



# PANEL PLASTIC

**Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no estructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

CARLOS ANDRES ESPITIA RIAÑO

TOMAS SARMIENTO ZAMUDIO

Universidad La Gran Colombia  
Facultad de Arquitectura  
Bogotá, Colombia  
2014

# PANEL PLASTIC

**CARLOS ANDRES ESPITIA RIAÑO**

**TOMAS SARMIENTO ZAMUDIO**

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

Indicar el título que se obtendrá. ARQUITECTO

Director (a):

Arquitecto

JOSE ALCIDES RUIZ

Director de proyecto de grado

Línea de Investigación:

TECNOLOGIA DEL HABITAT Y CONSTRUCCION

Aquí se contemplan aquellos proyectos que profundizan en el uso, estudio e investigación en el campo de los materiales, las tecnologías y los procesos constructivos planteados como aporte a un problema arquitectónico, por medio de la optimización o nueva producción.

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Bogotá, Colombia

2014

## NOTA DE ACEPTACIÓN

Observaciones

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma Director Trabajo de Grado

---

Firma del presidente jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá Diciembre 2014

## **Agradecimientos**

La presente tesis es un esfuerzo en el cual directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradecemos al arquitecto José Alcides Ruiz por haber confiado en nosotros, por la paciencia y por la dirección de este trabajo, por los consejos, el apoyo y el ánimo que me brindó.

Gracias también a nuestros queridos compañeros, que nos apoyaron y nos permitieron entrar en su vida durante estos casi tres años de convivir dentro y fuera del salón de clase.

A nuestros padres que nos acompañaron en esta aventura que significó la tesis y que de forma incondicional, entendieron nuestras ausencias y los malos momentos.

Gracias a todos

## **Índice**

1. Resumen	12
2. Abstract	13
3. Introducción	14
4. Planteamiento del problema	15
5. Justificación	17
6. Hipótesis	18
7. Antecedente	19
8. Objetivo General	20
8.1 Objetivos Específicos	20
9. Metodología	21
10. Marco Teórico	22
10.1 Preselección del lugar de intervención o de estudio	22
10.2 Estudios sobre Recolección de Reciclaje en la Localidad	25
10.3 Centros de Acopio de Localidad	27
10.4 Teoría de las 3 R	30
10.5 Proceso y tratamientos del (PET)	30
10.6 Historia del (PET)	37
10.7 Historia del (PET) Reciclado	38
10.8 Polietilen-Tereftalato (PET)	38
10.9 Estadísticas a Nivel Mundial	39
11. Marco Conceptual	42

## **6 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no rstructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

---

11.1 ¿Qué plásticos se usan en la construcción?	42
11.2 Elementos de la construcción en plástico	42
11.3 Beneficios Fundamentales de los Plásticos para la Construcción	43
11.4 Fechas importantes en la Historia del Plástico y la Construcción	44
11.5 Ejemplos de Elementos Constructivos con (PET)	44
11.6 Nuevos Materiales para la Construcción	50
11.7 El PET y la Contaminación del Medio Ambiente	52
11.8 Fichas Técnicas de Empresas	53
12. Referentes	58
12.1 Ferrocemento	58
12.1.1 Características Técnicas	58
12.2 Tipos de refuerzo	58
12.3 Tipos de Telas o Malla de Refuerzo	59
12.4 Empresas Fabricantes de Paneles Compuesto por PET	62
12.5 Estructura auto portante	68
12.5.1 Sistemas de juntas para paneles portantes	69
12.5.2 Tipo de junta	69
12.6. Coordinación Modular	70
12.6.1. Clases de Coordinación Modular	70
12.6.2 Objetivos de la Coordinación Modular	71
12.6.3 Modulación Básica	72
12.6.4 Multimódulo	73

12.6.5 Propuesta de Modulación para el Panel	76
12.7. Morteros	79
13. Desarrollo del Elemento Propuesto	83
13.1 Protocolo de Proceso de Mezcla Mecánica	83
13.2 Diseños de Mezclas del Material PET y Cemento Portland	83
13.3 Proceso de Elaboración de Muestras de Laboratorio	85
13.4 Sucesos Parciales	86
13.5 Proceso de Elaboración de las Muestras de proyecto	89
13.6 Herramientas	97
13.7 Materiales	98
13.8 Pasos de Fabricación de muestras	99
13.9 Desmolde de Muestras	104
14. Conclusiones	106
14. Recomendaciones	108
15. Anexos	109
15.1 Pruebas de laboratorio	109
16. Glosario	115
17. Bibliografía	118

**Tabla de Figuras**

Figura 1: Plano de Bogotá por localidades	22
Figura 2: Centro de reciclaje la alquería	23
Figura 3: Poster Informativo	24
Figura 4: Porcentajes de las cantidades de RSU de la localidad	25
Figura5: RSU reciclados en la localidad de Kennedy	26
Figura 6: Porcentaje de clases de plásticos en la localidad de Kennedy	27
Figura 7: Plano de localización de los centros de acopio por colores	29
Figura 8: Centros de acopio de RSU en la localidad de Kennedy	29
Figura9: Estudios sobre recolección de reciclaje en la localidad de Kennedy 2000	33
Figura10: Estudios sobre recolección de reciclaje en la localidad de Kennedy 2002	34
Figura 11: Aprovechamiento de los RSU de la localidad de Kennedy 2005	35
Figura 12: Poster Informativo sobre medios de y trasporte utilizados para la recolección de RSU en la localidad Kennedy	36
Figura13: Características generales del PET	39
Figura 14: Rutas de exportación e importación de PET	40
Figura 15: Tabla de de recolección de PET en kgs en años pasados en la localidad de Kennedy	41
Figura16: Fechas importantes en la historia del plástico y la construcción	44
Figura 17: Construcción de una vivienda con botellas recicladas sin procesar	45
Figura18: Muros elaborados con botellas de bebidas gaseosas rellenas de cal-tierra	46
Figura19: Cimentación ciclópea con botellas PET	47



Figura 20: Cimentación corrida con plástico PET	48
Figura 21: Proceso de empleo de las botellas para la cimentación	49
Figura 22: Cimiento muros y refuerzos	50
Figura 23: Ladrillos elaborados con PET procesado	51
Figura 24: Bloques prensados con plástico compactado	52
Figura 25: Características de los bastidores para el sistema drywall y fibrocemento	54
Figura 26: Ficha técnica lámina de yeso TOPTEC st ½	55
Figura 27: Ficha técnica lámina de yeso RH TOPTEC ½ “resistente a humedad	56
Figura 28: Ficha técnica placas de fibrocemento 20mm	57
Figura 29: Malla galvanizada hexagonal	59
Figura 30: Malla tejida	60
Figura 31: Malla Electrosoldada	61
Figura32: Proceso de fabricación del panel MEGAPLASTIC	63
Figura 33: Proceso de fabricación PANEL T- PLACK	65
Figura 34: Poster Proceso de fabricación panel ecológico	66
Figura 35: Fundida de manera vertical	67
Figura 36: Panel auto portante	68
Figura 37: Tipo de Junta Abierta	70
Figura 38: Diseño de modulación	72
Figura39: Proyección de sub modulación	73
Figura 40: Ejemplos de modulación	74
Figura 41: Modulación de estructura	75

## **10 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

---

Figura 42: Dirección del bastidor y el elemento	76
Figura 43: proceso para obtención de fibras al reciclar las botellas	77
Figura 44: Fibra obtenida del reciclaje de la botella o plástico PET	78
Figura 45: Modulación propuesta para el elemento	78
Figura 46: Herramienta de corte de las botellas o plástico PET	79
Figura 47: Tipos de morteros y usos	81
Figura 48: Resistencias de los tipos de morteros	81
Figura 49: Relación entre agua y cemento resistencia a compresión	82
Figura 50: Componentes de las Mezclas	84
Figura 51: Muestras elaboradas para fallo en laboratorio	85
Figura 52: Tipo de batidora que se utiliza para la mezcla de los materiales	87
Figura 53: Vaciado de componente cemento y agua para elaboración de mezcla	88
Figura 54: Vaciado del material PET a la mezcla	88
Figura 55: Finalización del ciclo químico de procesos de mezclado	89
Figura 56: Proceso de compactación de la mezcla	90
Figura 57: Tipo de mezcla 1	91
Figura58: Tipo de mezcla 2	91
Figura59: Tipo de mezcla 3	92
Figura 60: Desmolde de cubos para fallos en el laboratorio	92
Figura 61: Tipos de muestra a fallar	93
Figura 62: Dosificación para prototipo de láminas fallida	94
Figura 63: Dosificación para prototipo de láminas aceptable	95

Figura 64: Dosificación para prototipo de láminas excelente	96
Figura 65: Poster de Herramientas	98
Figura66: Materiales para la elaboración de moldes	99
Figura 67: Moldes para elaboración muestras	100
Figura 68: Aplicación de desmóldate	101
Figura69: Cálculo en gramos del material	101
Figura 70: Mesclado de los materiales	102
Figura 71: Inserción de la mallade refuerzo al prototipo	103
Figura 72: Alistamiento y afinado de las muestras	103
Figura 73: Curado de los prototipos	104
Figura 74: Desmolde de los prototipos	105
Figura 75: Pruebas a compresión del material	109
Figura 76: Prueba de flexión del elemento	109
Figura 77: Prueba de alta temperatura	110
Figura 78: Prueba de absorción	111
Figura 79: Elaboración moldes	112
Figura 80: Elaboración moldes para mallas	113
Figura 81: Elaboración paneles	114

## **12 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no estructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

---

### **1. Resumen**

Este proyecto está dirigido a las personas o familias que autoconstruyen sus viviendas con materiales reciclados, recuperados en zonas de acopio como el barrio Galán Rural en la UPZ 79 Calandaima localidad de Kennedy en la ciudad de Bogotá.

Por medio de esta investigación, se recolectaron datos para identificar los materiales que se recuperan en esta zona, cuales son los materiales más apropiados para la fabricación del panel, que posibles paneles se pueden fabricar, en que partes de las construcciones se puede implementar, identificar los posibles procedimientos de fabricación del panel, la viabilidad del producto en cuanto a los paneles como yeso cartón y fibrocemento que existen en el mercado, las ventajas y desventajas del panel en cuanto a los mencionados anteriormente, que posibles anclajes se pueden utilizar para su ensamble y que aceptación puede tener por parte de los consumidores.

Con la finalidad de ayudar al mejoramiento de las viviendas en cuanto a los muros divisorios no estructurales que definen la distribución espacial de estas viviendas.

Palabras claves: (malla, muro divisorio, panel, PET, procesos, reciclaje, reutilización)

A continuación se presentan algunos ejemplos de tesauros que se pueden consultar para asignar las palabras clave, según el área temática:

## **2. Abstract**

This project is aimed at individuals or families materials self-constructed their houses with recycled, reclaimed areas as the neighborhood gathering in the UPZ Rural Galan 79 Calandaima town of Kennedy in the city of Bogota.

By this research, data were collected to: identify the materials recovered in this zone, which are the most suitable materials for manufacturing the panel, which panels can be made possible, in which parts of the construction can be implemented, identify potential panel manufacturing processes, product viability in terms as plasterboard panels and fiber cement on the market, the advantages and disadvantages of the panel as mentioned above the mind, which potential can be used to anchor their assembly and that may have acceptance by consumers.

With the ultimate aim of helping to improve housing in terms of non-structural partition walls that define the spatial distribution of these homes.

### **3. Introducción**

En el campo de la construcción se ha dado gran trascendencia al tema de los productos y materiales que puedan intervenir en las diversas fases del proceso constructivo. El uso de elementos reciclados y en búsqueda que estos sean más amables con el medio ambiente, no es un concepto nuevo, pero al concebir una edificación desde una óptica ecológica, se toma el concepto de arquitectura como un trabajo social. Por ello, este trabajo de grado dará a conocer nuevas opciones para el uso y procesamiento del tereftalato de polietileno (PET) y cemento.

El proyecto reúne elementos que sintetizan en el uso de este material en la construcción de viviendas, reduciendo los costos frente a los materiales actualmente utilizados, con el propósito de producir un panel de fabricación artesanal como elemento de mejoramiento para la viviendas de autoconstrucción que se encuentra en la zona ubicada en la ciudad de Bogotá localidad de Kennedy UPZ 79 Calandaima barrio Galán Rural.

Por otra parte este propone que el panel se fabricara a partir de elementos reciclados como (PET) molido recuperado de los envases plásticos, la incorporación de una malla cuya función es reforzar el panel, esta será fabricada artesanalmente, a partir de fibras recuperadas por medio del reciclaje de las botellas de bebidas gaseosas 3 y 2.5 lt, además se utilizara un material árido como el cemento portland que cumplirá la función de aglutinante para unir los materiales generando una masa homogénea, que posteriormente se verterá en un molde, cuya finalidad es la obtención del panel para muros divisorios.

#### 4. Planteamiento del problema

Esta investigación, busca crear un nuevo elemento constructivo, que estará direccionado al mejoramiento de las viviendas de autoconstrucción, con la reutilización botellas de bebidas gaseosas que se recolectan en grandes cantidades y no son procesadas de la mejor manera en una zona de KENNEDY, lo anterior se sintetiza en la formulación de la siguiente pregunta problema ¿Cómo fabricar un panel a partir del plástico PET recuperados de una zona del barrio Galán Rural de la UPZ 79 CALANDAIMA de la localidad de Kennedy , que mejore las viviendas de autoconstrucción en sus espacios interiores en cuanto a muros divisorios?5. **Justificación**

Como punto de partida del marco investigativo, se detectó que en la zona de intervención se evidencia que las construcciones donde habitan la comunidad del barrio Galán Rural, no poseen una calidad en materiales que cumplan con las condiciones de vivienda, ya que están fabricadas por medio de la autoconstrucción, y cuya fabricación están compuestas por materiales que ellos encuentran por medio del reciclaje, algunos como plásticos o polietilenos, madera aglomerada y estructuras en madera de eucalipto rolliza, conformando rancheríos en esta zona. Así mismo, dentro de la investigación se encontró que la zona posee un gran centro de acopio de material reciclable, a estos se les puede dar un aprovechamiento mejorando la calidad actual de estos tipos de vivienda. Con el fin de aprovechar de una manera eficaz estos materiales y en pro de beneficiar de una manera positiva a los habitantes del barrio Galán Rural, nace la idea de elaborar un elemento constructivo que hará parte de las viviendas que allí se encuentran. Dentro del análisis que se realizó, referente a la cantidad de material reciclable que favorecería la elaboración de un nuevo producto constructivo, gracias a estadísticas suministradas por la

## **16 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no estructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

---

(UAESP), se detectó que la cantidad de plástico (PET) llega a estos centros de acopio en grandes cantidades. Es por ello que dentro del marco investigativo se toma la decisión de aprovechar el plástico (PET) buscando la manera de implementarlo en la construcción mediante la fabricación de un panel para muros no estructurales que cumplan la función de dividir los espacios de las viviendas que se encuentran en la zona.



