a la fabricación de pisos en caucho granular, que no genere un alto impacto tanto medio ambiental como en costos energéticos, es decir, la cantidad de luz invertida en este.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Teniendo en cuenta el proceso de fabricación investigado, se realizó otra indagación para determinar que otros materiales se debían aplicar para mejorar la calidad el producto ante la exposición del fuego. Se procedió a realizar un primer diseño de baldosa (fig. 23), este diseño consta de un recipiente metálico en forma de lámina negra, ya que debe resistir a altas temperaturas el cual será el molde para vaciar la cantidad de granulo de caucho y su aditivo.

**Figura 23. Molde metálico.**



*Nota:* Primer planteamiento el cual consistía en un diseño tipo rompecabezas, con unas medidas de 50 cm x 50 cm. Fuente: elaboración propia

El diseño establecido por primera vez tiene unas dimensiones de 50 cm x 50 cm con un diámetro de 1.0 cm (fig. 24).

**Figura 24. Primer diseño de la baldosa de caucho.**



*Nota:* El diámetro de este primer planteamiento era de 1.0 cm, observar cómo queda el caucho esparcido por todo el molde, pero este tenía un problema. Fuente: elaboración propia.

Como se observó en las muestras de ensayo y error, un horno de 250° no era muy bueno para que las partículas de caucho se adhirieran, además a temperaturas menores de 300° el caucho genera los gases tóxicos; por lo cual se debe utilizar un horno industrial que supere

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

los 250° y además que tenga una campana extractora de humo. Se encontraron varias empresas que tenían estos hornos industriales en los cuales se podía llevar a cabo la elaboración del producto final propuesto, pero dentro de esta investigación de los procedimientos, se encontraron diferentes métodos, que llevaron a reevaluar la forma de cómo hacer la baldosa. Pero analizando y estudiando cada proceso se tomó la decisión de hacer la baldosa con una prensa industrial a una temperatura de 300° centígrados, no genera humo denso y no se tiene que esperar tanto tiempo para que las partículas se adhieran.

Ya establecido el proceso que se iba a realizar, se pasó a la segunda parte del desarrollo del proyecto, en esta parte se evidencia el cambio en el diseño de la baldosa ya que el molde metálico que se mandó hacer tenía defectos como: el material no se lograba adherir porque las pestañas estaban desniveladas; se hizo otro molde el cual tenía medidas de 50 cm x 50 cm como el anterior, teniendo en cuenta que el molde estaba desnivelado y fue complicado hacer los bordes redondos, se realizó otra con los bordes rectos. Ya realizado este último diseño se procede a realizar la tercera parte del desarrollo del proyecto; esta tercera parte se basa en la búsqueda del agente ignífugo, ya que se les hicieron varias pruebas a los productos que hay actualmente en el mercado. En estas pruebas se tomó un soplete (fig. 25), dándonos un diagnóstico poco alentador.

**Figura 25. Soplete utilizado.**



*Nota:* Se utilizó un soplete con el fin de quemar las baldosas de otras empresas y como tal el prototipo que estábamos implementando. Fuente: elaboración propia

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Se pudo evidenciar que el material era combustible (fig. 26), ya que el tiempo que duraba en consumirse era rápida, lo que nos llevó a investigar sobre el químico que se debía aplicar al caucho, este elemento tenía que cumplir varias especificaciones las cuales son: Resistencia a las altas temperaturas, ser compatible con el caucho, no debe tener cambios en el material, entre otras.

**Figura 26. Baldosas actuales sometidas al fuego.**



*Nota:* Utilizando el soplete se observa como la llama proporcionada por este objeto empezó a consumir el material, a medida que iba pasando el tiempo se iba formando una burbuja la cual está en la imagen derecha, también se observa que el material es combustible ya que dejó el material degradado y no muy agradable a la visual del público. Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la degradación del material, se investigaron varios químicos como el: Bromo líquido, resinas de poliuretano, poliéster, polietileno, entre otros.

Se hizo una investigación de cada uno de estos elementos para saber cuál cumplía con las especificaciones anteriormente indicadas; se encontró que el bromo líquido (Fig. 27), por sus características como: Resistencia a las altas temperaturas, no tener ningún cambio tanto del material y ser compatible con el caucho.

Con esta gran ventaja, que el material cumplía con dos aspectos de los tres que necesitaba para el proyecto, se procedió a la cuarta parte del desarrollo del proyecto.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Figura 27. Bromo líquido.**



*Nota:* Se utilizó bromo líquido para que este actué como agente auto extinguido en la generación de un fuego el cual ocasiona graves efectos en el entorno. Fuente: (Investiga el Universo, s.f.).

En esta cuarta parte como ya teníamos establecido el diseño final como tal de la tableta que va a hacer de 50 cm x 50 cm con un espesor de 2 cm, teniendo el proceso de producción de la baldosa y conociendo el producto ignífugo que le aplicaremos. Se inicia la producción de la baldosa final, pero estas son enviadas a un laboratorio quien le iba a realizar una serie de pruebas las cuales fueron las siguientes:

- Prueba Deformación Remanente por Compresión en Caucho
- Prueba de Dureza Shore en Plásticos y Cauchos
- Prueba de tensión en cauchos

### **Prueba de Granulometría del Caucho**

En esta prueba consiste en determinar en qué milímetros se encuentra el mayor porcentaje de la materia prima, para llevar a cabo esta prueba se necesita:

- Balanza
- Cepillo
- Juego de Tamices ASTM
- Agitador mecánico

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

- El primer lugar debemos coger la materia prima, en este caso el caucho granular y por medio de una charola determinar cuál es la masa inicial.
- Después se procede a colocar el juego de mallas en el vibrador mecánico por 10 a 15 minutos.
- A continuación, se procede a pesar las proporciones retenidas de cada malla y cuando quede algún residuo se retira por medio de un cepillo.

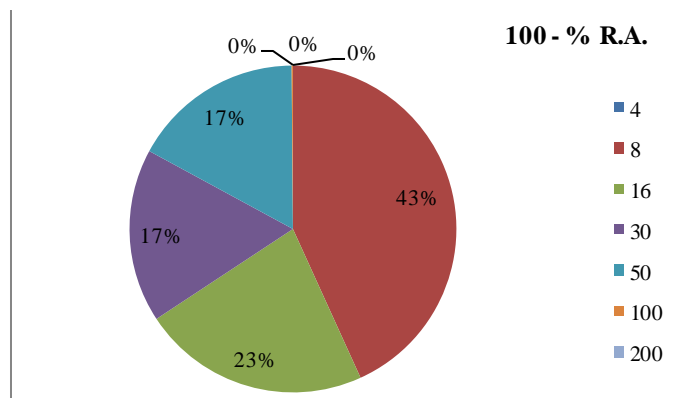
Para la granulometría de la arena plástica se tomó una muestra de 100 gr. Se hizo pasar por las mallas número 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 el polvo se recolectó dando los siguientes resultados (Tabla 4). De estos resultados se hizo una gráfica del porcentaje de las 4 tamizaciones iniciales (grafica. 1).

**Tabla 4. Granulometría del caucho.**

Malla N°	Abertura en (mm)	Peso retenido (g)	% peso retenido	% retenido acumulado	% acumulado que pasa
4	4.75	0	0 %	0	0
8	2.36	0.4	0.4 %	0.4	99.6
16	1.18	47.7	47.7 %	48.1	51.9
30	0.600	12.3	12.3 %	60.4	39.6
50	0.300	0.5	0.5 %	60.9	39.1
100	0.150	38.8	38.8 %	99.7	0.3
200	0.075	0.3	0.3 %	100	0

*Nota:* En el laboratorio se utilizó diferentes tamices para saber cuál espesor nos servía para utilizarlo en el molde, de estas tamizaciones resulto que el recipiente número 8 nos daba un espesor que nos servía para utilizarlo para establecer las baldosas. Fuente: Elaboración propia.

**Grafica 1. Tamizado de granulo de caucho.**



Fuente: elaboración propia

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Teniendo estos resultados del laboratorio se empezó a realizar el m<sup>2</sup> de baldosa de caucho que será el producto final; para efectuar cada tableta se toma del bulto de 50 kg un recipiente metálico (fig. 28) una cantidad de 250 g esta pasa a un tamiz numero 8 (fig. 29), para conocer la dimensión del granulo de caucho, el cual arrojó un diámetro de 2.36 milímetros.

**Figura 28. Recipiente con el granulo de caucho.**



*Nota:* Se tomó un recipiente metálico donde se vació granulo de caucho con el fin de pesarlo y tamizarlo. Fuente: elaboración propia.

**Figura 29. Tamizador número 8.**



*Nota:* Se utilizó un tamizador para tener un granulo más fino de llanta reciclada. Fuente: elaboración propia.