## **5. Justificación**

Como punto de partida del marco investigativo, se detectó que en la zona de intervención se evidencia que las construcciones donde habitan la comunidad del barrio Galán Rural, no poseen una calidad en materiales que cumplan con las condiciones de vivienda, ya que están fabricadas por medio de la autoconstrucción, y cuya fabricación están constituidas por materiales que ellos encuentran por medio del reciclaje, algunos como plásticos o polietilenos, madera aglomerada y estructuras en madera de eucalipto rolliza, conformando rancheríos en esta zona. Así mismo, dentro de la investigación se encontró que la zona posee un gran centro de acopio de material reciclable, a estos se les puede dar un aprovechamiento mejorando la calidad actual de estos tipos de vivienda. Con el fin de aprovechar de una manera eficaz estos materiales y en pro de beneficiar de una manera positiva a los habitantes del barrio Galán Rural, nace la idea de elaborar un elemento constructivo que hará parte de las viviendas que allí se encuentran. Dentro del análisis que se realizó, referente a la cantidad de material reciclable que favorecería la elaboración de un nuevo producto constructivo, se detectó que la cantidad de plástico (PET) gracias a estadísticas suministradas por la (UAESP), llega a estos centros de acopio en grandes cantidades. Es por ello que dentro del marco investigativo se toma la decisión de aprovechar el plástico (PET) buscando la manera de implementarlo en la construcción mediante la fabricación de un panel para muros no estructurales que cumplan la función de dividir los espacios de las viviendas que se encuentran en la zona.

## **6. Hipótesis**

A partir de la utilización del plástico PET y el cemento Portland, se puede plantear la fabricación de paneles que tendrán como función constructiva conformar muros divisorios no estructurales, para las viviendas de autoconstrucción de la UPZ Calandaima del barrio Galán Rural, los cuales cumplirán con las características físicas y mecánicas para el cual será diseñado este elemento.

## **7. Antecedente**

Gracias a una visita efectuada con anterioridad a barrio Galán Rural de la UPZ 79 Calandaima que pertenece a la localidad de Kennedy de la ciudad de Bogotá, se detectó falencias en las viviendas de autoconstrucción de esta comunidad, además se identificó que la actividad principal de sustento económico es el reciclaje, por otra parte algunos de los materiales recuperados en la zona no son aprovechados de una manera útil ya que son eliminados por medio de la incineración, creando un impacto ambiental de manera negativa produciendo más contaminación al momento de la combustión, emitiendo gases tóxicos, a consecuencia de que la remuneración económica que ofrece estos materiales es mínima y no genera mayores ganancias para esta población, lo anterior responde a que para las grandes industrias es más favorable fabricar plástico que reutilizarlo en envases.

## **8. Objetivo General**

Fabricar un sistema de paneles a partir de la utilización del cemento portland reforzado con el reciclaje de botellas (PET) para muros divisorios en la (UPZ) CALANDAIMA con el propósito de mejorar las viviendas de autoconstrucción.

### **8.1 Objetivos Específicos**

1. Estudiar las características físicas del material (PET) con relación al cemento portland para la fabricación de paneles para muros divisorios en viviendas de autoconstrucción de la (UPZ) 79 CALANDAIMA de la localidad de Kennedy.
2. Analizar el ciclo de vida de las botellas (PET) en la localidad de Kennedy, determinando su potencial uso como material complementario para la fabricación de paneles en muros divisorios.
3. Diseñar una mezcla entre PET aglutinado y cemento portland, reforzado con fibras de PET para fabricar paneles divisorios en las viviendas de autoconstrucción de la UPZ Calandaima de la localidad de Kennedy.
4. Determinar una modulación y un sistema de ensamble para los paneles prefabricados con base de PET y cemento Portland, para muros divisorios en las viviendas de autoconstrucción en la UPZ Calandaima de la localidad de Kennedy

## **9. Metodología**

Investigación aplicada: este tipo de estudio tiene como objetivo la aplicación, uso y posibles consecuencias de los conocimientos, depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica para así poder actuar, es decir utilizar los conocimientos obtenidos en las investigaciones en la práctica, y con ello traer beneficios a la sociedad.

La investigación parte de la formulación de un problema, de igual manera la recolección de datos, esto con el fin de dar sustentación al proyecto y con el propósito de lograr una solución al planteamiento del problema.

En primera instancia se analiza las variables recolectadas durante el proceso de investigación y se genera un elemento constructivo.

A su vez por medio de pruebas lograr los objetivos que se plantea con propósito de validar la investigación gracias a la fundamentación.

En conclusión se realiza la fabricación de muestras para pruebas que corroboren unos resultados, con relación a lo anterior se elabora un panel compuesto de PET y cemento Portland el cual debe responder a pruebas específicas de laboratorio y de esta manera complementar las ventajas y desventajas del producto que se fabricar.

## 10. Marco teórico

### 10.1 Preselección del lugar de intervención o de estudio

Gracias a la universidad La Gran Colombia, que por medio de la clase de humanismo se realizó una visita al barrio las palmitas ubicadas sobre la rivera del rio Bogotá en la UPZ 79 Calandaima en la localidad 8va Kennedy. Donde se identificó y evidencio una gran demanda por el reciclaje ya que hace parte de la economía de varias familias que allí habitan. De igual manera la clasificación de estos elementos es más detallada por el los dividendo que estos pueden generar.

Figura 1: Plano de Bogotá por localidades

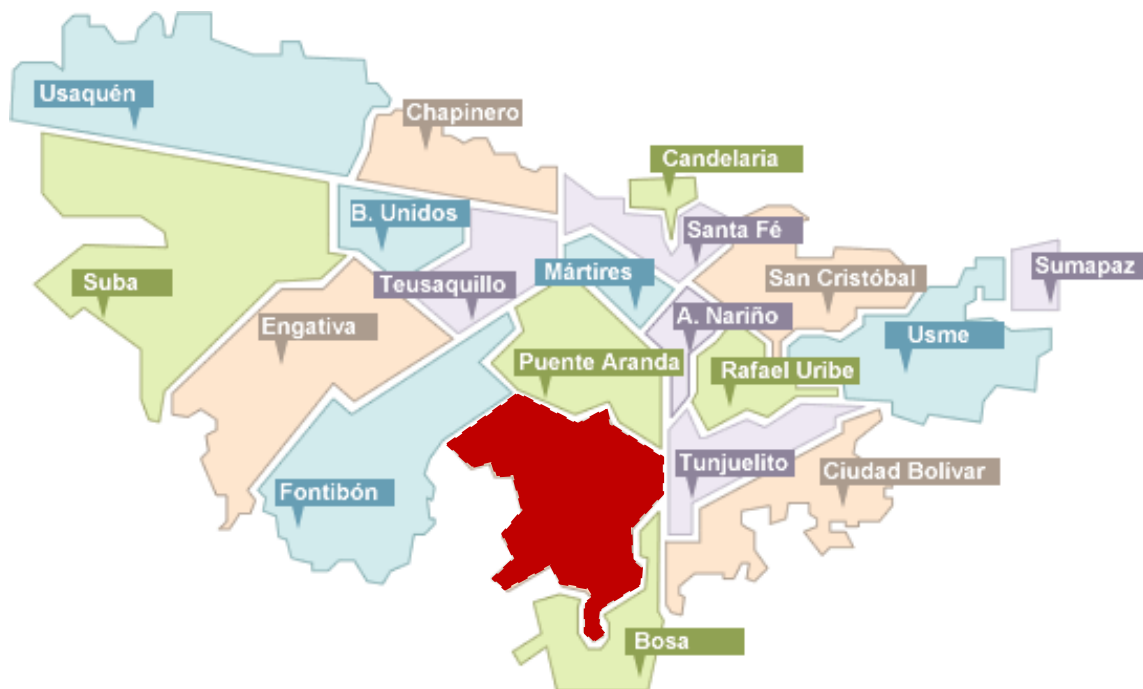


Figura modificada por los integrantes y recuperada de: <http://ahpino.blogspot.com>

Esta localidad fue escogida por que en ella se ubica la planta de tratamiento de RSU (Residuos Sólidos Urbanos) La Alquería, Está ubicado en el barrio La Alquería La Fragua, en la carrera 68 A No. 39 F - 55 sur, cuenta con un horario de atención para sus visitas programadas y recorridos guiados de 7:00 a.m. a 8:00 p.m., de lunes a sábado.

Figura 2: Centro de reciclaje la Alquería



Imagen recuerda de: <http://jonbonmarcel.blogspot.com>

Gracias a esta imagen se identifica las instalaciones de la planta de tratamiento de RSU que son producidos en la localidad de Kennedy, allí se acopian estos elementos y se le realiza su respectivos procesos para su reutilización entre estos están las botellas o plástico PET el cual es el principal elemento para desarrollo de esta investigación

## 24 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

El material reciclable que allí llevan, se recolecta de casa en casa por los camiones denominados vehículos de la ruta de recolección selectiva, que pasa por 302 barrios de Bogotá, distribuidos en 16 de sus localidades, El objetivo de esta ruta es recoger única y exclusivamente el material reciclado puerta a puerta.

Figura 3 Poster Informativo

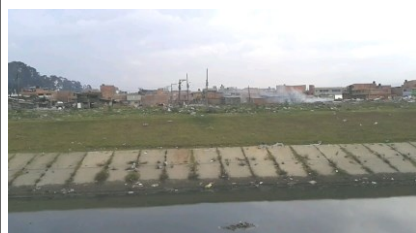


Imagen: Fotografía por los integrantes



Imagen: Fotografía por los integrantes

La zona de intervención se ubica en la UPZ 79 Calandaima barrio Galán Rural en el cual se establece un centro de acopio informal inscrito en la circunferencia señalada en la imagen, en esta se presentan viviendas aledañas al centro de acopio, las cuales son de carácter auto constructivo, es por ello que esta zona cumple con las condiciones que la investigación necesita para desarrollarse.

### ZONA DE INTERVENCIÓN

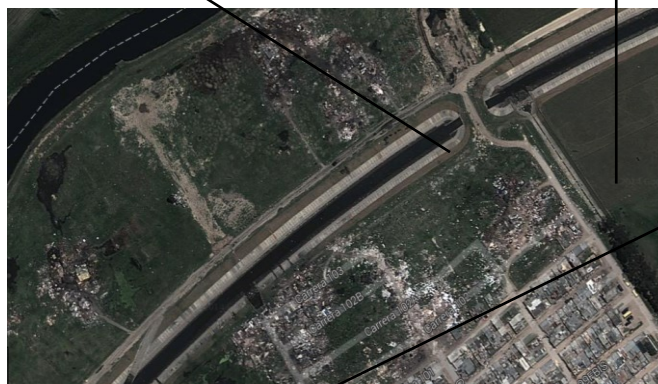


Imagen recuperada de:  
<http://google maps.gov.co>



Imagen: Fotografía por los integrantes



Imagen: Fotografía por los integrantes



Lo anterior se puede demostrar por medio de las imágenes que se presentan donde se muestra la gran cantidad de desechos y alguna viviendas de autoconstrucción o denominados rancheríos que muestran sus característica en cuanto a elementos constructivos, que en si se entendería con el principal problema que pretende abordar esta investigación.

### 10.2 Estudios sobre Recolección de Reciclaje en la Localidad.

Gracias a información suministrada por la UAESP (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos) se demostró bajo parámetros estadísticos y cuantitativos la cantidad de (RSU), residuos Sólidos Urbanos desechados en la ciudad de Bogotá, se recolectan 2.668 toneladas diarias y anualmente 1.127.736 toneladas por los recicladores, por medio de la siguiente grafica se mostrara la cantidad de (RSU) producidos en la localidad 8 KENNEDY.

Figura 4 Porcentajes de las cantidades de RSU de la localidad

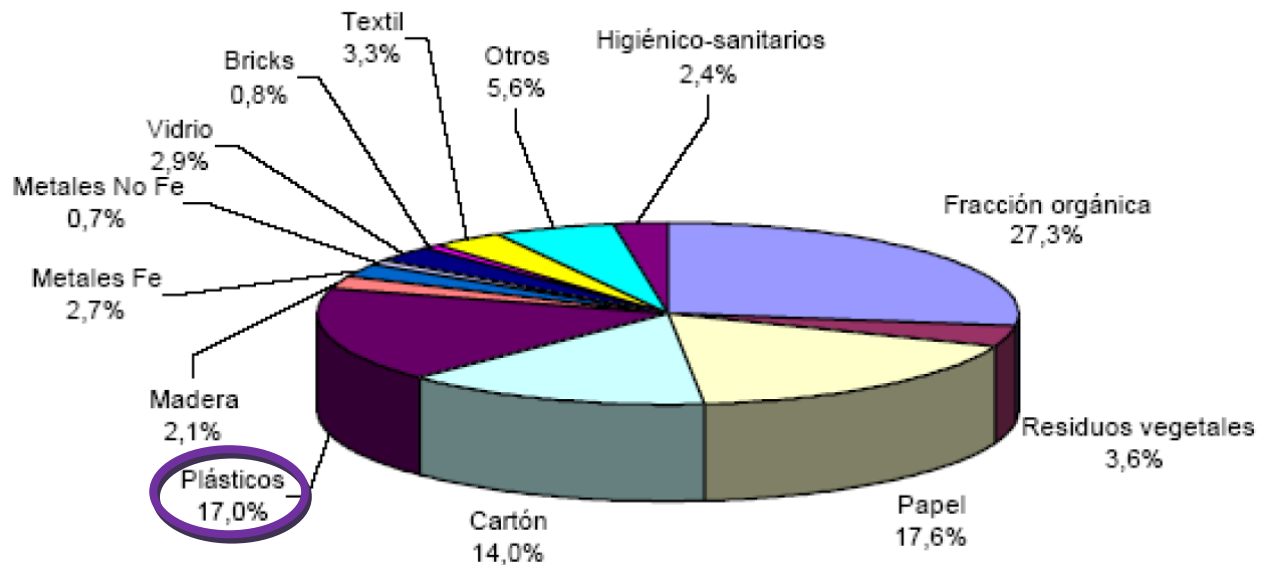


Imagen7: recuperada de informe UAESP Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.

## 26 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

Gracias a la información suministrada por el anterior grafico se comprueba que el plástico es uno de los materiales recuperables de la localidad de Kennedy haciendo viable el desarrollo de este proyecto de fabricar paneles con cemento portland y PET reciclado como principal elemento de fabricación.

Figura5: RSU reciclados en la localidad de Kennedy

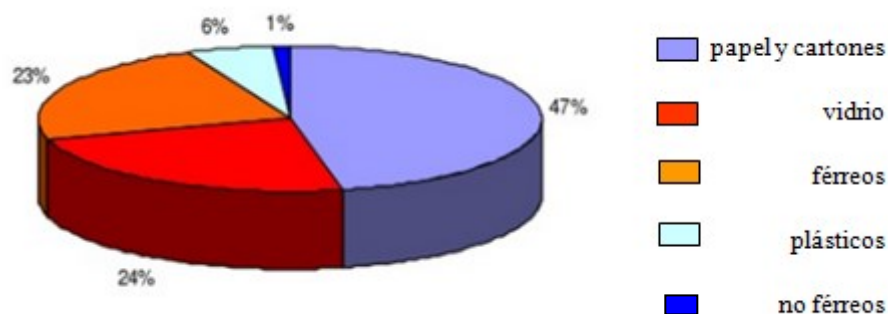


Imagen Recuperada de: informe estadístico UAESP

Lo que se pretende demostrar con esta grafica es que el material pastico en la actualidad solo se está reciclado en un 6% lo cual favorece a este proyecto ya que el PET no es reciclado engrandes volúmenes como los demás materiales, porque no genera grandes beneficios económicos en el campo del reciclaje, lo anterior reitera que el proyecto a ejecutar es viable en cuanto al principal material denominado (PET) para la fabricación de los paneles de autoconstrucción.

Figura 6: Porcentaje de clases de plásticos en la localidad de Kennedy

Alta densidad ■ Baia densidad ■ Total del plástico ■

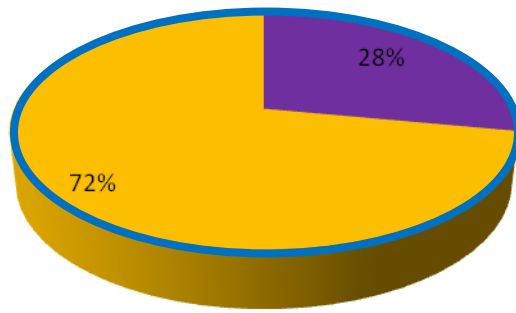


imagen recuperada de: informe estadístico UAESP

La anterior gráfica muestra que el 100% del plástico a reciclar, el de baja densidad el cual se va a utilizar en la fabricación de los paneles propuestos se presenta en altos volúmenes ocupado un 72%, lo cual reitera la factibilidad para ejecutar este proyecto.

### 10.3 Centros de Acopio de Localidad

La industria del reciclaje necesita de lugares específicos en donde los **RSU** son clasificados y posteriormente procesados para su nuevo uso.

Centro de Acopio: lugar de almacenamiento en la cual se realiza una clasificación y separación detallada de los materiales potencialmente reciclables. Con el mismo propósito estos lugares pueden presentar las siguientes características.

## **28 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

---

Satélite: zonas ubicadas por áreas, en las cuales los operarios deposita los residuos debidamente clasificados por medio de los códigos de colores que se establecen en el Manual de manejo “Uso eficiente de insumos y manejo integral de residuos comunes y peligrosos”.

Secundario: lugar determinado para el almacenamiento temporal, donde los residuos provenientes del centro satélite, son procesados para el aprovechamiento, transformación, comercialización y entrega de producto recuperado del reciclaje, el cual es presentado en los siguientes estados: aglutinado, peletizado en bloques con fin de su fácil almacenamiento y transporte, para la distribución a las industrias que requieren de este insumo.

Esta investigación produjo el siguiente esquema para identificar la cantidad en porcentaje de los centros de acopio en los barrios aledaños al de intervención.

Figura 7: Plano de localización de los centros de acopio por colores



Imagen: Recuperado de <http://mapas.bogota.gov.co/portalmapas> y modificado por los integrantes

Figura 8: Centros de acopio de RSU en la localidad de Kennedy

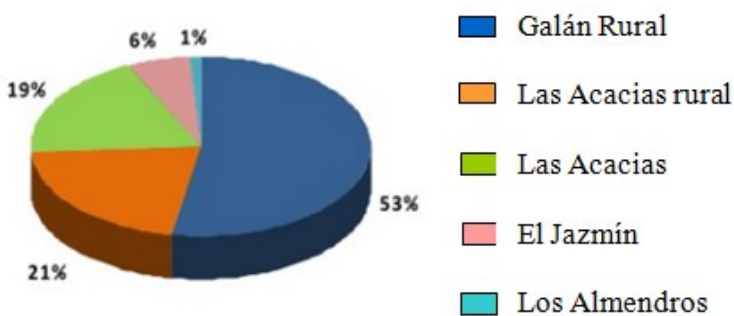


Imagen: Elaborado por los integrantes

Por medio de este esquema se evidencia que la zona de intervención en este caso el barrio Galán Rural es un punto álgido en cuanto los centros de acopio de material reciclado con 53 por ciento a favor, seguido de las Acacias Rural con el 21 por ciento.

Así mismo se concibe que los residuos reciclables sean la principal fuente económica de estos lugares y se definen como aquellos elementos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados por medio de procesos para generar un nuevo uso.

#### 10.4 Teoría de las 3 R

De allí se desprende la teoría de las tres **R** que consiste en **Reducir**, **Reutilizar** y **Reciclar**

**Reducir:** Significa evitar comprar y adquirir cosas que pronto se convertirán en basura como embalajes, bolsas de plástico y envases.

**Reutilizar:** Es tratar de darle algún uso a los objetos antes de tirarlos a la basura, por ejemplo, forrar las cajas, frascos o latas y usarlas para guardar cosas.

**Reciclar:** Se trata de volver a utilizar materiales como el papel o el vidrio, para fabricar nuevos productos” Yareli Aguilar ” (A. (2013).

#### 10.5 Proceso y tratamientos del (PET)

En esta última es donde nuestra investigación hace énfasis con el objetivo de reciclar el (PET) o conocido científicamente como POLIETILEN-TEREFTALATO para la fabricación de un panel a partir de botellas recicladas. ”González. Clàudia”. (A. (2011).

Lo anterior justificado por que con las tecnologías tradicionales no es posible reutilizar el (PET) para fabricar otra vez botellas de bebidas, a causa de razones de higiene. Por otra parte en los EE.UU se ha desarrollado una tecnología que permite despolimerizar el PET en sus dos componentes, el etilenglicol y el Ácido Tereftálico, y después repolimerizarlo como resina

virgen para la producción de embalajes de alimento, sin embargo este proceso genera sobrecostos ya que es un nuevo método vanguardista. Por lo tanto este proceso es costoso y complejo, demostrado que es más factible realizar el proceso que pretende este proyecto para la reutilización del (PET). "González. Clàudia". (A. (2011).

Con el mismo propósito se considera al reciclaje el proceso de transformación de materiales usados que perdieron su vida útil, para ello se ejecutan los siguientes pasos.

Clasificación: Cuando la botella PET llega al centro de recolección se clasifica y se separa de los otros materiales, dentro de este proceso de clasificación se debe tener en cuenta de que tipo de material están hechos los objetos, plásticos rígidos como PVC, polietileno de alta densidad, polipropileno, plásticos flexibles como los que se usan para las bolsas ya que no tienen las características del PET. "González. Clàudia". (A. (2011).

PET se clasifican en diferentes fracciones de color: transparente o coloreado, azul y verde. La aparición de nuevos colores dificulta el proceso de clasificación de la industria del reciclaje. "González. Clàudia". (A. (2011).

El Tratamiento Adicional del proceso que incluye la trituración, lavado, separación y secado, estos fragmentos todavía contiene residuos del proceso de triturado, etiquetas de papel triturado y tapas de plástico. Estos son eliminados por procesos diferentes, dando lugar a fragmentos de PET puro, o "copos de PET". Escamas de PET se utilizan como materia prima para una gama de productos que de otra manera estarían hechas de poliéster. Los ejemplos incluyen fibras de poliéster, láminas de poliéster, flejes, o de nuevo en botellas de PET, etc. "González. Clàudia". (A. (2011).

Clasificación: Se puede realizar una separación automática por medio de máquinas foto-ópticas la cual reconocen formas y transparencia. Hay otros métodos de separación automatizada basados en las diferencias en gravedad específica, difracción de rayos x y disolución en solventes. Los métodos de separación se basa principalmente en macro, micro y molecular.

Por otra parte está la separación manual la cual es realizada por operarios quienes reciben un instructivo con anterioridad de los tipos de plásticos y su clasificación para que lleven a cabo esta labor recibiendo una remuneración económica.

Limpieza: Los plásticos recuperados por lo general están contaminados con comida, papel, piedras, polvo, pegamento, por la anterior razón se acude a primero limpiados por medio de granularlo y luego de estar Granulado lavar en un baño de detergente. "González. Clàudia". (A. (2011).

Pelletizado: este proceso consiste en fundir la materia o el elemento a través de tubos convirtiéndolo en forma de espagueti y enfriándolo en un baño de agua y posteriormente frio es cortado en pedacitos llamados pellet.

Reciclaje secundario: Este no tiene la necesidad de realizar el proceso de limpieza y separación, consiste en molerlos elementos y fundirlos mediante una extrusora el material pasa por un tubo con una gran abertura enfriándolos en agua y cortándolos según las especificaciones del cliente, reciclaje terciario: este se trata en degradar el elemento a compuestos químicos básicos y combustible, este es diferente a los dos primeros mencionados anteriormente ya que realiza un cambio químico y físico de las cadenas del polímero se rompen en pequeños



hidrocarburos o monóxido de carbono e hidrógeno, este cuenta con dos métodos principales pirolisis y gasificación. "González. Clàudia". (A. (2011)).

Reciclaje cuaternario: radica en el calentamiento del plástico con él por medio de la energía térmica, de estas se llevan a cabo otros procesos, el plástico es usado como un combustible para reciclar energía, alguna de sus desventajas son la generación de gases contaminantes, aunque ésta es mínima. "González. Clàudia". (A. (2011)).

Residuos Pos consumo: El envase PET vacíos se descarta por el consumidor después de su uso y se convierte en residuos, la industria del reciclaje lo denomina "PET post-consumo." y se ha empezado a recolectar por separado de los residuos domésticos. "González. Clàudia". (A. (2011)).

Figura9: Estudios sobre recolección de reciclaje en la localidad de Kennedy 2000 .

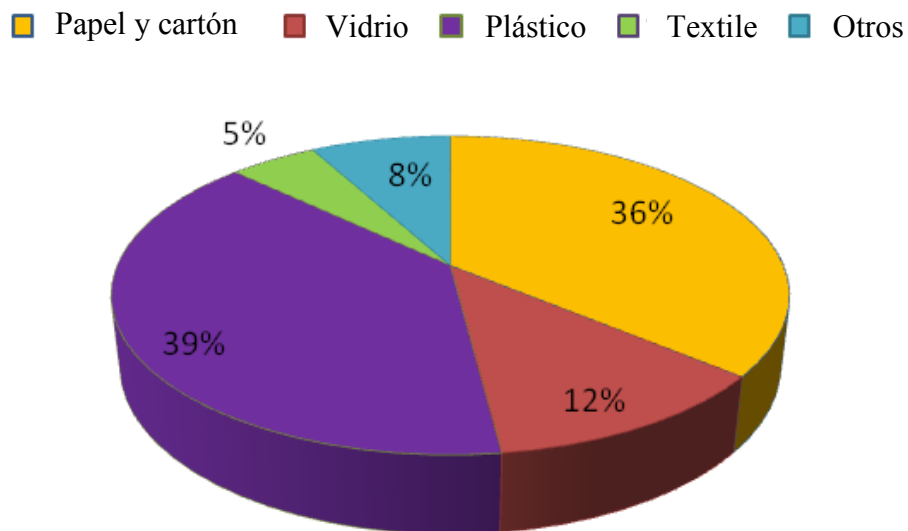


imagen: recuperada de informe estadístico UAESP

### 34 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

Gracias a la grafica se reitera que la produccion de plastico en la localidad de kennedy sigue siendo el mas alto de los porcentajes este estudio fue realizado en el año 2000 para la identificacion de los RSU recuperados en la localidad y cual de esto esta afectado la parte ambiental del lugar.

Figura10: Estudios sobre recolección de reciclaje en la localidad de Kennedy 2002

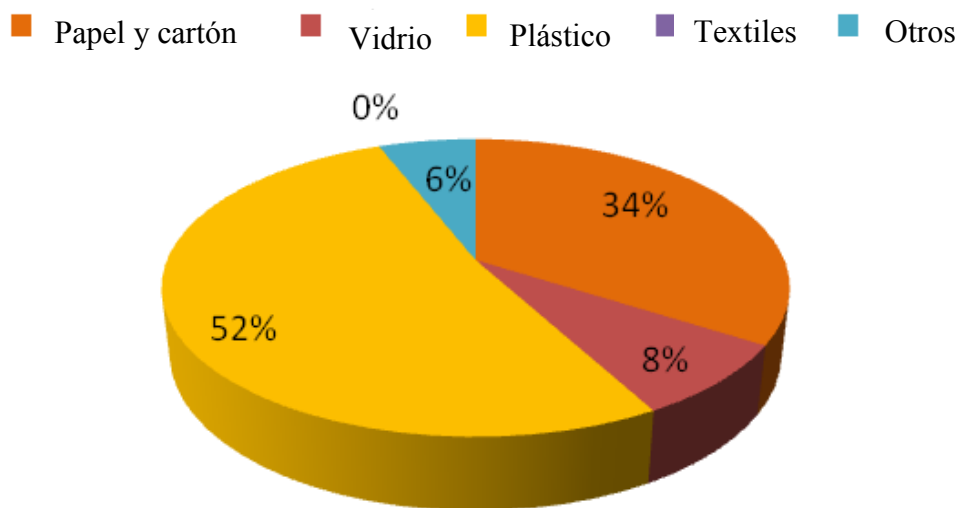


imagen: recuperada de informe estadístico UAESP

Por medio de esta grafica se muestra que para el 2002 se incrementó la producción de RSU en la localidad de Kennedy, el incremento de plástico fue de 13% más que en el año 2000, afirmando que el plástico PET principal material para el desarrollo del proyecto si es producido en la zona.