Ya teniendo tamizado el granulo de caucho se procede a vaciarlo en el molde, antes de vaciar el caucho se procede a colocar una lámina plástica para que la baldosa no se quede pegada al molde; se coloca el molde con el caucho en la prensa hidráulica a una temperatura de 300° centígrados. Pero antes se le aplicó una pigmentación color café y una azul para que el material tenga una tonalidad como acabado final; este procedimiento se hace rápido, ya que la maquinaria está a la temperatura necesaria para que, al momento de compactar el caucho, los

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

elementos que se le aplicaron reacciones y allí una adherencia del caucho con las resinas vaciadas.

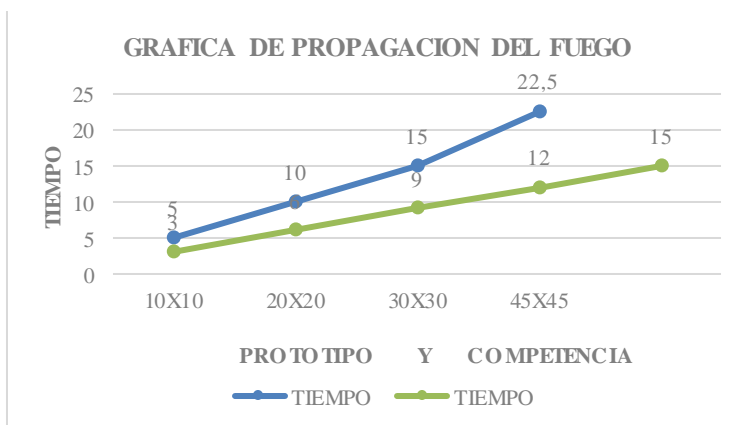
El proceso se realiza continuamente para obtener el  $m^2$ ; como resultado se obtiene el  $m^2$  de piso de caucho, con su respectiva modificación y de distintos colores (fig. 30), con un terminado con el mismo granulo que se utilizó para hacer esta baldosa, una tonalidad distinta, a bajo costo, resistente a la propagación del fuego (grafica. 2-3), entre otras cosas. El peso que se obtuvo fue de 3.09 kg por baldosa lo que representa otra ventaja.

**Figura 30. M2 de baldosa de caucho con su respectiva modificación.**



*Nota:* Viendo el proceso anteriormente dicho, este es el resultado final, el cual es una tableta de 45 cm x 45 cm con su respectiva modificación y con un acabado de colores. Fuente: elaboración propia.

**Grafica 2. Propagación del fuego muestra del mercado actual**



Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

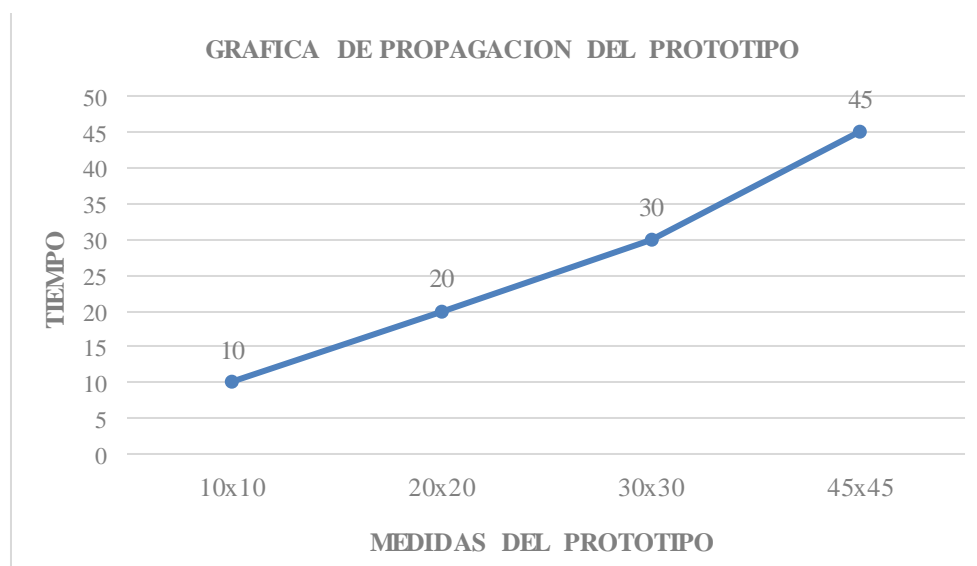
Esta gráfica representa los intervalos de tiempo ante la propagación del fuego en una tableta de 1 cm de espesor, sometida al fuego mediante un soplete, causando un hinchamiento de la baldosa y después de esto cuarteándose y perforando el otro lado del material.

**Tabla 5. Propagación del fuego muestra del mercado actual.**

GRAFICA DE PROPAGACIÓN DEL FUEGO			
PROTOTIPO DE BALDOSA	TIEMPO	COMPETENCIA	TIEMPO
10X10	5	10X10	3
20X20	10	20x20	6
30X30	15	30x30	9
45X45	22,5	40X40	12
		50X50	15

Fuente: elaboración propia.

**Grafica 3. Propagación del fuego en el prototipo.**



Fuente: elaboración propia

Se requiere de otra operación para calcular la propagación del fuego en el prototipo (tabla 6) ya que su espesor es de 2 cm y además de esto cuenta con un comportamiento diferente ya que este no propaga su llama, sino que se auto extingue.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Tabla 6. Propagación del fuego en el prototipo.**

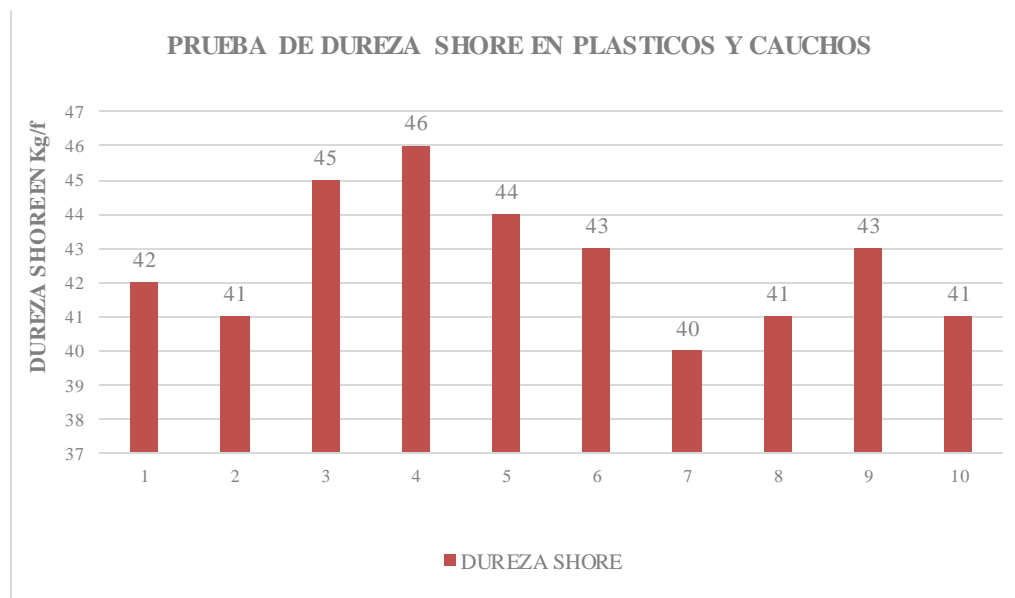
PROTOTIPO DE BALDOSA	TIEMPO
10x10	10
20x20	20
30x30	30
45x45	45

Fuente: elaboración propia.

### Análisis y resultados.

En la siguiente grafica se da a conocer las resultantes o promedios de las probetas que se mandaron al laboratorio, para sus respectivos ensayos de dureza shore (grafica. 4).

**Grafica 4. Laboratorio número uno - prueba de dureza shore en plásticos y cauchos.**

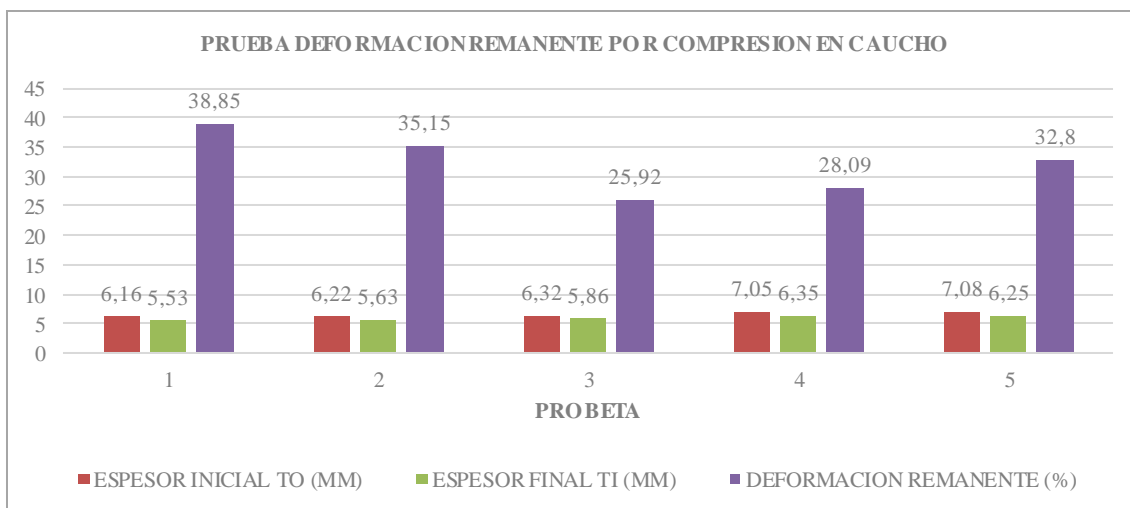


*Nota:* Se evidencia diez lecturas a partir del material de baldosa de caucho reciclado con un espesor de 2 cm tomadas en un segundo, donde la menor lectura da 40 kg/f y la superior da 46 kg/f de esta manera se determinó un promedio de 42.6 kg/f. Fuente: elaboración propia.

En la respectiva prueba de deformación remanente por compresión (grafica. 5) se dieron los siguientes resultados:

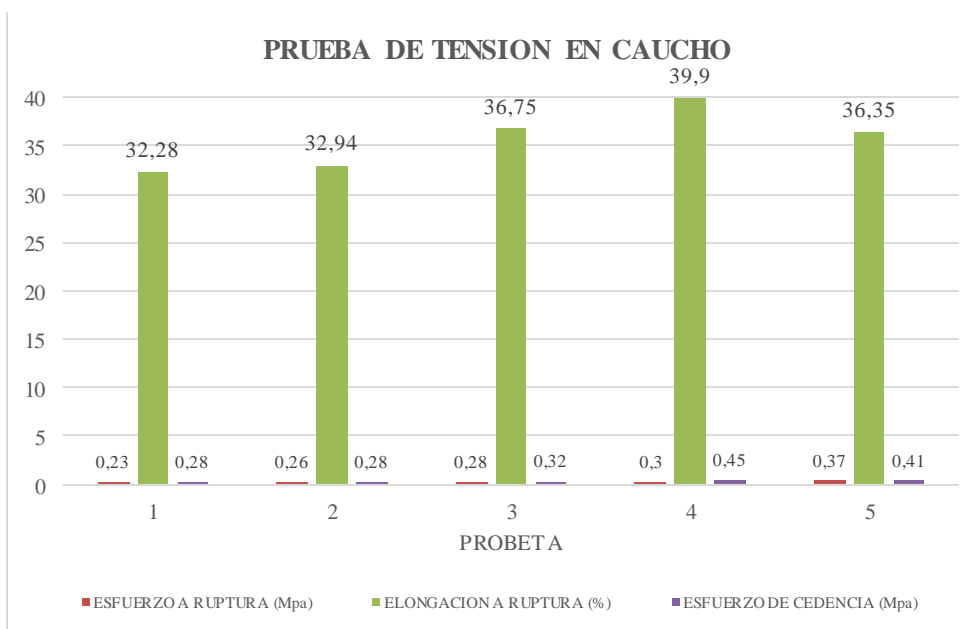
## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Grafica 5. Laboratorio número dos - prueba deformación remanente por compresión en caucho.**



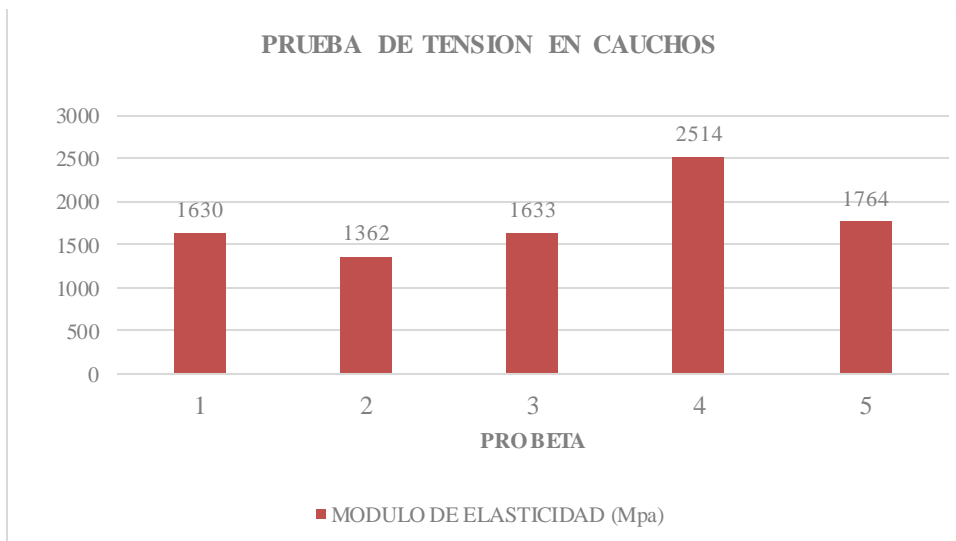
*Nota:* se referencian las cinco probetas, la de color rojo representando el espesor inicial en mm, también se evidencia el color verde el espesor final en mm y de color morado la deformación remanente en %; donde el menor resultado nos dio en la probeta 3 y del mayor resultado nos dio en la 1, sabiendo estos resultados sacamos un promedio de espesor inicial 6,16 mm el espesor final de 5,92 mm y la deformación remanente 32,16 %.  
Fuente: elaboración propia.

**Grafica 6. Laboratorio número tres - prueba de tensión en caucho.**



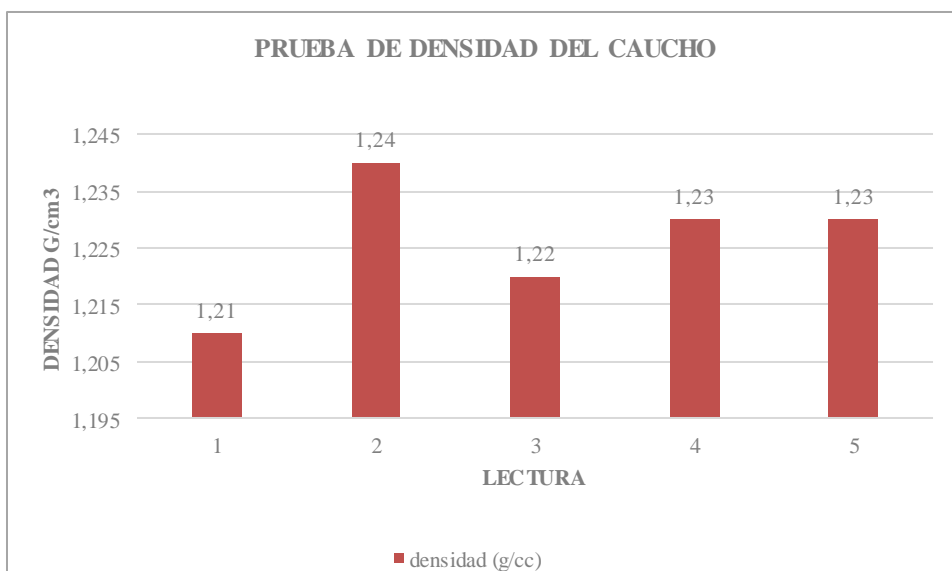
Fuente: elaboración propia

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE



*Nota:* Se hacen 5 probetas (grafica 6) con esfuerzos a ruptura, elongación, elasticidad y cedencia; las cuales dan parámetros de cuanto se puede degradar el material. Determinado el esfuerzo a ruptura donde el menor resultado fue la probeta 1 y mayor resultado fue la probeta 4 donde a partir de esto se saca un promedio 0.29 MPa, la elongación a ruptura es de 35.64%, esfuerzo de cedencia es de 0.35 MPa y módulo de elasticidad del material es de 1780.60 MPa. Fuente: elaboración propia.