Figura 11: Aprovechamiento de los RSU de la localidad de Kennedy 2005

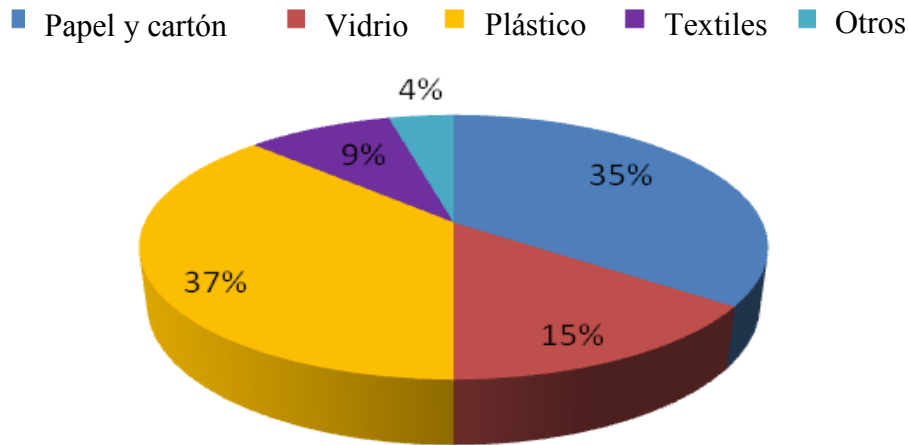
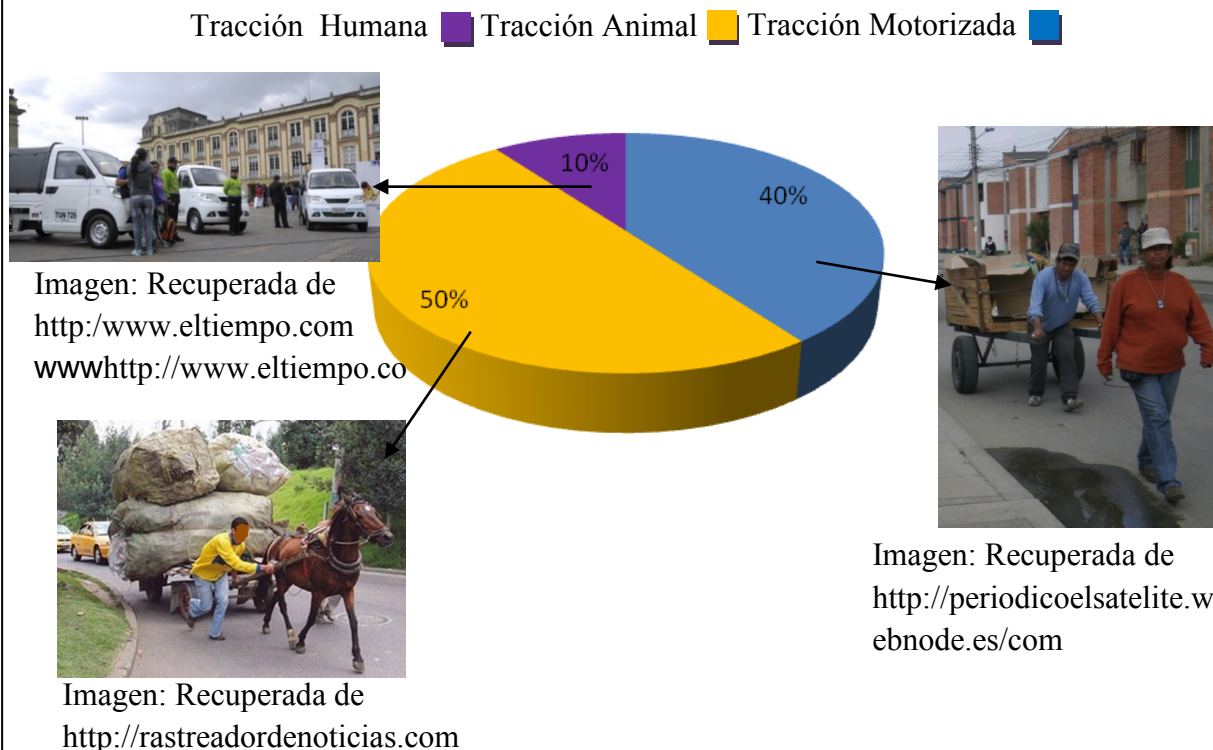


imagen: recuperada de informe estadístico UAESP

La anterior grafica muestra que el principal elemento para la fabricacion de los paneles que pretende desarrollar este proyecto, el cual se denomina PET, no es aprovechado por la poblacion en la localidad de Kennedy y sustenta la idea de encontrarle un uso adecuado por medio de un proceso de transformacion para la elaboracion de un elemento constructivo como lo son los paneles para muros divisorios de las viviendas de auto construccion en la UPZ 79 Calandaima barrio Galan Rural.

Figura 12: Poster Informativo sobre medios de y transporte utilizados para la recolección de RSU en la localidad Kennedy



La anterior gráfica informa los tipos de medios de transporte, con los cuales se hace posible el proceso de recolección a nivel local, en este caso la de Kennedy, donde los residuos sólidos urbanos RSU, entre los cuales se halla el PET que es considerado en esta investigación el principal elemento a utilizar en este proyecto.

También dentro de esta investigación, se presenta esta gráfica suministrada por la UAESP, la cual sustenta la recolección de RSU, en los cuales está el PET implícito y el cual es de vital importancia para la ejecución de este proyecto ya que el principal material para la fabricación

de los paneles para muros divisorios no estructurales de las viviendas de autoconstrucción de la UPZ 79 Calandaima de la localidad de Kennedy.

#### 10.6 Historia del PET

El descubrimiento de polietilentereftalato, mejor conocido como PET, fue patentado como un polímero por J. R. Whinfield y J. T. Dickson. Investigaron los poliésteres termoplásticos en los laboratorios de la Asociación Calico Printers. Durante el periodo de 1939 a 1941.

La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el espectacular crecimiento del producto a nivel mundial y la diversificación de sus posibilidades. A partir de 1976, se le usa para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas. Sin embargo, el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques. En México, se comenzó a utilizar para este fin a mediados de la década de los ochenta. Los primeros envases de (PET) aparecen en el mercado alrededor del año 1977 y desde su inicio hasta nuestros días el envase ha supuesto una revolución en el mercado y se ha convertido en el envase ideal para la distribución moderna.

Por esta razón el polietilentereftalato se ha convertido hoy en el envase más utilizado en el mercado de las bebidas refrescantes, aguas minerales, aceite comestible y detergentes; también bandejas termoformadas, envases de salsas, farmacia, cosmética, licores entre otros. A lo largo de la historia del (PET), la evolución tecnológica de los procesos y de los materiales ha originado

una mejora continuada en el envase que se ha traducido en una mejora de su impacto medioambiental. José Gabriel Hachi Juan Diego Rodríguez. (A. (2010).

### 10.7 Historia del PET Reciclado

Entretanto, el PET reciclado se va utilizando en los distintos ámbitos de aplicación y está considerado actualmente como una materia prima de gran valor. En 2007, solo en Europa se transformaron 740.000 toneladas de láminas de PET en nuevas fibras, hilos, botellas, láminas y otros productos. En 2008, la cuota total de este ámbito se situaba en el 45%, y en 2009, en el 50% aprox. Las plantas modernas de reciclaje clasifican, muelen y lavan botellas de PET recogidas, y proporcionan láminas de PET de alta calidad. Sin embargo, en numerosas ocasiones las láminas no son adecuadas para el producto final deseado y deben someterse a un proceso de post-condensación (SSP). Este tratamiento es necesario para retirar sustancias migradas, con el fin de que el producto cumpla las disposiciones legales sobre materiales adecuados para alimentos. Además, con este proceso aumenta el peso molecular, para poder cumplir los requisitos mecánicos y alcanzar las características de procesamiento requeridas.

Con ayuda de las plantas de Bühler, el PET reciclado alcanza en el mercado desde un 90% hasta un 105% del precio de PET virgen. Las tecnologías desarrolladas por Bühler están reconocidas en todo el mundo, tanto en organizaciones internacionales como en empresas líderes de mercado. "José Gabriel Hachi Juan Diego Rodríguez". (A. (2010).

### 10.8 Polietilen-Tereftalato (PET)

“El PET es un polímero que habitualmente se transforma mediante un proceso de inyección-estirado-soplado. Durante este proceso las moléculas del polímero se orientan en dos direcciones

distintas. En el caso de los envases la orientación tiene lugar según una dirección longitudinal, paralela al eje del envase, y según una dirección transversal al mismo. Es precisamente esta propiedad, conocida como biorientación, la que confiere al PET una elevada resistencia mecánica, lo que unido a su transparencia, hace que resulte un material idóneo para el envasado de productos líquidos.” José Gabriel Hachi Juan Diego Rodríguez”. (A. (2010).

Figura13: Características generales del PET

Propiedades generales	Apariencia	Combustibilidad	Propiedades fisiológicas	Aplicaciones más comunes
Alta resistencia mecánica	Transparente, verde oámbar	Arde con hollín y llama amarillonaranja, gotea y produce olor aromático	Se considera fisiológicamente inertes	Envases transparente para bebidas gaseosas, aceite ,agua mineral, medicamentos electrodoméstico circasa de planchas
Alta rigidez	Presenta buen brillo superficial	Irritable al olfato		Laminas de PET :cinta de video y audio diskettes, laminas grabadas, laminas de aislamiento
Superficie dura, apta para dar brillo	Producto sin costuras			Maquinaria: piñones, bujes, embrages
Buena estabilidad dimensional				Diversos: Bisagras, herrajes, palancas, asas
Magníficas propiedades tribológicas (fricción y desgaste)				
Buenas propiedades eléctrica y regulares				
propiedades dieléctricas				
Alta resistencia Química				
Mas denso que el agua				

Imagen recuperada: <http://www.Procesosvirtuales.com>

Lo que busca la investigación al presentar esta tabla es mostrar las ventajas que se obtiene al utilizar o reciclar el (PET) que es el principal elemento para la fabricación del panel propuesto en remplazo de los áridos que normal mente se utilizan en los morteros o concretos.

### 10.9 Estadísticas a Nivel Mundial

A nivel mundial, se recogieron 7,5 millones de toneladas de PET en 2011 que se convirtieron después del proceso de en 5.9 millones de toneladas de escamas, algunas para producir botellas,

#### 40 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

láminas (APET), flejes de cinta y para aplicaciones. La asociación europea que promueve el reciclado de PET, informo que en Europa se recolectaron 1,6 millones de toneladas de botellas de (PET) en el año 2010. “José Gabriel Hachi Juan Diego Rodríguez”. (A. (2010).

Lo anterior demuestra que el (PET) no solo es recuperado en la zona de Kennedy Bogotá Colombia, sino que también a nivel mundial la producción de envases de bebidas gaseosas hacen parte del consumo diario de la población del planeta, partiendo de ello se afirma que la materia prima que se está utilizando para el desarrollo del proyecto se puede obtener en grandes volúmenes al momento que eleve la demanda de este material PET

Figura 14: Rutas de exportación e importación de PET



Imagen recuperada: <http://www.rutaspetrecochado.com>

Gracias a la figura se presenta las diferente rutas aerias por donde se trasporta el PET a diferentes paises lo cual su puede tomar como una ventaja al momento que el pet escase en la zona y se tenga como opcion traerlo de otras partes del mundo.



Figura 15: Tabla de de recolección de PET en kg en años pasados en la localidad de Kennedy

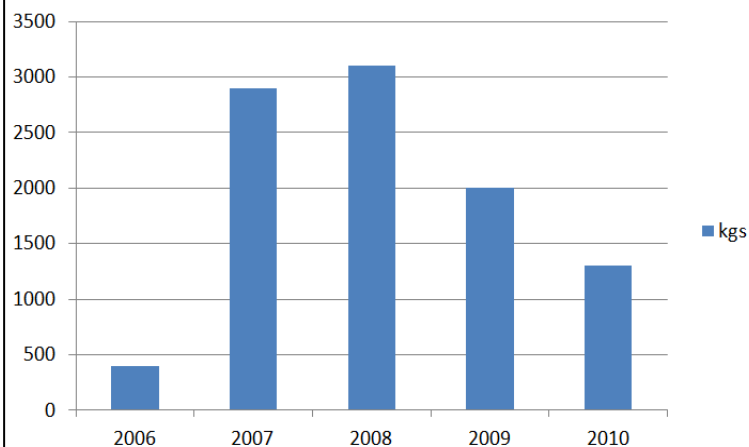


Imagen recuperada: de informe estadístico UAESP modificada por los integrantes

Por medio de esta tabla se muestra que el PET recuperado en la zona fue disminuyendo su captación 1800kgs, lo cual beneficia al proyecto ya que la demanda del plástico PET no está siendo utilizado en otros elementos.

## **11. Marco Conceptual.**

### **11.1 ¿Qué Plásticos se usan en la construcción?**

Desde los años 50, los edificios están utilizando en forma creciente plásticos en aplicaciones tales como tuberías, ventanas, techos, pisos, conducción y aislamiento de cables. Y desde fechas más recientes también se los incluyen en el mobiliario para baños y montajes de cocina. Las diversas propiedades de las diferentes resinas plásticas las hacen ventajosas para una gran gama de aplicaciones en la construcción. "Revista Arquitectura y Construcción" (A. (2013).

Hoy la lista es mucho más amplia y continua en aumento. La facilidad de fabricación y versatilidad de los plásticos, combinada con su durabilidad, fuerza, relación de coste-eficacia, bajo mantenimiento y resistencia a la corrosión, hace de este material una elección acertada, hay dos grandes clases de plásticos: los termoplásticos que son polímeros de tipo lineal interconectados, los cuales pueden ablandarse y volverse plásticos o aún fundirse reiteradamente por el calor, y endurecerse por enfriamiento; y los termoestables, que son polímeros endurecibles, de forma irreversible, pudiendo ser plásticos tan sólo una vez, pero que luego, a través de una acción de interconexión, se forma una red tridimensional que no puede volverse de nuevo plástico. "Revista Arquitectura y Construcción" (A. (2013).

Algunos de estos tipos de plástico son acrílicos, compuestos, reforzados, con fibra de vidrio, Epóxicos, Fluoroplásticos Policarbonato, Poliéster, Poliestireno expandido, Polietileno, Polipropileno, Poliuretanos PVC rígido y espumado. "Revista Arquitectura y Construcción" (A. (2013).

### **11.2 Elementos de la Construcción en Plástico**

### Productos espumados de PVC

Usados ampliamente en piezas de revestimientos, líneas de techos, canaletas de lluvia.

Productos espumados de Poliestireno Un material de elección para aislamiento de paredes, pisos y techos. Usados desde hace 30 años en estructuras de relleno de base muy baja conductividad térmica.

Pisos plásticos estos pisos se fabrican de polietileno y PVC flexible, y se usan en aplicaciones domésticas, comerciales e industriales alrededor del mundo.

Sistemas de tuberías plásticas estos son ampliamente usados en edificación, construcción civil e industrial y servicios.

Los sectores cubiertos incluyen sistemas de ventanas plásticas fabricadas de PVC rígido, las ventanas plásticas se desarrollaron originalmente en Alemania en los años cincuenta y ahora se usan en casi todos los países.

### 11.3 Beneficios Fundamentales de los Plásticos para la Construcción

- Los plásticos son livianos
- Los plásticos son fuertes
- Los plásticos son fáciles de instalar
- Los plásticos ofrecen libertad de diseño

Las nuevas alternativas para la construcción de la vivienda, para que sea más económica y más ecológica que otros sistemas constructivos tradicionales. Esta se basa en un reciclado de los

**44 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no rstructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

plásticos, para la creación nuevos elementos constructivos, por medio de la trituración y el mezclado con cemento Portland, en reemplazo de los áridos. Melina Martínez M A. (2011) plástico-para-la-construcción <http://entrerayas.com>

**11.4 Fechas importantes en la Historia del Plástico y la Construcción**

Figura16: Fechas importantes en la historia del plástico y la construcción

Por medio de la siguiente línea de tiempo se observara como se ha ido desarrollando el plástico y los grandes avances que ha alcanzado mejorado la calidad de vida de las personas sopesando que en años anteriores el plástico no entraba dentro de los estándares de la industria.