### Grafica 7. Laboratorio número cuatro - prueba de densidad del caucho.



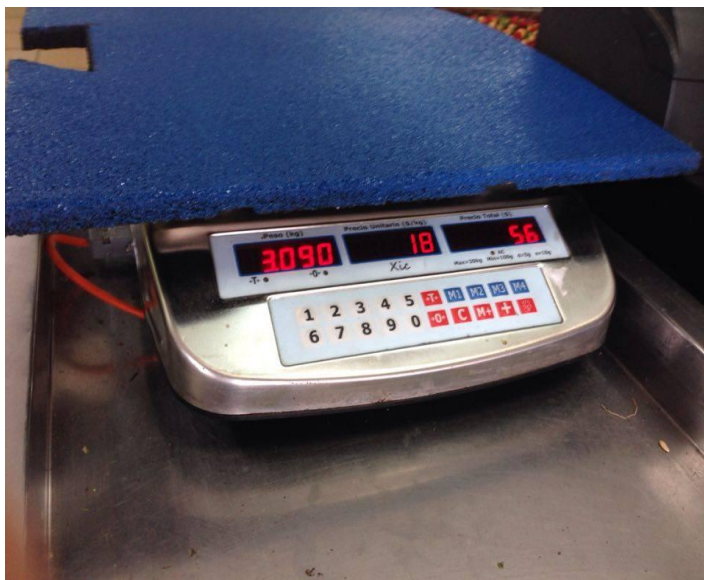
*Nota:* Se toman cinco lecturas (grafica 7) después de colocar las muestras por 48 horas en agua y alcohol, se mide la densidad en gramos por centímetros cúbicos donde la menor lectura nos dio en el 1 y la mayor en la 2 determinando un promedio de 1.22 entre todas las muestras y con una temperatura ambiente de 23° y con una humedad relativa de 50 %. Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### Costeo y Caracterización

Para analizar el valor de la propuesta de baldosa de caucho reciclado se tuvo que analizar el peso (fig. 31) teniendo en cuenta el precio de la baldosa se determinó cual era el precio de cada material (tabla 7) implementado en la propuesta.

**Figura 31. Peso de la baldosa.**



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 7. Valor de los productos que conforman la baldosa**

VALOR DE LOS PRODUCTOS QUE CONFORMA LA BALDOSA		
Producto	Valor	Peso
Arena de caucho	\$50.000	50kg
Resina	\$260.000	1kg
Bromo liquido	\$100.000	5lts

Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Teniendo en cuenta las materias primas que conforman la baldosa de caucho reciclado se realizó una tabla para sacar el peso y porcentaje (tabla 8) de cada una de ellas, partiendo de datos reales, es decir, a partir de cotizaciones hechas.

**Tabla 8. Propuesta de baldosa.**

PROPUESTA DE BALDOSA	VALOR	PESO	PESO 1 BAL.	CANT.	%
<b>Arena de caucho</b>	\$50.000	50 kg (1 bulto)	2812,5gr	1	94%
<b>Resina</b>	\$260.000	1 kg (1000 gr)	93,75gr	1	3%
<b>Bromo liquido</b>	\$100.000	5000 mmlt (5000 gr)	93,75gr	1	3%

Fuente: elaboración propia.

A partir del peso de la baldosa que pesa 3 kg equivalente al 100 % del producto, en el transcurso del desarrollo la baldosa se usa el siguiente 94 % de arena de caucho, 3 % de resina de poliuretano y bromo líquido (grafica 8). A través del peso inicial de la baldosa se hizo un cálculo de los porcentajes (tabla 9) para establecer cuánto se solicita para realizar una baldosa.

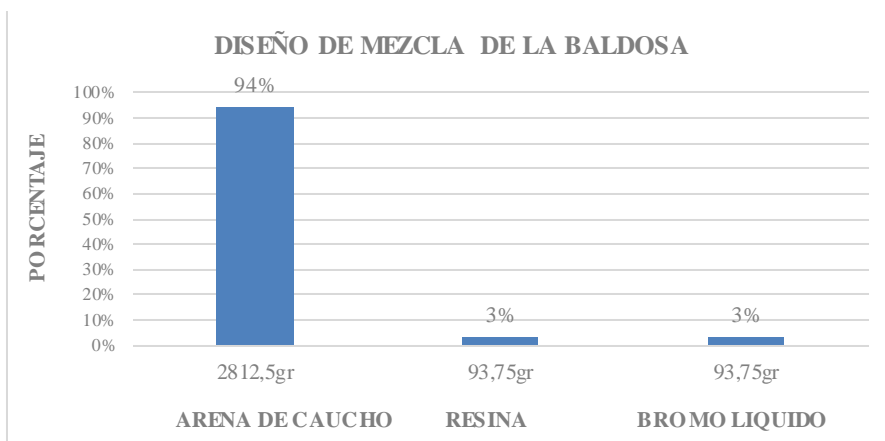
**Tabla 9. Porcentaje de materiales utilizados en la baldosa.**

PORCENTAJE DE LA RESINA		PORCENTAJE DEL BROMO		PORCENTAJE DE ARENA DE CAUCHO	
3000 gr	100%	3000 gr	100%	3000	100%
1500 gr	50%	1500 gr	50%	93,75	3%
750 gr	25%	750 gr	25%	93,75	3%
375 gr	12,50 %	375 gr	12,50 %		
187,5 gr	6,25%	187,5 gr	6,25%	2812,5	94%
93,75 gr	3,13%	93,75 gr	3,13%		

Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Grafica 8. Diseño de mezcla de baldosa.**



Fuente: elaboración propia.

Determinado que porcentaje se utiliza para la realización de la mezcla, se deduce como sacar el valor unitario de una baldosa (tabla 10).

**Tabla 10. Valor de una baldosa.**

Valor de una Baldosa		
Baldosa	Peso (Gr)	Valor
1	3000 gr	38750

Fuente: elaboración propia.

Al especificar el valor de la baldosa por m<sup>2</sup> cuadrado (tabla 11), para esto se hizo una regla de 3 con cada una de las materias primas y realizando la suma total se obtiene el precio del metro cuadrado.

**Tabla 11. Valor por metro cuadrado.**

Método para saber el costo del m <sup>2</sup> de la baldosa		
Arena de caucho		
50000	50	
x	11,25	562.500
Total		11250

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

<b>Resina</b>		
260000	1000	
x	375	97'500.000
Total		97500

<b>Bromo</b>		
100000	5000	
x	375	37'500.000
Total		7500

valor del m2	\$116.250	m2
--------------	-----------	----

Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### Recomendaciones y Discusiones

1. Se recomienda no aplicar agentes químicos fuertes como amoníaco, a.c.p.m, gasolina, acetona, entre otros; ya que estos degradan el material provocando manchas en las baldosas.
2. También se debe tener un especial cuidado al incinerar este material ya que por su alto grado de combustión provoca gases perjudiciales para la salud, de igual manera irritación en los ojos y problemas de contaminación del aire; especialmente se recomienda no usar marmolina a altas temperaturas ya que genera un gas tóxico para la salud.
3. Se debe tener en cuenta que, si el caucho no se somete a un proceso de vulcanización, no se debe exponer a altas temperaturas ya que se degrada el material colocándose pegajoso y blando. Las tabletas de caucho sintético son de fácil combustión y se esparce su llama hasta que todo el material se queme, en comparación a la propuesta, este solo se ve afectada la parte que tiene directamente el contacto con el fuego, ese no se propaga y además de eso se auto extinguió.
4. No se debe colocar el caucho a bajas temperaturas sin un proceso criogénico el caucho pierde sus propiedades de elasticidad y degradación del material colocándose frágil e hinchado.
5. Se recomienda buscar más información sobre aislantes acústicos para implementar estas llantas recicladas como panel para evitar el sonido que genera el cuarto de máquinas; e investigar sobre las vibraciones que generan los cuartos de máquinas y realizar una propuesta sobre el granulo de caucho compactado.
6. Se refleja la ventaja ya que el precio baja considerablemente de \$145.000 m<sup>2</sup> a \$116.250 m<sup>2</sup>.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

7. Se debe acatar normas de seguridad ante la manipulación del bromo en la aplicación del producto a la baldosa, ese producto interactúa en la prensa hidráulica por 2 segundos, de esta manera no genera ningún tipo de gas tóxico para la salud.
8. Utilizar espesores mayores a 3cm dependiendo del lugar en donde se vaya a instalar, ya que, si tiene un espesor mínimo, el material no se va a comportar como debería ante impactos fuertes o la suavidad del material al contacto del pie.
9. Tener en cuenta las especificaciones y/o porcentajes de resina y demás materiales a utilizar para no tener alguna afectación al momento de su proceso.
10. Este material en la actualidad se puede implementar en todo tipo de proyectos civiles como arquitectónicos ya que cuenta con una serie de características que lo hace un material excelente, dado que este material cuando está compactado soporta grandes pesos sin sufrir alguna deformación.
11. Una complicación del molde metálico fue que era difícil dar la curva al material metálico y más hacer la pestaña que se necesitaba para dar el espesor, muchos de los lugares donde se fue no se comprometían. El material también presentó varias fallas con el molde rectangular, ya que al ser tan recto y angosto los bordes; si no se compactaban bien en la prensa hidráulica al sacarlos del molde se fragmentaban.
12. También una falla que se tuvo es que solo se realizó un molde metálico, generando un m<sup>2</sup> sin posibilidad de expandirse; como puede observarse en la figura 26. Se debe generar mínimo dos moldes para tener en cuenta las esquinas y otro donde se puedan unir unas piezas con otras.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