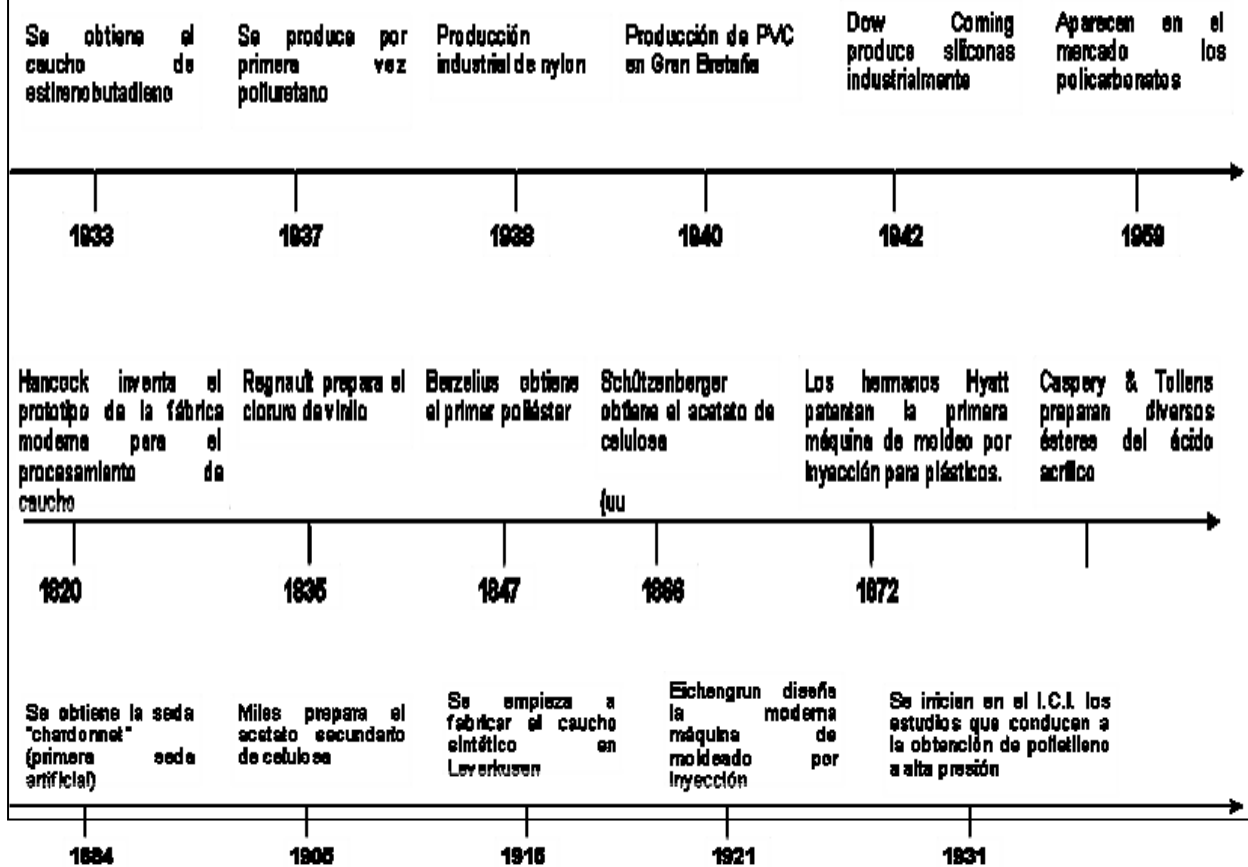


Figura recuperado de Juan de Cusa. Aplicaciones del plástico en la construcción

### 11.5 Ejemplos de Elementos Constructivos con (PET)

Botellas (PET) con relleno de tierra Eco-Tec Soluciones ambientales ha desarrollado un aula escolar en Honduras o la casa ecológica construida en Honduras con 8.000 botellas PET llenas con 12 m<sup>3</sup> 1 de tierra de la zona. En Colombia, la empresa ha construido un muro de cerramiento en el Parque Rio Cauca, en Cali y kioscos en Usme y Yopal.

Figura 17: construcción de una vivienda con botellas recicladas sin procesar



Imagen recuperada de: <http://www.Casa en Tegucigalpa Honduras> fabricada a base de botellas de PET.

Con esta imagen se pretende mostrar cómo se están fabricando modelos de vivienda con el material PET en su diferente estado ya sea procesado o sin procesar, a su vez como se implementa este elemento en el campo de la construcción.

Ecotec-Soluciones ambientales, realizó un taller teórico práctico con estudiantes de arquitectura y diseño industrial de la Pontificia Universidad Javeriana y profesionales

#### 46 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

interesados en el tema, a su vez construyeron prototipos para caracterizar el sistema constructivo presentado resultados como, Las botellas se pueden llenar de polvo de escombros, tierra o arena, donde se introduce el material dentro de la botella por medio de un embudo y se compacta cada capa hasta llenarla, la botella no debe estar sumida y al comprimirla ninguna de sus caras se debe hundir.

Figura18: Muros elaborados con botellas de bebidas gaseosas rellenas de cal-tierra



Imagen recuperada de <http://www.construye-tu-casa-con-botellas-para-el.html>

Para este tipo de proyecto se basan en tres tipos de mezcla de arena-cemento que se emplea en diferentes proporciones para unir, 1:4 para pañetes 1:6 o 1:10 esto lo determina el uso, por otra parte cal-tierra: se propone con elemento de terminación y el sistema constructivo de sujeción de las botellas rellenas se utiliza la tierra: como aglutinante entre hiladas.

En cuanto a la cimentación se propone una placa de base en concreto ciclópeo, a su vez los muros se vierten capas de mortero compuesto de una mezcla de arena-cemento y en esta se

ponen las botellas de manera horizontal hasta obtener la primera hilada, la segunda hilada se coloca en el espacio medio de las botellas de la primera hilada y las columnas se ubican en los extremos de los muros, como se muestra en la imagen. "Ruiz. Daniel, López. Cecilia, Cortes. Eliana, Froese. Andreas " (A. (2012).

Figura19: Cimentación ciclópea con botellas PET



Imagen recuperada de: Métodos y aplicaciones para cimentaciones con botellas PET.

La utilización del plástico PET en la construcción es más común cada día y a su vez en sistemas más complejos como la cimentación de viviendas esto se debe su capacidad de ocupación del espacio es alta y las botellas rellenas soportan hasta 3.2MPa

Botellas PET en el hormigón ciclópeo de los cimientos corridos para la construcción de viviendas

Esta investigación propone una alternativa tecnológica, la cual se basa en la reutilización (reciclado) de las botellas de plástico PET y de esta manera reducir costos, buscar más resistencia y calidad de las viviendas de interés social, para la elaboración de los cimientos corridos, aumentado la capacidad de soportar hasta 3,2 (MPa), esta investigación a su vez se sustenta por

#### 48 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

medio de una evaluación de obras en las cuales se emplea el hormigón ciclópeo, lo cual demostró el alto costos que representa la elaboración de una cimentación, al mismo tiempo se analizaron el uso de botellas en remplazo de algunos materiales y se determinó por medio de pruebas de laboratorio las mejoras del elemento constructivo en cuanto a la resistencia, capacidad portante y la disminución significativa de costos.” Luis. A, Fernando. M, Cerruto. A, Luis. Chambi, Freddy. P “. (A. (2011).

Figura20: Cimentación corrida con plástico PET



Imagen recuperada de: Métodos y aplicaciones para cimentaciones con botellas PET

La utilización del PET se puede emplear para la elaboración de cualquier cimentación corrida se debe tener en cuenta que el formato de las botellas sea el mismo para lograr una distribución equilibrada del esfuerzo.



Figura 21: Proceso de empleo de las botellas para la cimentación



Imagen recuperada de: Métodos y aplicaciones para cimentaciones con botellas PET.

El emplear plástico PET en las construcciones reduce significativamente algunos costos en la estructura esencialmente, no necesita de los refuerzos en hierro y se disminuye el consumo de cemento lo cual beneficia económicamente a los que utilizan este elemento.

Figura 22: cimiento muros y refuerzos



Imagen recuperada de: Métodos y aplicaciones para cimentaciones con botellas PET.

Por medio de esta se muerta la superficie irregular que se crea por el cuello y la base de las botellas lo cual genera sobre gastos a la hora de afinar estas caras o superficies

### 11.6 Nuevos materiales para la Construcción

Está investigación enfocada a la fabricación de ladrillos y placas con plásticos reciclados, este consistente en cinco ampliaciones de viviendas en sectores de población menos favorecidas, por medio de la capacitación dirigida a padres, madres y jóvenes para la producción de elementos constructivos de bajo costo elaborados con PET y con envolturas plásticas recicladas. Con esto se fomentó la cultura de ayuda mutua en la autoconstrucción de estas viviendas y a su vez crea fuentes de empleo para esta población. "Gaggino. Rosana". (A. (2001).

Figura 23: Ladrillos elaborados con PET procesado

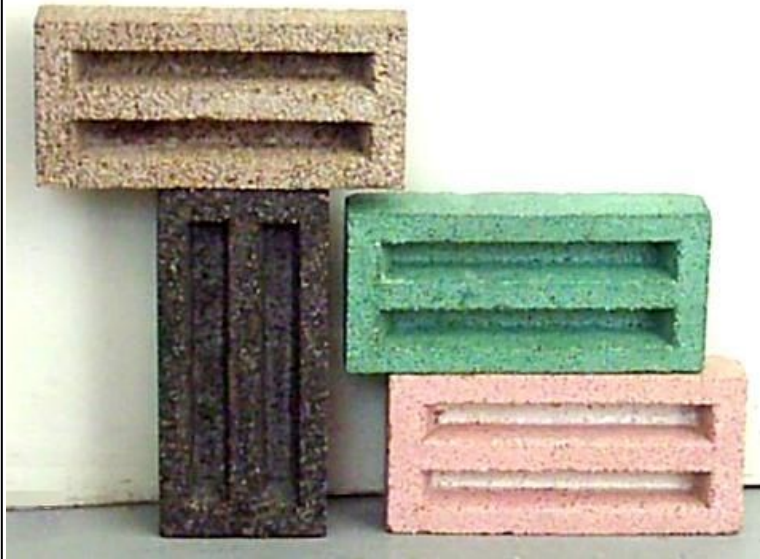


Imagen recuperada de: Proyecto generador de ladrillos en PET

Por medio de un proceso de molido y un prensado térmico se moldea el material otorgándole la forma por otra parte se le adicionan esas perforaciones para depositar allí el material aglutinante

Figura 24: Bloques prensados con plástico compactado



Imagen recuperada de: Métodos y aplicaciones para cimentaciones con botellas PET

Este es otro modelo con el cual se elabora un bloque por medio de la compactación de plástico PET no procesado obtenido un elemento constructivo irregular el cual es utilizado para la construcción de muros.

### 11.7 El PET y la Contaminación del Medio Ambiente

Por las cualidades descritas y por su bajo costo se empezó a generalizar el uso del PET a partir de la década de los ochenta en envases descartables, en sustitución de los envases de vidrio retornables; uno de los motivos por los cuales aumentó el volumen de la basura urbana considerablemente. Los movimientos ecológicos señalaron esto como un signo de alarma.

Los envases descartables no son biodegradables, y si no son destinados al reciclado, son enterrados, incinerados o se acumulan en basureros al aire libre, no reciclar el PET es tanto una fuente de contaminación, como una pérdida de materia prima. El reciclado podrá reducir la

cantidad de desechos que se disponen actualmente en los predios de enterramiento sanitarios municipales, por lo cual se disminuirían los costos que debe pagar el Estado para la disposición de los mismos, y las consecuencias ambientales no deseadas.

El acopio por separado de los residuos útiles es el primer paso básico para el reciclaje de los materiales y depende de la cultura de las poblaciones.

Cabe anotar que en los países latinoamericanos no existe aún una conciencia ecológica como en los países del primer mundo, por lo cual es muy difícil la tarea de acopiado del PET, siendo mínima la cantidad de material que llega separada a las plantas clasificadoras de residuos de las ciudades, en condiciones de relativa limpieza. "Berretta Horacio Arguello Ricardo Gatan Mriana Gaggyno Rosana". (A. (2003).

#### 11.8 Fichas Técnicas de Empresas

Por medio de la tabla a continuación se determinara las condiciones mínimas que requieren los bastidores o estructuras que se crean para la fijación de las láminas de yeso cartón y fibrocemento.

## 54 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

Figura 25: Características de los bastidores para el sistema drywall y fibrocemento

Descripción	Separación de parales (cm)	Altura límite para muros interiores y exteriores			Tipo de lámina
		Espesor	mínimo (mt)	máximo (mt)	
Paral base 4x35	61	0,4031	2,44	3,05	l,yeso3/8-1/2
Paral base 4x35	61	0,5582	2,44	3,05	l,fibrocemento1/4-5/16
Paral base 4x35	61	0,8537	2,44	2,67	l,fibrocemento1/4-5/16
Paral base 6x30	41	0,8537	2,44	3,75	l,fibrocemento1/4-5/16
Paral base 6x30	61	0,4341	2,44	3,05	l,yeso3/8-1/2
Paral base 6x35	41	0,4341	2,44	4,25	l,yeso3/8-1/2-5/8
Paral base 6x35	61	0,5582	2,44	3,05	l,fibrocemento1/4-5/16-3/8
Paral base 6x35	41	0,5582	2,44	3,85	l,fibrocemento1/4-5/16-3/8
Paral base 6x35	61	0,8537	2,44	4,25	l,fibrocemento5/16-3/8
Paral base 9x(31-36)	41	0,8537	2,44	5,25	l,fibrocemento5/16-3/8
Paral base 9x(31-36)	61	0,4341	2,44	3,75	l,yeso3/8-1/2-5/8
Paral base 9x41	41	0,4341	2,44	6,45	l,yeso3/8-1/2-5/8
Paral base 9x41	61	0,5582	2,44	4,05	l,fibrocemento5/16-3/8
Paral base 9x41	41	0,5582	2,44	5,05	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2
Paral base 9x41	21	0,5582	2,44	6,45	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2
Paral base 9x41	61	0,8537	2,44	4,05	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2
Paral base 9x41	41	0,8537	2,44	5,05	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2-9/16-5/8
Paral base 9x41	21	0,8537	2,44	6,45	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2-9/16-5/8
Paral base 9x41	61	1,1545	2,44	4,05	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2
Paral base 9x41	41	1,1545	2,44	5,05	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2-9/16-5/8
Paral base 9x41	21	1,1545	2,44	6,45	l,fibrocemento5/16-3/8-1/2-9/16-5/8-13/16

Imagen recuperada de: <http://www.acerfo.com>

Gracias a las anteriores características se puede determinar las dimensiones que debería tener el panel de la propuesta acogiéndose a las medidas estándar que se manejan para las láminas de yeso cartón y fibrocemento ya que presenta semejanzas con el panel reforzado propuesto en esta investigación.

Con el mismo propósito también se analiza la normativa que rige a las láminas de yeso cartón en la cual se presenta las condiciones o requerimientos mínimos que esta debe cumplir para hacer parte del sistema constructivo y para ello se hace referencia a las tablas o fichas técnicas de la compañía TOPTEC.

Figura 26: Ficha técnica lámina de yeso TOPTEC st ½

Propiedad	Norma	Unidad	Valor
resistencia a flexión perpendicular a la longitud de la placa		N	Min476
resistencia a flexión paralela a la longitud de la placa		N	Min160
resistencia a la extracción del clavo		N	Min343
dureza del núcleo, extremos y bordes	ASTM C1396 método B	N	Min49
Longitud		cm	224 ± 6mm (N)366 ± 6mm
Ancho		cm	112-3mm
Espesor		cm	12,7 ± 0,4mm
(M) Peso		Kg (Kg/m2)	22,5 ± 0,3 kg 7,55 ± 0,1 kg/m2
fecha elaboración 01-06-2011	fecha revisión 2013-06-15		FP25d4

Imagen recuperada de manual fichas técnicas TOPTEC

Lo que se busca al mostrar esta tabla es poder asemejar con el elemento propuesto a base de PET y cemento Portland los valores que presenta las láminas de fibrocemento.