**Referencias Bibliográficas**

- AAPE Asociación Argentina de Poliestireno Expandido. (s.f.). *Institucional*. Recuperado de [www.aape.com.ar](http://www.aape.com.ar)
- Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR. (2008). *UNE-EN 1177. Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impacto. Determinación de la altura de caída crítica*. Recuperado de [http://www.mompark.es/galeria\\_pavnor/normativa.pdf](http://www.mompark.es/galeria_pavnor/normativa.pdf)
- Berlá. (s.f.). *Baldosas de caucho reciclado*. Recuperado el 18 de 05 de 2016, de <http://www.berla.com/es/productos/baldosas-de-caucho-reciclado>
- Burns, R. (2003). *Scribd*. Mexico: Prentice Hall. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/246535684/Fundamentos-de-Quimica-5-Burns-Medilibros-com-1>
- Callister, W. (2002). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales 2*. Barcelona, España: Reverte.
- Cano, E., Cerezo, L., & Urbina, M. (JUNIO de 2008). Valoración material y energética de neumáticos fuera de uso. Informe de vigilancia tecnológica. Círculo de Innovación en Materiales, Tecnología (CIMTAN). (Colección vt). Recuperado de <https://bit.ly/2PkFFry>
- Cardona, L.aura; Sánchez, Luz. (2011). *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricacion de pisos decorativos*. (Tesis especialización). Medellín: Universidad de Medellín. Recuperado de <https://bit.ly/2PhLKW2>
- Carrillo, P. (27 de 03 de 2015). Iglús contruidos con llantas usadas, una opción de reciclaje. *El Tiempo*, pág. [en línea]. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/ciencia/viviendas-construidas-con-llantas-usadas/15474057>

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Concejo de Bogotá. (9 de noviembre de 2012). *Proyecto de Acuerdo 44. Por el cual se crea el Programa Parques Biosaludables y se establecen lineamientos para su implementación*. Recuperado de

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=46054>

DesingGroup. (s.f.). *Pisos en llanta reciclada*. Recuperado de [www.desinggroup.com](http://www.desinggroup.com)

Diaterm. (03 de mayo de 2008). *Departamento calidad*. Recuperado de

[http://www.diaterm.com/appl/botiga/client/img/pdf/Propiedades%20de1%20EPS\\_KNAUF%20THERM%20Th35SE.pdf](http://www.diaterm.com/appl/botiga/client/img/pdf/Propiedades%20de1%20EPS_KNAUF%20THERM%20Th35SE.pdf)

Fenix Pisos. (2009). *Normas. Productos Fenix*. Recuperado de

<http://www.productosfenix.com.ar/normas-homologacion-pisos-antigolpes-caucho.html>

Flexicon. (s.f.). *Equipos y sistemas de manejo de materiales a granel. Caucho granulado*.

Recuperado de <http://www.flexicon.es/Materiales-Manejados/Caucho-Granulado.html>

Grupo Niva fabricantes. (s.f.). *Kidsmulch. Seguridad y protección*. Recuperado de

<http://www.ecomulch.com.mx/descargas/Kidsmulch.pdf>

Hulex. (19 de mayo de 2016). *Hulex*. Recuperado de <https://www.hulex.co/>

ILOG SA de CV. (s.f.). *Dureza*. Recuperado de

[http://www.llogsa.mx/aprende/presentaciones/Dureza\\_PDF.pdf](http://www.llogsa.mx/aprende/presentaciones/Dureza_PDF.pdf)

Inspiration. (s.f.). *Reciclaje de Caucho*. Recuperado de <https://www.inspiration.org/cambio-climatico/reciclaje/material-reciclado/caucho>

Instituto Distrital de Recreación y Deportes (IDRD). (2017). *superficies de juego seguras en caucho - Idrd*. Recuperado de

[https://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2571&Itemid=2351](https://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=2571&Itemid=2351)

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Investiga el Universo. (s.f.). *Kepler-186F ¿Habr  vida en el planeta?*- 35 Br Bromo.

Recuperado de <https://sites.google.com/site/investigaeluniverso/elementos/35---bromo>

Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (5 de septiembre de 2000). *Ley 455.*

*Equipamiento de juegos infantiles manuales de uso público individual o colectivo - incorpora capítulo 10.7 de la sección 10 - espectáculos y diversiones públicos - modifica el código de habilitaciones y verificaciones - normas iram de seguridad.*

Recuperado de

[http://www.buenosaires.gob.ar/areas/leg\\_tecnica/sin/normapop09.php?id=8197&qu=c&ft=0&cp=&r=1&rf=1&im=&ui=0&printi=1&pelikan=1&sezion=2860089&primera=0&mot\\_toda=&mot\\_frase=&mot\\_alguna=](http://www.buenosaires.gob.ar/areas/leg_tecnica/sin/normapop09.php?id=8197&qu=c&ft=0&cp=&r=1&rf=1&im=&ui=0&printi=1&pelikan=1&sezion=2860089&primera=0&mot_toda=&mot_frase=&mot_alguna=)

Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (29 de Julio de 2010). *Resolución*

*1457. Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se adoptan otras disposiciones.* Recuperado de [https://www.arlsura.com/images/stories/documentos/res1457\\_2010.pdf](https://www.arlsura.com/images/stories/documentos/res1457_2010.pdf)

Pérez, J., & Merino, M. (2009a). *Definición de fuego.* Recuperado de

<https://definicion.de/fuego/>

Pérez, J., & Merino, M. (2009b). *Definicion de abrasión.* Recuperado de

<http://definicion.de/abrasion/>

Prodicachos. (s.f.). *Pisoflex.* Recuperado de <http://www.prodicachos.com/pisoflex/>

Quality Rubber. (s.f.). *Productos.* Recuperado de

<https://qrubber.cl/imgmodulo/seccion/5ARC-pasto-sintetico.pdf?time=1540837646>

QuimiNet. (12 de enero de 2006). *Propiedades del polipropileno.* Recuperado de

<https://www.quiminet.com/articulos/propiedades-del-polipropileno-2671066.htm>

Sánchez, J. (2012). Segunda vida de los neumaticos usados. *QuimicaViva*, 11(1), 24-39.

Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86323612003>

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE









Secretaría Distrital de Ambiente. (septiembre de 2012). *Resolución 1115. Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital*. Recuperado de <https://www.habitatbogota.gov.co/resolucion-1115>

Vélez, L. (2008). *Materiales industriales, teorías y aplicaciones*. Medellín: ITM.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

## Anexos

## Anexo 1. Tabla Comparativa de Productos existentes.

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE ARQUITECTURA TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQ.							
INTEGRANTES - DANA LORENA BAEZ GOMEZ - DAVID FERNANDO RAMIREZ BAQUERO - DAVID FERNANDO FINO PATIÑO							
CUADRO COMPARATIVO EMPRESAS QUE MANEJAN PISOS EN CAUCHO RECICLADO							
EMPRESAS	CARACTERISTICAS	USO	ACABADO	DIMENSIONES Y ESPESOR	ABSORCION	RESISTENCIA	VENTAJAS
	GRANULO DE CAUCHO RECICLADO APLICABLE EN PAVIMENTO PARA REDUCIR ABRASIVIDAD AUMENTA LA SEGURIDAD Y LA ABSORCION DEL AGUA EN ESCENARIOS DEPORTIVOS E INFANTILES.	SU APLIABILIDAD ES SOBRE PAVIMENTOS, PISOS, BALDOSAS PARA PARQUES.	GRANULO DE CAUCHO RECICLADO DESDE 2 mm HASTA 2cm. ACABADO GRANULOMETRICO	SE PUEDEN ENCONTRAR EN ESPESORES DE 1CM HASTA 2.5CM	NIVEL DE IMPERMEABILIZACION 90%	RESISTENCIA ELECTRICA HASTA 240 V. GRADO DE ABRASIVIDAD O VIDA UTIL DE - 50% (comparado con otros materiales como asfalto y cemento).	VENTAJAS RESISTENTE AL AGUA VIDA UTIL ALTA
<a href="http://forevergum.blogspot.com.co/p/caracteristicas-tecnicas.html">http://forevergum.blogspot.com.co/p/caracteristicas-tecnicas.html</a>							
	Cafarcol S.A.S ha desarrollado una línea especializada en pisos de caucho que ofrecen diferentes características que se adaptan a las necesidades de los consumidores.	para áreas industriales, gimnasios, establos, zonas húmedas, parques infantiles, áreas de trabajo y servicio	ACABADO AGLOMERADO VISTA GRANULOMETRICA	SE MANEJA TIPO PLACA CON ESPESORES DE 10 mm A 30 mm		RESISTENCIA A LA ABRASION LARGA VIDA UTIL RESISTENCIA A TRAFICOS TIPO 4 RESISTENCIA A LOS IMPACTOS	VENTAJAS SE MANEJA POR PLACAS PARA DARLE MAYOR RENDIMIENTO A LA OBRA SU ACABADO ES TIPO AGLOMERADO
<a href="http://www.cafarcol.com.co/pisosdecaucho/">http://www.cafarcol.com.co/pisosdecaucho/</a>							
	Cafarcol S.A.S ha desarrollado una línea especializada en pisos de caucho que ofrecen diferentes características que se adaptan a las necesidades de los consumidores.	para áreas interiores, parques, áreas de trabajo, salones y servicios	ACABADO AGLOMERADO VISTA GRANULOMETRICA	ESPESOR UNICO DE 3CM		RESISTENCIA A LA ABRASION LARGA VIDA UTIL RESISTENCIA A TRAFICOS TIPO 4 RESISTENCIA A LOS IMPACTOS	VENTAJAS SE MANEJA POR PLACAS PARA DARLE MAYOR RENDIMIENTO A LA OBRA SU ACABADO ES TIPO AGLOMERADO
<a href="http://www.cafarcol.com.co/pisosdecaucho/">http://www.cafarcol.com.co/pisosdecaucho/</a>							
	Cafarcol S.A.S ha desarrollado una línea especializada en pisos de caucho que ofrecen diferentes características que se adaptan a las necesidades de los consumidores.	para áreas interiores, jardines, alcobas, servicios, gimnasios	SE PUEDE ENCONTRAR LISAS, O CON ACABADOS ASPEROS ANTIDESLIZANTES	ESPESOR DE 11 mm y sus dimensiones son de 50 cm x 50 cm		RESISTENCIA A LA ABRASION LARGA VIDA UTIL RESISTENCIA A TRAFICOS TIPO 4 RESISTENCIA A LOS IMPACTOS	SU SISTEMA DE APLICACION EN UNA AREA ES TIPO ENSAMBLAJE
<a href="http://www.cafarcol.com.co/pisosdecaucho/">http://www.cafarcol.com.co/pisosdecaucho/</a>							
	Baldosas de caucho reciclado, son productos en los cuales aproximadamente el 90 % de sus componentes son cauchos ya utilizados en neumáticos	SE UTILIZA EN PAQUES, EXTERIORES, INTERIORES Y DE SERVICIOS	SE ENCUENTRA ACABAO GRANULOMETRICO	DIAMETRO DE 50 cm X 50 cm ESPESOR MINIMO DE 2.5 mm	Buen drenaje de agua, posee una base estructurada para evacuar el agua y un rápido secado sin dejar charcos	Máxima protección y reducción de daños producidos por caídas, pavimento de seguridad. Acción antideslizante: Proporciona una superficie completamente antideslizante incluso con presencia de agua	Cumple la normativa de seguridad en parques infantiles. 100% Libre de sustancias perjudiciales
<a href="http://www.gerconscolombia.com/index.php/productos/maquina-baldosa-caucho">http://www.gerconscolombia.com/index.php/productos/maquina-baldosa-caucho</a>							
	Baldosa 100% en caucho reciclado, no es tóxica, no contiene plomo, fácil de instalar y de mantener	Aplicación: Campos de golf, Parques infantiles, Zonas de Juegos, Caminos, Paisajismo, Azoteas, Piscinas, Pistas de Atletismo y en general todo tipo de áreas tanto internas como externas.	Posee variedad de colores, que al combinarse con precisión crean innumerables alternativas para la decoración de áreas internas y externas	espesor Min 5mm – Max. 10 cms	Seguridad, protección, ignífugo, anti-deslizamiento, drenaje de agua buena. No se agrieta debido a la capacidad que tiene el producto de expandirse y contraerse con el cambio del clima.	Elongación a la ruptura 450 Dureza 56	Como es vertido en el mismo lugar el riesgo de fisuras, costuras o imperfecciones en la superficie son mínimos De fácil mantenimiento ( solo necesitan ser rociados con manguera ) No permite la
<a href="http://www.prodicauchos.com/2013/05/28/epdm-chips/">http://www.prodicauchos.com/2013/05/28/epdm-chips/</a>							
	producto elaborado en caucho, cuenta con pigmentos de colores resaltando su apariencia, su presentación es en rollos de 1 Mt de ancho por 20 Mts de largo, tiene un espesor de 3 mm	ESCALERAS, GRADERIAS, PASILLOS, BODEGAS, ETC.	SU ACABADO ES MAS LISO	Espesor mm 3 Dimensiones (cm) aprox. 100 x 2000		Resistencia al Desgaste 60% min. Deformación por compresión 30% máx. Resistencia Eléctrica (ohms) 10	Aislamiento acústico (db) 25 min. Aislamiento térmico (°k) 0.016
<a href="http://www.prodicauchos.com/2013/05/08/rm-03/">http://www.prodicauchos.com/2013/05/08/rm-03/</a>							

Fuente: elaboración propia.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

## Anexo 2. Cotización de Pisos de Caucho Empresa ACME



## ABASTECEDORA DE CAUCHOS Y MEZCLAS LTDA

NIT 830.081.275-6

PISOS EN CAUCHO TRAFICO PESADO- ANTIDESLIZANTES- GIMNASIO - TOPEROL  
ORING-APOYOS-LAMINAS-PERFILES-EMPAQUES-MEZCLAS EN SILICONA, NEOPRENO, NITRILLO, EPDM, VITON, INSABORO.

FORMATO COTIZACIÓN | CÓDIGO COT-02 | ELABORADO EN DICIEMBRE 27 DE 2010 | VERSIÓN 02

Fecha		COTIZACIÓN	
Bogotá	22/03/2016		
<b>Cliete:</b> LORENA		<b>Telefono:</b>	
<b>NIT:</b>		<b>Fax:</b>	
<b>Dirección:</b>		<b>Ciudad:</b>	
<b>Encargado:</b>			
<b>Email:</b> <a href="mailto:lorena@cauchosymezclas.com">lorena@cauchosymezclas.com</a>			

De acuerdo a su solicitud envío la siguiente cotización:

Cantidad	Unidad	Descripción y/o Referencia	Color	Valor Unitario	Descuento	Valor Unitario	Subtotal	IVA	Total
1,00	MT2	FISO ACMEGYN 50 cms X 50 cms X 1 CMS ARMABLE-LISO	NEGRO	\$ 40.480	\$ 0	\$ 40.480	\$ 40.480	\$ 6.477	\$ 46.957
1,00	MT2	FISO ACMEGYN 50 cms X 50 cms X 1,4 CMS ARMABLE -CUADROS	NEGRO	\$ 52.670	\$ 0	\$ 52.670	\$ 52.670	\$ 8.427	\$ 61.097
1,00	MT2	FISO ACMEGYN 50 cms X 50 cms X 2 CMS ARMABLE-LISO	NEGRO	\$ 63.850	\$ 0	\$ 63.850	\$ 63.850	\$ 10.216	\$ 74.066
1,00	MT2	FISO ACMEGYN 50 cms X 50 cms X 1.0 CMS ARMABLE-LISO	NEGRO	\$ 43.930	\$ 0	\$ 43.930	\$ 43.930	\$ 7.029	\$ 50.959
1,00	MT2	FISO ACMEGYN 50 cms X 50 cms X 1,4 CMS ARMABLE -CUADROS-CHIPS	CHIPS	\$ 55.200	\$ 0	\$ 55.200	\$ 55.200	\$ 8.832	\$ 64.032
1,00	MT2	FISO ACMEGYN 50 cms X 50 cms X 2 CMS ARMABLE-LISO	CHIPS	\$ 66.700	\$ 0	\$ 66.700	\$ 66.700	\$ 10.672	\$ 77.372

Forma de Pago: 50 % ANTICIPO Y 50 % AL DESPACHO

Info Bancaria: CUENTA CORRIENTE BANCO BBVA No: 724004544 A NOMBRE DE ABASTECEDORA DE CAUCHOS Y MEZCLAS  
Tiempo de Entrega: 4 DIAS

Validez de la Oferta: 30 DIAS

Lugar de Entrega: INSTALACIONES DE ACME O FLETES A CARGO DEL COMPRADOR

Observaciones LA EMPRESA NO TIENE RELACION CONTRACTUAL CON LAS PERSONAS QUE PRESTAN LOS SERVICIOS DE INSTALACION Y TRANSPORTE DEL PRODUCTO, POR TAL RAZON; NUESTRA RESPONSABILIDAD SOLO LE COMPETE LA ELABORACION Y LA ENTREGA DEL PRODUCTO EN LAS INSTALACIONES DE ACME.