## 56 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no rstructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

Figura 27: Ficha técnica lámina de yeso RH TOPTEC ½ “resistente a humedad

Propiedad	Norma	Unidad	Valor
resistencia a flexión perpendicular a la longitud de la placa		N	Min476
resistencia a flexión paralela a la longitud de la placa		N	Min160
resistencia a la extracción del clavo		N	Min343
absorción de agua	ASTM C1396 método B	%	Max 5% en 2 horas
absorción superficial del papel		Kg (Kg/m <sup>2</sup> )	Max 1,6 g en 2 horas
Longitud		cm	224 ± 6mm
Ancho		cm	112-3mm
Espesor		cm	12,7 ± 0,4mm
(M) Peso		Kg (Kg/m <sup>2</sup> )	24 ± 0,5 kg 8,06 ± 0,2 kg/m <sup>2</sup>
fecha elaboración 30-03-2010	fecha revisión 2013-08-21		FP33D3

Imagen recuperada de manual fichas técnicas TOPTEC

Lo que se busca con esta figura es poder comparar la capacidad de absorción del material y el elemento propuesto contra las especificaciones que muestra la tabla.



Figura 28: Ficha técnica placas de fibrocemento 20mm

Propiedad	Propiedades		Unidad	Unidad
	Norma			
Longitud y ancho	NTC 4374		m	1,22x2,44 (+-5m)
Espesor	NTC 4374		Mm	20+-0,5mm
	Propiedades Mecanicas			
modulo de ruptura a flexión en húmedo longitudinal	NTC 4374		N/mm2	11.-6
transversal	ASTMC-1185			
modulo de ruptura a flexión en seco longitudinal	NTC 4374		N/mm2	15,5-9
transversal	ASTMC-1185			
modulo de elasticidad a flexión en seco longitudinal		ASTMC-1185	N/mm2	635-514
transversal				
modulo de elasticidad a flexión en húmedo longitudinal		ASTMC-1185	N/mm2	490-440
transversal				
resistencia al esfuerzo cortante por punzonamiento		ASTM D-732	N/mm2	17
resistencia a la tracción del tornillo		ASTM D-1037	N	1600
	Propiedades fisicas			
contenido de humedad		ASTMC-1185	%	8
densidad		ASTMC-1185	g/cm3	1,25
absorción		ASTMC-1185	%	33
conductividad térmica		ASTMC-177	w/(m-k)	0,289
cambio de dimensiones placa sin fijar secada al horno 100°C-24 horas. sumergida en agua 24 horas.			mm/m	1,6+2,22
Ambiente -seco horno				
Saturado -seco horno				
no propaga la llama				

Imagen recuperada de manual fichas técnicas TOPTEC.

El principal objetivo de presentar esta ficha es lograr proponer un espesor apto para el elemento propuesto en este proyecto y así poder determinar las dimensiones de los moldes en su espesor asemejado las que proponen los fabricantes de las especificaciones anteriores regidas por las normas ASTM .

## **12. Referentes**

### **12.1 Ferrocemento**

El dr.ing.hugo wainshtok elaboro un material para la construcción, en el que el número de mallas de alambre de acero están distribuidas a través de la sección del elemento. Utilizando un mortero rico en cemento logrando un mejor comportamiento en cuanto a la resistencia y la obtención de cualquier forma o piezas. El elemento principal de este material, es el refuerzo que se propone como alma mejorando, la cual mejora las propiedades físicas y mecánicas del elemento.

#### **12.1.1. Características Técnicas**

La resistencia del ferrocemento se debe a que su alma está compuesta por varias capas de mallas de acero, en cuanto a la resistencia mecánica, dependiente directamente de la envergadura del alma o refuerzo, posee alta resistencia a la tracción superando al hormigón, mantenido la elasticidad.

### **12.2 Tipos de refuerzo**

En el ferro cemento se utilizan dos clases de refuerzos, armaduras difusas construidas por telas de mallas de alambres pequeños, y poco espacio entre si y armaduras discretas construidas con alambres o barras de acero de diámetro pequeño.

El refuerzo cumple la función de soportar el mortero sin fraguar, y absorber los esfuerzos de tracción que se somete el elemento, y de las dimensiones de la malla como refuerzo dependerá su conducta frente al agrietamiento, estos refuerzo de alambres tejidos, trenzados o soldados son maleables o flexibles dando la capacidad de adquirir cualquier forma

### 12.3 Tipos de Telas o Malla de Refuerzo

Tipo de malla hexagonal, esta es conocida como malla de gallinero y se considera como la más barata y fácil de manejar y su disponibilidad es a nivel mundial está conformada por alambres galvanizados.

Figura 29: malla galvanizada hexagonal

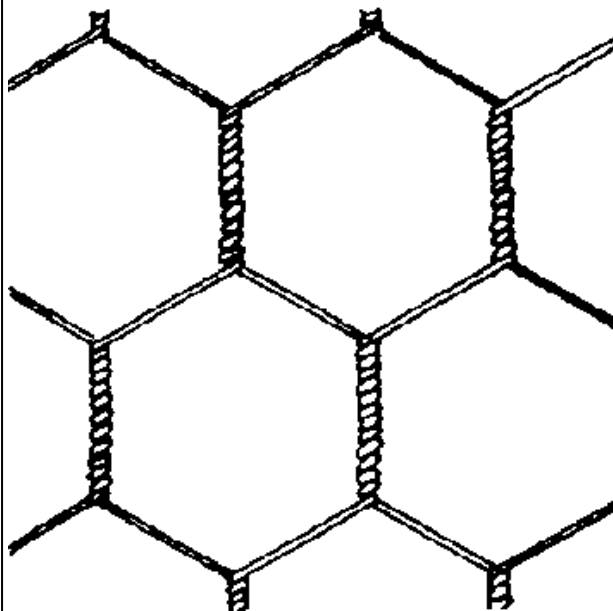


Imagen recuperada de: <http://spanish.wiremeshfansa.com>

Este tipo de malla se está proponiendo como refuerzo en los pañetes de algunos muros para lograr una sostener la mezcla mientras empieza a efectuarse su proceso químico de secado

Tipo de malla tejida, está conformada por el entrelazado de alambres formando un rombo se puede afirmar que es resistente, práctica y de fácil instalación, se utiliza en los sistemas de fortificación, cubriendo con facilidad las superficies rocosas expuestas conteniendo posibles

desprendimientos lo anterior ratifica que como elemento de refuerzo se puede utilizar en el elemento laminar que se propone en esta investigación.

Figura 30: Malla tejida

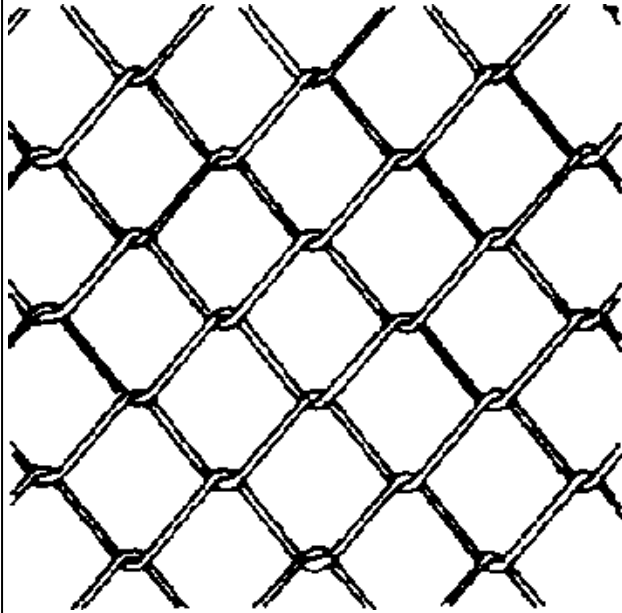


Imagen recuperada de: <http://www.ivs.cl>

Este sistema de malla por su alta resistencia a las cargas laterales es una buena opción para tomarla como referente para la elaboración de la malla fabricada con base de fibras recuperadas de las botellas PET.

Tipo de malla soldada, está formando por alambres rectilíneos dispuesta de manera ortogonal formando una malla cuadrada o rectangular soldadas entre sí en los puntos de contacto y

presenta como ventaja su manipulación los elementos planos y su desventaja en la manipulación de elementos curvos.

Figura 31: malla Electrosoldada

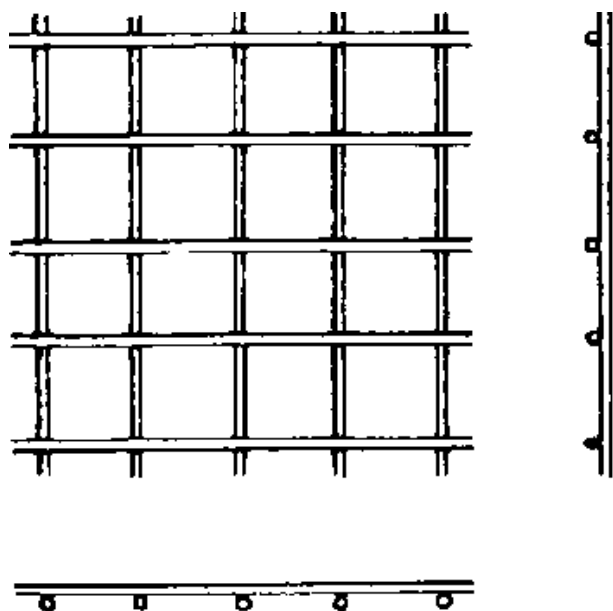


Imagen recuperada de: <http://www.ivs.cl>

Las propiedades del ferrocemento se derivan de la cantidad de refuerzos adquiridos por las telas de malla de alambre y su distribución en el elemento, entre estas propiedades encontramos la elasticidad y resistencia al agrietamiento considerándolo como un material homogéneo el cual está predispuesto a tolerar esfuerzos.

Estos tipos de refuerzo se tomaran como ejemplo para la elaboración de la malla con botellas recicladas que se propone como alma para el panel a base de PET y cemento portland, que se

desarrolla por medio de esta investigación, estas se deben someter a esfuerzo mecánicos para establecer el valor agregado que obtendrá en cuanto resistencia en el panel .

#### 12.4. Empresas Fabricantes de Paneles Compuesto por PET

##### Megaplastic heatmx

Líneas de producción de paneles a partir de plásticos mezclados y sucios sin tratamiento previo, la empresa mexicana HEATmx trabaja muy exitosamente en desarrollo de maquinarias para procesar plásticos de RSU, scrap industrial y aquellos que no tienen identificación, en paneles de hasta 2.50 x 1.20 mt y hasta 8-10 cm de espesor.

Los paneles resultantes pueden maquinarse con procesos de carpintería y dar cualquier tipo de forma imaginable. Incluso tratándose de paneles son materiales aptos para la construcción como ser separadores, paneles para cartelería y publicidad, etc. hasta la producción de viviendas económicas hechas íntegramente de estos materiales.

Por ser 100% plásticos los paneles - como todos los demás productos resultantes - no se oxidan, no se pudren, no son atacados por agentes bacteriológicos, son aislantes eléctricos, etc. y puede darse la terminación cualquier superficial que sea requerido.

El sistema es sencillo y basado en procesos electromecánicos, de fácil operación y de sencillo mantenimiento porque gracias a sus propiedades físicas este panel es totalmente lizo y por ende repele cualquier tipo de suciedad y agentes bacteriológicos que amenacen con la salubridad de donde se esté empleando.

Figura32: Proceso de fabricación del panel MEGAPLASTIC

Vaciado de material reciclado en plancha o molde metálico para formar lo



El material es termofundido por la compactación de las partículas



Posteriormente es sometido a compresión por medio de prensas hidráulicas en el mismo molde



Después se realiza un desmolde de la pieza obteniendo como producto la lamina



Imágenes recuperada de: Magaplastic Industrias <http://www.megaplastic.com>

Este es un proceso por medio del cual se elaboran paneles de forma industrializada y la utilización de maquinaria sofisticada que por consiguiente eleva los costos, por otra parte el proyecto pretende desarrollar un elemento de auto construcción con materiales como el plástico PET que es el mismo producto que utiliza esta empresa.

## PANELES T-PLAK

Fabricación de material de construcción y muebles a partir de cartones para bebidas usados.

La planchas de T-Plak., son fabricadas a base de residuos industriales no contaminados y sometidos a proceso térmico, están compuestos por aluminio, cartón y polietileno no teniendo ningún agente fenolico ni químico en su composición. El material es sometido a temperatura de 170° centígrados y a una presión de 6kg. Por centímetro cuadrado.

- Densidad: de 0,97, equivalente al quebracho blanco.
- Proceso de fabricación: es totalmente ecológico, no contaminándose el aire, el suelo o el agua.
- Totalmente térmico: resiste una temperatura de 135 ° sobre 0 a 58° bajo =.
- Acústico: filtra hasta un 69% de ruidos.
- Resistente a la humedad: porcentaje de penetración de agua en sus laterales: 1% en sus capas superiores e inferior 0%.
- Presentación: de 10, 13, 16 y 19 mm de espesor.
- Medidas: 1,20 m de ancho por 2,30 m de largo. 100% de superficie aprovechable.
- Solidez: resiste impactos de todo tipo de material.
- Ignífugo: no genera llama, solo brasa a un muy bajo porcentaje.

[http://www.agendajoven.org.ar/5\\_mercadovirtual/procesotplak.htm](http://www.agendajoven.org.ar/5_mercadovirtual/procesotplak.htm)



Figura 33: Proceso de fabricación PANEL T- PLACK



Imagen recuperada de: T- Plack Industrial

[http://www.agendajoven.org.ar/5\\_mercadovirtual/procesotplak.htm](http://www.agendajoven.org.ar/5_mercadovirtual/procesotplak.htm)

Lo que se busca tener en cuenta con el proceso muestra por medio de la imagen anterior es el mismo que se propone utilizar en la producción del elemento que se desarrolla por medio de esta investigación donde se selecciona el material PET se reprocesa por medio de una molienda del material recuperado que posteriormente se le añade un aglutinante para ser moldeado y obtener un elemento laminar.

## 66 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

Centro Experimental de la Vivienda Económica- Argentina, Es un centro que realiza investigación, desarrollo tecnológico, transferencia y capacitación en el campo habitacional desde 1967, Su sede está en la ciudad de Córdoba, Argentina, desde donde realiza actividades en distintas partes del país y Latinoamérica, propone elaborar un panel ecológico fabricados a base de materiales o fibras recicladas.

Figura 34: Poster Proceso de fabricación panel ecológico



Imagen recuperada de:  
<http://www.ceve.org.ar>



Imagen recuperada de:  
<http://www.ceve.org.ar>



Imagen recuperada de:  
<http://www.ceve.org.ar>



Imagen recuperada de:  
<http://www.ceve.org.ar>

Por medio de las imagenes se evidencia el proseso de izage de los moldes para la posterior fundimiento de los elemntos laminares elaborados con material reciclado denominado PET.