EN CASO DE ACEPTACIÓN A LA PRESENTE COTIZACIÓN, POR FAVOR HACER LLEGAR LA ORDEN DE COMPRA O ESTA COTIZACIÓN CON FIRMA DEL RESPONSABLE DE ACEPTACIÓN Y SELLO DE LA EMPRESA A LAS INSTALACIONES DE ABASTECEDORA DE CAUCHOS Y MEZCLAS LTDA O VIA EMAIL A [info@cauchosymezclas.com](mailto:info@cauchosymezclas.com)Firma: \_\_\_\_\_  
Elaboro: HUBER  
Cargo: ASISTENTEFirma: \_\_\_\_\_  
Autorizó: JUAN CARLOS CASTRO  
Cargo: GERENTECARRERA 55 No 17-59 TELS: 481 2361 - 4812368 - 260 3536 FAX: 703 8061  
E-mail: [info@cauchosymezclas.com](mailto:info@cauchosymezclas.com) - Bogotá, D.C Colombia.

PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Anexo 3. Catálogo de Productos Empresa Prodicauchos (presentación).



## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

## Anexo 4. Ficha Técnica de piso Empresa ACME

**ABASTECEDORA DE CAUCHOS Y MEZCLAS LTDA**



**ACME  
Gym  
18mm**

### Especificaciones Técnicas

Dureza (Shore A-2)	70 – 75
Abrasión (Cm3)	0.65
Peso Especifico (gr/cm3)	1.4
Espesor Base (mm)	18
Dimensiones (CMS)	50X50
Peso (Kg /lamina)	58m
Alargamiento a la Rotura	180 % min.
Carga de Rotura (Kg. /cm.)	51
Rasgado (Kg /cm.)	20
Resistencia al desgaste	46%
Deformación por compresión	19%

### Recomendaciones

No utilizar sellantes, evitar exposición directa o indirecta a los rayos de sol, evitar limpieza con ACPM, gasolina, varsol, ceras a base de hidrocarburos, ácidos. En cuanto al Aseo, basta barrer, estregar con trapos semi-húmedos. En un recipiente mezcle agua con jabón y estregue con cepillo en todas las direcciones. Humedezca el trapeo y retire el jabón. Luego séquelo con trapo limpio. Para dar mantenimiento se debe utilizar cera blanca emulsionada a base de agua.

Nota: \*Para Interperie debe utilizar ACMEGymsun



### Información Básica

Para garantizar la calidad de nuestro piso ACMEgym necesitamos conocer la siguiente Información:

1. Sitio de la Instalación (Descripción detallada de la ubicación de la obra. Ej. Ciudad, distancia del punto conocido más cercano, características de las entradas, descripción del espacio a recubrir y sus alrededores)
2. Condiciones meteorológicas del sitio.
3. Descripción detallada de la aplicación. Con que materiales estará en contacto, que tipo de actividades se realizan en el sitio. Si la obra es nueva, en qué estado del proyecto se encuentra.
4. Idealmente fotos de los espacios donde se va a instalar.
5. Material del que está hecha la superficie sobre la que se va a instalar.
6. Restricciones del sitio en términos de recursos, espacios u otros.

### Otras Referencias



Carrera 55 # 17 - 59  
Zona Industrial de Puente Aranda  
Teléfonos: 4812360 - 4812361  
Fax: 7038061  
Info@cauchosymezclas.com  
www.cuchosymezclas.com  
Bogotá, Colombia

### Características

Ideal para gimnasios, recintos de lucha libre Taekwondo, yudo, colegios, caballerizas, centros de cómputo. Posee grandes ventajas como: Absorbe altos impactos, soporta maquinaria pesada, zonas de alto tráfico, alta resistencia al desgaste, no se descompone, no proporciona la formación de gérmenes, durable, fácil de instalar, portable, no necesita pegarse sobre la superficie, fácil de conservar, antistático, antideslizante, anti-fatiga. Láminas de 50 X 50 X 1.8 cm. de espesor, diferentes colores.

### 2 AÑOS GARANTÍA

\* APLICAN CONDICIONES  
SE NECESITA INFORMACIÓN BÁSICA  
PARA APLICAR LA GARANTÍA

[WWW.CAUCHOSYMEZCLAS.COM](http://WWW.CAUCHOSYMEZCLAS.COM)  
[INFO@CAUCHOSYMEZCLAS.COM](mailto:INFO@CAUCHOSYMEZCLAS.COM)



## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

## Anexo 5. Ficha Técnica de piso Empresa ACME

**ABASTECEDORA DE CAUCHOS Y MEZCLAS LTDA**



**ACME Gym 10mm**

GIMNASIO Corporación  
Minuto de Dios  
Sierra Morena  
2009

### Especificaciones Técnicas

Dureza (Shore A-2)	70 - 75
Abrasión (Cm3)	0.65
Peso Especifico (gr/cm3)	1.4
Espesor Base (mm)	10
Dimensiones (CMS)	50X50
Peso (Kg /lamina)	2.8Km
Alargamiento a la Rotura	180 % min.
Carga de Rotura (Kg. /cm.)	51
Rasgado (Kg /cm.)	20
Resistencia al desgaste	46%
Deformación por compresión	19%



### Recomendaciones

No utilizar sellantes, evitar exposición directa o indirecta a los rayos de sol\*, evitar limpieza con ACPM, gasolina, varsol, ceras a base de hidrocarburos, ácidos. En cuanto al Aseo, basta barrer, estregar con trapos semi-húmedos. En un recipiente mezcle agua con jabón y estregue con cepillo en todas las direcciones. Humedezca el trapero y retire el jabón. Luego séquelo con trapo limpio. Para dar mantenimiento se debe utilizar cera blanca emulsionada a base de agua.

*Nota:* \*Para interperie debe utilizar ACMEGymsun

### Información Básica

Información Básica  
Para garantizar la calidad de nuestro piso ACMEgym necesitamos conocer la siguiente Información:

1. Sitio de la instalación (Descripción detallada de la ubicación de la obra. Ej. Ciudad, distancia del punto conocido más cercano, características de las entradas, descripción del espacio a recubrir y sus alrededores)
2. Condiciones meteorológicas del sitio.
3. Descripción detallada de la aplicación. Con que materiales estará en contacto, que tipo de actividades se realizan en el sitio. Si la obra es nueva, en qué estado del proyecto se encuentra.
4. Idealmente fotos de los espacios donde se va a instalar.
5. Material del que está hecha la superficie sobre la que se va a instalar.
6. Restricciones del sitio en términos de recursos, espacios u otros.

### Características

Ideal para gimnasios, recintos de lucha libre Taekwondo, yudo, colegios, centros de cómputo. Posee grandes ventajas como: Absorbe altos impactos, soporta maquinaria pesada, zonas de alto tráfico, alta resistencia al desgaste, no se descompone, no proporciona la formación de gérmenes, durable, fácil de instalar, fácil de conservar, antiestático, antideslizante, anti - fatiga. Láminas de 50 X 50 X 1cm. de espesor, diferentes colores.

### Información Básica

Otras Referencias



Carrera 55 # 17 - 59  
Zona Industrial de Puente Aranda  
Telefonos: 4812368 - 4812361  
Fax: 7038061  
info@cauchosymezclas.com  
www.cuchosymezclas.com  
Bogota, Colombia

**2 AÑOS GARANTÍA**







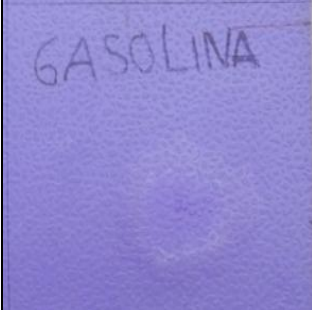


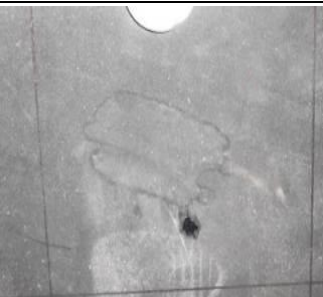
\* APLICAN CONDICIONES  
SE NECESITA INFORMACIÓN BÁSICA  
PARA APLICAR LA GARANTÍA

[WWW.CAUCHOSYMEZCLAS.COM](http://WWW.CAUCHOSYMEZCLAS.COM)  
[INFO@CAUCHOSYMEZCLAS.COM](mailto:INFO@CAUCHOSYMEZCLAS.COM)







## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

## Anexo 6. Tabla Comparativa de Agentes Químicos

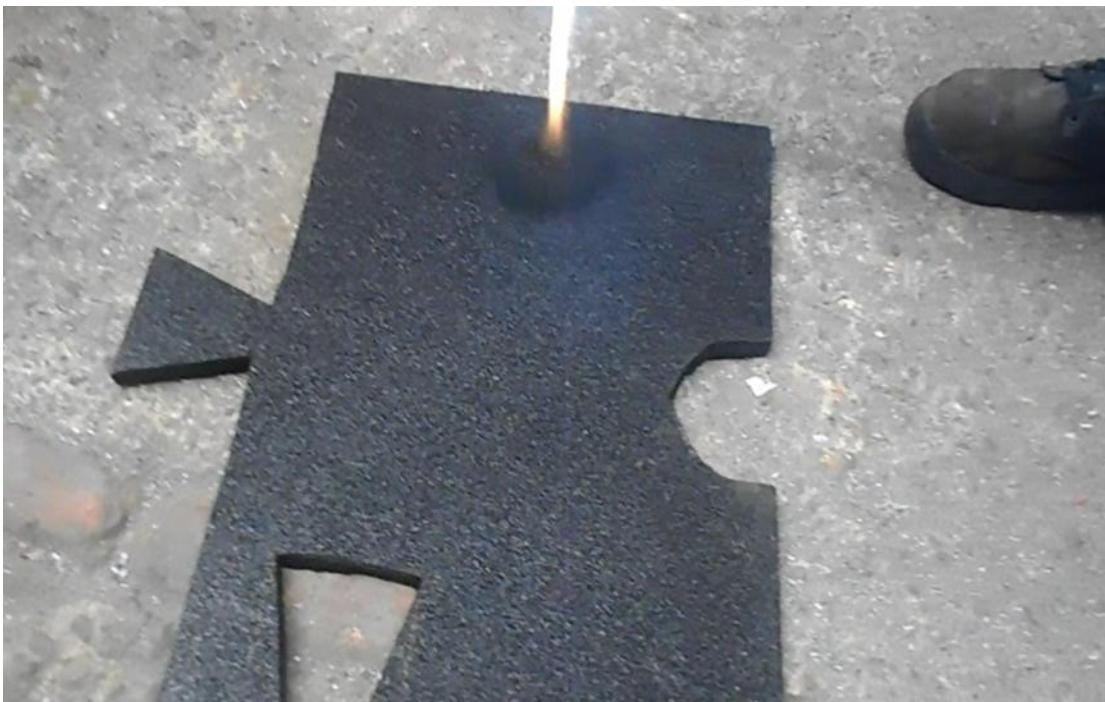
Agentes Químicos		Producto con 100% de llanta reciclada, tiene un grosor de 3mm, de color morado y con un acabado en relieve.		Producto con 30% de llanta reciclada y 70% con caucho natural, tiene un espesor de 10mm, de color negro y con un acabado liso.
ACPM		En los 5 minutos de prueba no sucedió ninguna modificación en el producto, y no absorbe el químico sino queda grasoso.		En los 5 minutos de prueba se absorbe el agente químico y deja una mancha.
Blanqueador-Cloro		Después de 5 minutos no se altera el producto, pasado 45 minutos aparece una mancha blanca perimetral, empieza a surgir unas burbujas y se identifica una capa encima del blanqueador.		Después de 5 minutos no se altera el producto, pasado 45 minutos aparece una mancha blanca perimetral, empieza a surgir unas burbujas y se identifica una capa encima del blanqueador.
Gasolina		Posteriormente pasados 5 minutos el producto de color morado empieza a decolorarse tomando un color blanco en el producto.  Después de que sale esta mancha se intenta quitar con agua y al retirarla queda una mancha negra.		Posteriormente pasados 5 minutos el producto empieza a surgir una mancha blanca en la parte donde fue aplicada la gasolina y la absorbe.
Amoniaco		Después de 5 minutos, la sustancia colocada no penetra y queda tal cual como se aplicó.		Después de 5 minutos, el amoníaco absorbe la tableta y deja una mancha blanca sobre el producto.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

Varsol		Anteriormente pasados 5 minutos el producto, no absorbe el varsol dejando una mancha blanca.		Anteriormente pasados 5 minutos el producto empieza a surgir una mancha blanca en la parte donde fue aplicada.
Tiner		Inicialmente pasados 5 minutos el producto, no absorbe el producto dejando una mancha grasosa.		Inicialmente pasados 5 minutos el producto, absorbe el producto dejando una mancha grasosa.

## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### Anexo 7. Prueba contra el fuego prototipo (video 1).



## PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

### Anexo 8. Prueba contra el fuego producto del mercado actual (video).



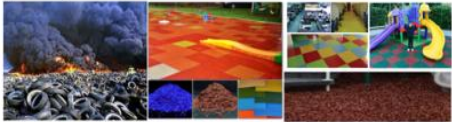
# PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE

## Anexo 9. Panel de detalles (presentación).

**PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE**  
**PARTI CAUCHOS**

**PROBLEMATICA**

Los pisos en llanta reciclada que se están usando en diferentes ciudades no nos ofrecen protección contra el fuego, ya que están ubicados en zonas urbanas como parques infantiles y gimnasios locales/urbanos; donde hay una frecuencia de niños de corta y mediana edad. Por estos efectos negativos se está planteando una modificación para estos revestimientos, con la siguiente pregunta ¿Cómo mejorar los pisos de llanta reciclada a partir de la modificación del elemento retardando la propagación del fuego?




**OBJETIVOS**

Mejorar las propiedades físicas y durabilidad de los pisos de llanta reciclada ante la exposición directa del fuego en comparación con los productos actuales.

- Realizar pruebas directamente con los pisos de caucho existentes. Observar sus comportamientos y con base a esto mejorarlo.
- Investigar que aditivo se necesita implementar al caucho para mejorar las propiedades del producto hacia la exposición directa del fuego.
- Generar una tableta que sea resistente y durable ante la exposición del fuego en comparación con los productos actuales.

**PROBLEMAS DEL PRODUCTO**


Los revestimientos de llanta reciclada se ven afectados por los distintos cambios de clima y por personas que están en contacto con este material.



**ESTUDIOS PREVIOS**

Se han realizado investigaciones de las empresas que utilizan el caucho recuperado para implementarlos en pisos, se reconoció el proceso de fabricación, ya que algunas empresas aplican resinas para la aglomeración del material.


**PROCESO DE TRANSFORMACION DE LALLANTA**



**PLANTEAMIENTO**


En esta primera etapa del producto se inició con unas pruebas caseras, para observar si el material era compatible con otros componentes y como es su comportamiento.

**MEZCLA DE CAUCHO CON ARENA Y MARMOLINA**



**COMPORTAMIENTO**





**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**  
Fundada en 1951

**PARTI CAUCHOS**  
**PISOS DE CAUCHO**  
**AUTOEXTINGUIBLEZ**

**INTEGRANTES:**  
DANA LORENA BAEZ G.  
DAVID FERNANDO RAMIREZ B.  
DAVID FERNANDO PINO P

**AREA:**  
PROYECTO TECNOLOGIA EN  
CONSTRUCCIONES  
ARQUITECTONICAS  
FECHA: 2370572016

**PISOS DE CAUCHO RECICLADO AUTOEXTINGUIBLE**  
**PARTI CAUCHOS**

**PROCESO DE FABRICACION**



**PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS**




**CONCLUSIONES**

Se puede concluir que hay una disminución de la prolongación de tiempo hacia la combustión del fuego respecto a los productos existentes actualmente.

En el segundo resultado se obtiene una reducción en el valor del m<sup>2</sup> de la baldosa comparado al de la competencia.

VALOR DE UNA PRODUCCION		
Producción	1.000 kg	1000 kg
Costo	1.000.000	1.000.000
Costo unitario	1.000.000	1.000.000



**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**  
Fundada en 1951

**PARTI CAUCHOS**  
**PISOS DE CAUCHO**  
**AUTOEXTINGUIBLEZ**

**INTEGRANTES:**  
DANA LORENA BAEZ G.  
DAVID FERNANDO RAMIREZ B.  
DAVID FERNANDO PINO P

**AREA:**  
PROYECTO TECNOLOGIA EN  
CONSTRUCCIONES  
ARQUITECTONICAS  
FECHA: 2370572016