Este prototipo de panel es moldeado con un sistema de laminas las cuales forman una linea de junta, es decir dos laminas que conforman un elemento el cual al ser desencofrado da como resultado un panel de un formato en especifico segun lo requiera la modulacion empleada por por los investigadores mencionados con anterioridad, el panel es fundido con un concreto de baja resistencia con un agregado de fibras de plastico, y esta mezcla es vertida en el molde.

Figura 35: Fundida de manera vertical



Imagen recuperado de: Muros ecológico en Argentina

Este proyecto propone la fundición de los elementos en el sitio muestra que el proyecto que desarrolla esta investigación son previamente fundidos y posteriormente llevado a sitio para su ensamblaje.

### 12.5. Estructura auto portante

Con los estragos causados de después de la segunda guerra mundial nace la idea de usar nuevos sistemas de construcción que permita la renovación de la vivienda rápidamente en cuanto a tiempos y para ello se proponen elementos de hormigón que resuelvan tanto la parte estructura como de cerramientos internos y externos denominándose estructura auto portante o paneles auto portantes.

Entre estos podemos hallar un tipo de panel conocido como paneles compuestos el cual consta de dos elementos laminares separados por un elemento que cumple con la función de bastidor o estructura, para el izaje del elemento o ensamble

Figura 36: Panel auto portante

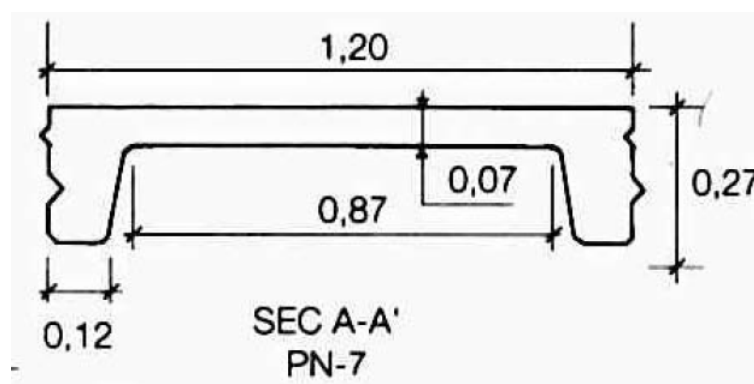


Imagen recuperado de: Master en Tecnicas y sistemas en edificación

Gracias a esta imagen se puede indagar sobre como se puede añadir el elemento autoportante que se le agrega a elemento laminar que se propone por medio de esta investigación con el fin de eliminar la implementación de bastidores en otros materiales

#### 12.5.1 Sistemas de juntas para paneles portantes

Este tipo de panel presenta una junta simple que debe responder a los siguientes requerimientos mimetizar las tolerancias que se generan por las dimensiones de un panel al otro, permitir el movimiento de un elemento al otro y permitir el remplazo de paneles deteriorados.

#### 12.5.2 Tipo de junta

Se presentan varios tipos de juntas pero la que mas se acopla al proyecto es el tipo junta abierta el cual permite una separación entre los paneles, para el proyecto que propone esta investigación la junta es posteriormente mimetizada por medio de un rezane o dilatación con la mezcla de cemento portland y agua o tapada con el material de acabado que se le proponga dar al elemento laminar.

Figura 37: Tipo de Junta Abierta

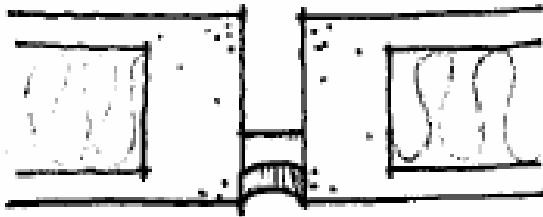


Imagen recuperado de: Master en Tecnicas y sistemas en edificación

Por medio de esta imagen se induce acomo sobre como el proyecto pretende solucionar el tipo de junta que presenta el elemento laminar que a qui se propone teniendo en cuenta que esta fabricado a base de cemento portland y PET reciclado .

## 12.6 Coordinación Modular

Se entiende como objetivo primordial la normalización de las series de dimensiones que deben tener los diferentes elementos constructivos y las construcciones en los que han de ser ensamblados con el fin de facilitar su concepción, fabricación y puesta en obra.

### 12.6.1. Clases de Coordinación Modular

La coordinación dimensional relaciona las medidas de los componentes de la construcción, con un procedimiento de diseño constructivo que simplifica y coordina las dimensiones de los edificios a los que serán incorporados. Además de coordinar las dimensiones por medio del “Módulo”, racionaliza y simplifica la fabricación y el montaje.

La medida modular es igual a un múltiplo entero del módulo. Son normas de concepción dimensional, que dan la posibilidad de intercambiar los elementos constructivos, brindando flexibilidad y poniendo el desarrollo de una competencia de plena participación.

Arias S Ángela G Malo A Daniel E (A. (2013).

#### 12.6.1. Objetivos de la Coordinación Modular

1. analizar las dimensiones del componente. En este caso las longitudes de la fibra que se recuperada de la botella PET.
2. Obtener la máxima economía en la producción de componentes de manera que utilice en su totalidad durante el proceso de corte.
3. Reducir la elaboración de diferentes elementos con diferentes dimensiones.

Figura 38: Diseño de modulación

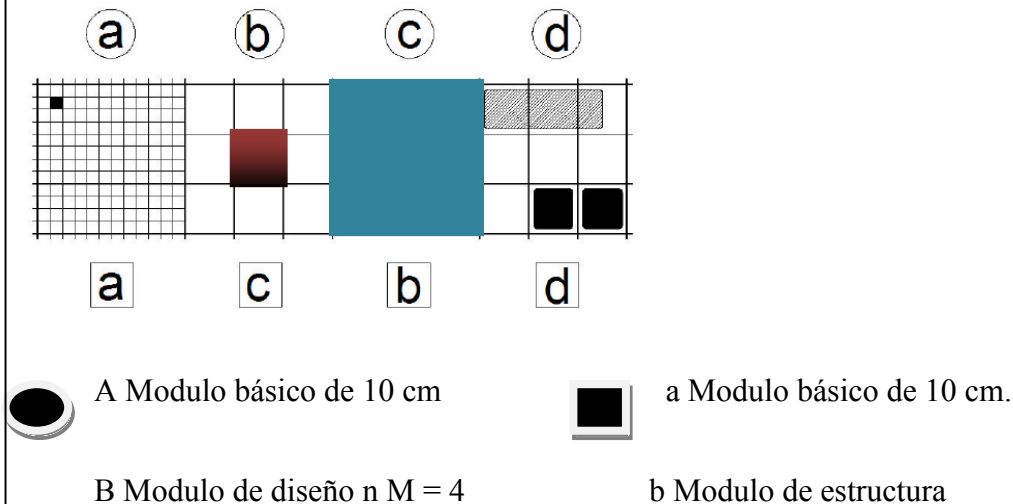


Imagen recuperada de: articulo procesos constructivos universidad la plata

Gracias a esta imagen se desarrolla el proceso matemático para logra la modulación que se define por la longitud de las tiras recuperadas del reciclaje de las botellas.

### 12.6.3 Modulación Básica

Módulo fundamental utilizado en la coordinación modular, cuya medida es seleccionada para ser aplicada en forma genérica en los componentes del elemento laminar que propone la investigación y sea congruente con las medidas entandar de una vivienda para poder implementar el elemento.



Figura39: Proyección de sub modulación

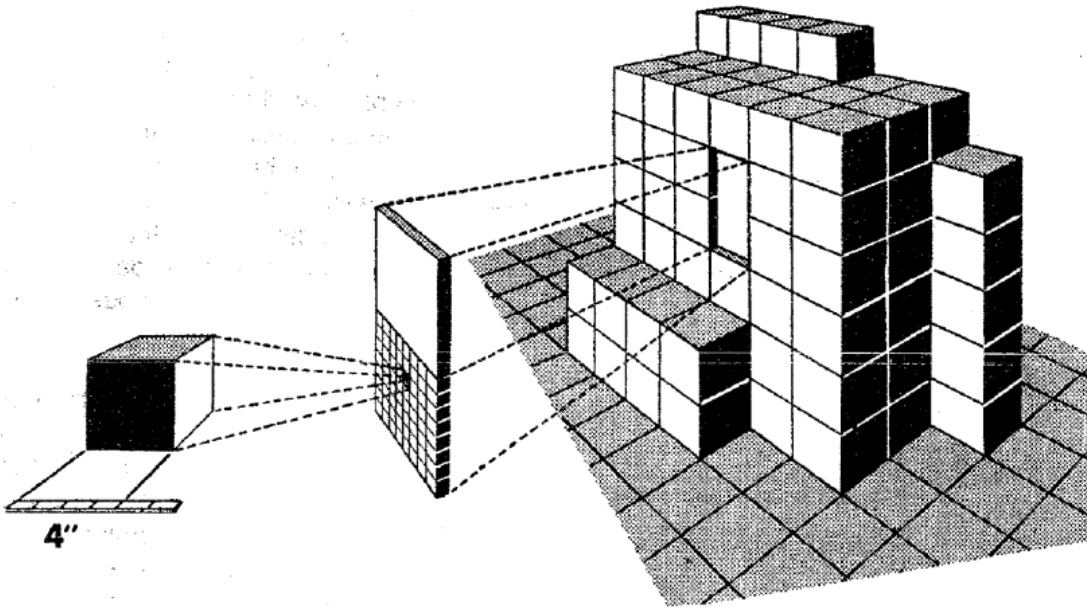


Imagen recuperada de: artículo procesos constructivos universidad la plata

Por medio de esta imagen se analiza e identifica como se descomponen en sus sub módulos el elemento del más pequeño hasta el más grande congruente con sus medias.

#### 12.6.4 Multimódulo

Módulo cuya medida es un múltiplo completo del módulo básico. En este caso debe realizarse una operación matemática para hallar el mínimo común divisor y el mínimo común múltiplo y de esta manera obtener el sub módulo expresado en M.



Figura 41: Modulaci3n de estructura

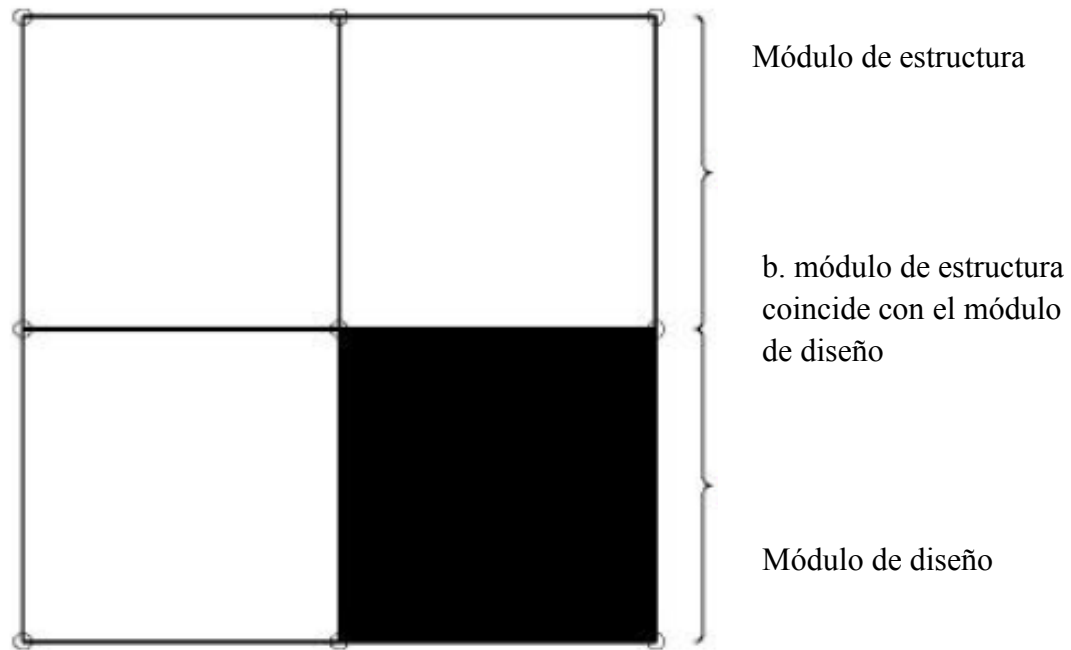


Imagen recuperada de: articulo procesos constructivos universidad la plata

Al establecer una modulaci3n tambi3n se debe tener en cuenta el bastidor o estructura que se encarga de soportar el elemento para que esta sea congruente al momento del izaje y anclaje del elemento al bastidor.

Figura 42: Dirección del bastidor y el elemento

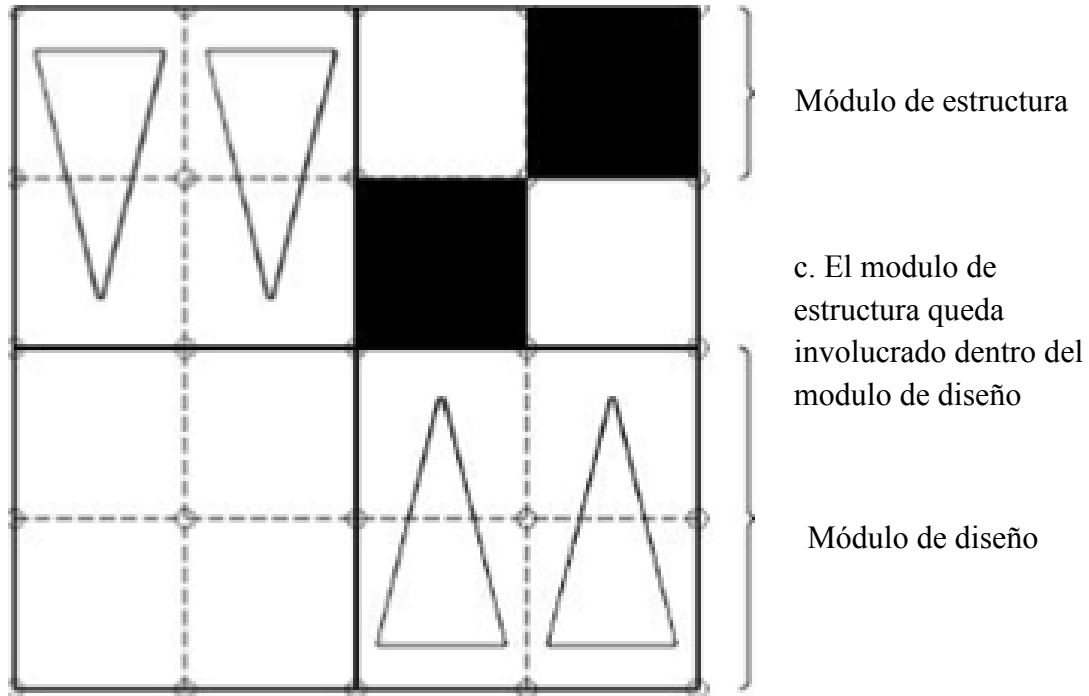


Imagen recuperada de: artículo procesos constructivos universidad la plata

Toda estructura y elemento poseen una dirección de donde se debe iniciar su izaje ya que esto tiene como consecuencia que las piezas encajen en un determinado orden para que los elementos tanto el bastidor y la pieza funcione monolíticamente.

#### 12.6.5 Propuesta de Modulación para el Panel

Con la información analizada anteriormente, se realiza un ejercicio de modulación q posteriormente es corregido por el docente guía, donde se obtuvo el siguiente resultado.

Se realizó un corte helicoidal del contorno del envase, obteniendo un fibra de 1cm de ancho por una longitud de 2.60 metros, con la cual se fabricará el elemento que reforzará el panel

propuesto, de la anterior longitud mencionada, se segmenta en 2 longitudes, una de 2 metros y la otra de 0.60 metros, a los cuales se realiza una operación matemática de en la cual se busca hallar el máximo común divisor y el mínimo común múltiplo entre estas dos longitudes para obtener el modulo base, el cual en este caso será de .20 metros x .20 metros, este módulo se multiplicará 10 veces en forma vertical para obtener una longitud de 2,00 metros y a su vez se multiplicara 3 veces en sentido horizontal para obtener una longitud de .60, de esta manera, así será consecuente con la longitud de la fibra.

En conclusión el proceso desarrollado anteriormente, sustenta la modulación propuesta para el prototipo de prototipo de panel a base de PET y mortero

Figura 43: proceso para obtención de fibras al reciclar las botellas



Imagen: Fotografías por los integrantes

Lo que pretende la imagen es mostrar el proceso de corte en sentido vertical al que se somete la botella para recuperar la fibras con las que posterior mente se elaboran las mallas de refuerzo.

Figura44: fibra obtenida del reciclaje de la botella o plástico PET



Imagen: Fotografías por los integrantes

Después del proceso de corte, la fibra obtenida tiene una longitud de 2.60mt y gracias a esta medida se propone la modulación pertinente para dar el mejor aprovechamiento de la fibra que al tejer será el refuerzo en forma de malla.

Figura 45: Modulación propuesta para el elemento

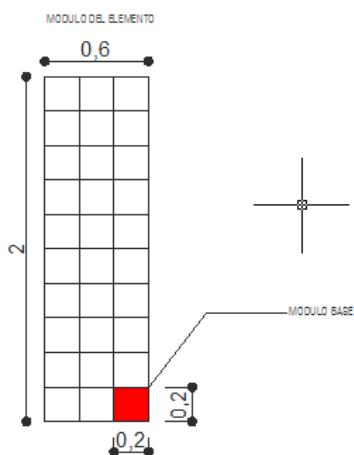


Imagen: Diseño realizado con DWG por los Integrantes

Después de haber indagado sobre la modulación del elemento a desarrollar por medio de esta investigación se obtuvo que el modulo base es .20x .20 mt y el elemento se compone por las siguiente dimensiones .60 mt a lo ancho y 2mt a lo alto como lo indica la imagen anterior.

Pará la obtención de estas fibras, se ha fabricado una herramienta de carácter artesanal, el cual posee una hoja de corte y una base con una hendidura para realizar el corte y poder extraer la fibra de los envases de bebidas gaseosas.

Figura 46: Herramienta de corte de las botellas o plástico PET



Imagen: Fotografías por los integrantes

Esta imagen muestra la forma de emplear la máquina de corte de las botellas PET y los elementos que la componen, a su vez el sentido de corte que debe tener las botellas plásticas.

### 12.7. Morteros

El mortero se define como una mezcla homogénea de un material aglutinante (cemento), un material de relleno (áridos) y agua, cuando los áridos son reemplazados por grabas o materiales pétreos se denomina hormigón.

Por otra parte este proyecto propone reemplazar los áridos por PET, recuperado del reciclaje de botellas de bebidas gaseosas, este material ha pasado por un proceso de peletizado, del cual se obtiene un material que presenta características áridas como elemento de relleno.

Con el mismo propósito el mortero presenta unos usos dependiendo de su tipología para este proyecto se pretende utilizar los morteros tipo M, S, N.

El mortero tipo M: es un mortero de alta resistencia, es recomendado para mampostería reforzada o sin refuerzo, este puede ser sometido a grandes cargas de compresión, además que tenga la capacidad a altas cargas laterales como empuje por tierra, vientos fuertes y temblores, por otra parte su dosificación se dispone de la siguiente forma uno a uno con la mínima relación agua mortero para obtener una alta resistencia a la compresión.

El mortero tipo S: es un mortero que alcanza la más alta característica de adherencia que los morteros pueden alcanzar, a su vez se usa para las estructuras sometidas a cargas de compresión normales, pero que requieran a la vez de una alta característica de adherencia.

El mortero tipo S: se considera como la mejor combinación de resistencia, manejabilidad y economía con el que se puede obtener un alcánzame de 125 kg/cm<sup>2</sup> (1800 PSI) de resistencia A la compresión, algunas de las características que tiene a favor es la buena la plasticidad del mortero la poca la retención de agua y su buena adherencia.



Figuras47: Tipos de morteros y usos

Mortero	Usos
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones
1:2	para impermeabilizaciones y pañetes de tanques subterráneos, rellenos
1:3	impermeabilizaciones menores, pisos

Imagen recuperada de: usos del mortero y el concreto

Gracias a la anterior grafica se decide los 3 tipos de mezclas posibles para elaborar las muestras que posterior mente fueron llevadas al laboratorio para analizar cual presenta la mejor resistencia.

Resistencia segun la dosificacion, segun la NSR10 los morteros en Colombia se deben dosificar y producirse para asegurar una resistencia suficientemente alta evidenciados en la siguiente tabla

Figura 48: Resistencias de los tipos de morteros

Mortero tipo	R´m(Mpa)
M	17,5
S	12,5
N	7,5

1 Mpa = 10 kg/cm<sup>2</sup>

Imagen 46 recuperada de: usos y tipos de morteros

Resistencia que se propone alcanzar con las muestras elaboradas con base de cemento portland y PET, que fueron fallados en el laboratorio segun el protocolo de pruebas para morteros

## 82 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

Lo anterior se realiza por medio del fallo de cubos de dimensiones de 5x5x5 cm medidas establecidas en los protocolos para morteros.

Figura 49: relación entre agua y cemento resistencia a compresión

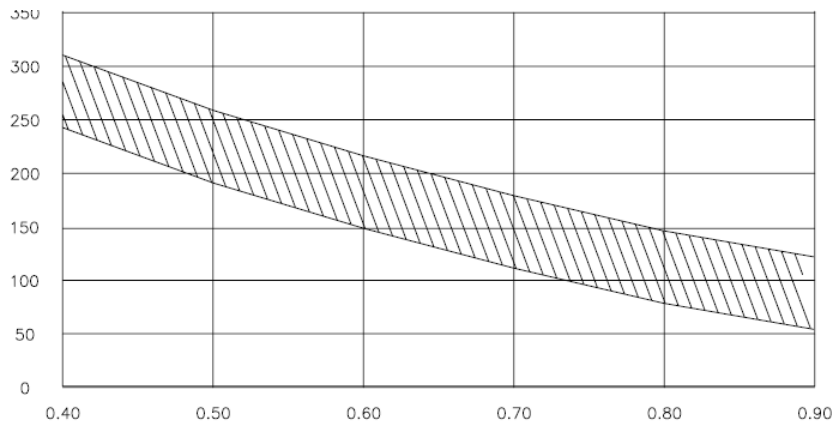


Imagen recuperada de: tipos y usos del mortero y concreto

Gracias a estas imágenes se pudo calcular cuál era la relación entre el cemento y el agua que se propone para el material a desarrollar en esta investigación en la búsqueda de la mejor combinación para alcanzar la máxima resistencia.

### 13. Desarrollo del Elemento Propuesto

#### 13.1 Protocolo de proceso de mezcla mecánica

Para la elaboración de estos tipos de mezcla se debe tener los siguientes procedimientos que son establecidos en los protocolos de pruebas de morteros se debe aclarar que se toma esto como referente ya que son los más parecidos, y que se acopla a lo que busca identificar en el desarrollo de esta investigación ya que como es un nuevo material no hay vestigios de que en Colombia lo hayan trabajado y se tengas pruebas establecías, para ello se necesita los siguientes elementos batidora de dos velocidades con sus respectiva palas para mezcla.

#### 13.2 Diseños de Mezclas del Material PET y Cemento Portland

Se realizó un análisis el diseño de mezcla que se utilizó el método RARH diseñado por el ing. Roberto Rosario en el taller de diseño e inspección de mezclas de concreto en la Universidad nacional experimental “Francisco de Miranda “área tecnología programa ingeniería civil departamento de estructura U.C materiales de construcción en Caracas Venezuela.

El PET utilizado para la anterior investigación fue donado por una compañía que se encarga de triturarlo por un proceso industrializado, y se exporta a China para que sirva de materia prima en la confección de textiles a base de Poliéster. El tamaño aproximado de las piezas irregulares que se obtienen es de  $\frac{1}{4}''$  a  $\frac{1}{2}''$ , y no se realizó una granulometría del mismo.

Se elaboraron veintiún (21) probetas por cada uno de los diseños de mezcla calculados, dichas probetas fueron utilizadas para realizar los diferentes ensayos.

En la tabla se presentan las cantidades de cada uno de los componentes de las mezclas.

## 84 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no rstructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

Figura 50: Componentes de las Mezclas

	Mezcla				
	A	B	C	D	E
PET (Kg)	2,017	2,56	0,00	0,00	1,700
Cemento (Kg)	7,645	6,240	6,390	3,750	6,420
Arena (Kg)	44,013	16,670	35,200	17,750	35,030
Piedra (Kg)	0,000	19,620	0,000	17,750	0,000
Agua (Kg)	5,275	4,710	4,700	4,300	4,730

Imagen recuperada de: estudios de morteros y concretos

Gracias a esta tabla se indaga sobre las dosificaciones que se pueden manejar de los materiales para la elaboración del elemento que se propone a desarrollar en esta investigación.

"Alesmar. Luis "(A. (2008). Diseños de Mezcla de Tereftalato de Polietileno.

Por lo tanto se procede a crear las siguientes tipologías de mezcla que posterior mente será fallada en el laboratorio y se escogerá la que mejor características físicas y mecánicas presente con la opción de mejorar.

Mezcla A: 125 gramos cemento, 125 gramos PET, 73 gramos agua, la cual equivale 1 a 1.

Mezcla B: 125 gramos cemento, 125 gramos PET, 125 gramos PET. 73 gramos agua, la cual equivale 1 a 2.

Mezcla C: 125 gramos cemento, 125 PET gramos, 500 gramos PET ,73 gramos agua, la cual equivale 1 a 3.

### 13.3 Proceso de Elaboración de Muestras de Laboratorio

Figura 51: Muestras elaboradas para fallo en laboratorio



Imagen: tomada por los integrantes

La imagen muestra los primeros prototipos de muestra que se llevaron al laboratorio con el fin de comprobar las resistencia mecánicas que el material soporta y si son semejantes a las de los referentes y cumple con las normas ASTM

Corresponde a este trabajo experimental, la tarea de elaborar, ensayar y analizar mezclas de (PET) y Mortero. Los diseños de mezcla realizados, se basaron en factores determinantes como fácil corte, anclaje, facilidad de manejo, ligereza, transporte ya que la dosificación afecta directamente cada uno de estos factores, buscando lograr una mezcla óptima, que sirva para la elaboración del panel propuesto como solución de un elemento constructivo de las viviendas de autoconstrucción.

Para ello se estableció una metodología basada en una investigación teórico práctica que ayuda a determinar de manera preliminar el posible comportamiento del plástico proveniente de las botellas de gaseosas al utilizar lo como agregado en una mezcla, Se utilizaron tres diseños de

mezclas en donde se sustituyó los áridos por PET aglutinado en dos de las tres muestras y se agregó aserrín de PET como aligerante en las siguientes dosificaciones.

#### 13.4 Sucesos Parciales

La dosificación 1 a 1 se detectó que el porcentaje de cemento portland es demasiado, ya que este predispone que el elemento presenta capilaridad o porosidades manifestándose en sus características físicas, la absorción de agua es mediana y su peso es de 145 gms en las dimensiones de ,01 x ,01 x ,01.

La dosificación 1 a 2 la cual está conformada por cemento portland y plástico molido presento una baja resistencia referente al aglutinamiento, ya que presunto una textura muy porosa mostrando desmoronamiento del elemento de muestra de dimensiones de ,01 x ,01 x ,01.y su peso es de 140 gms.

La dosificación de 1 a 3 donde su composición está conformada por 1 de cemento portland 1 de PET molido y 2 de PET tipo aserrín, muestran una buena cohesión en la mezcla y mostrando una textura más liza en su acabado y reduciendo el porcentaje de cemento y a su vez disminuyendo la alta capilaridad del elemento.

Figura 52: Tipo de batidora que se utiliza para la mezcla de los materiales



Imagen: tomada por los integrantes

Esta debe cumplir con unas especificaciones para que el protocolo se cumpla y se repita de igual manera para la elaboración de las demás muestras.

El proceso a seguir debe ser el siguiente, se vierte el cemento en el recipiente de la batidora y se agrega el agua a medida que esté completamente mezclado se va adicionado el agregado que este caso el plástico PET ya procesado y de esta manera se cumple con los planteado en el protocolo de morteros tomado como referente.

Figura 53: vaciado de componente cemento y agua para elaboración de mezcla



Imagen: tomada por los integrantes



Imagen: tomada por los integrantes

Al realizar el proceso de vaciado del cemento portland y el agua se procede a batir la mezcla durante 30 segundos en velocidad baja para que el cemento reaccione químicamente en su punto máximo.

Figura 54: vaciado del material PET a la mezcla



Imagen: tomada por los integrantes



Se adiciona el PET y pone la velocidad alta durante otros 30 segundos para completar el proceso químico.

Durante los próximos 15 segundos se remueve el material pegado a las paredes del recipiente dejando que el cemento complete su ciclo químico.

Figura 55: Finalización del ciclo químico de procesos de mezclado



Imagen: tomada por los integrantes



Imagen: tomada por los integrantes

Los siguientes 75 segundos se procede a tapa el recipiente para que el material no pierda humedad por evaporación del agua que es un proceso que se presenta a causa de la reacción química del cemento.

### 13.5. Proceso de elaboración de las muestras de proyecto

Para la elaboración de las muestras es necesario tener herramientas de mano, de tal manera que la elaboración sea muy fácil y su entendimiento sea lo más sencillo posible, implícito a la elaboración de la muestra los materiales deben de estar completos para tener una numeración en los pasos de fabricación de este mismo.

Figura 56: proceso de compactación de la mezcla



Imagen: tomada por los integrantes



Imagen: tomada por los integrantes

Según el protocolo de morteros la mezcla deber ser llenado hasta la mitad y compactado por medio de 34 golpes en sentido continuo y enfrentado, posterior mente se debe proceder a llenar el restante de molde y se procede a compactar de la forma mencionada anteriormente.

Por consiguiente el tipo de dosificación de mezcla se realizó en cantidades de gramos para elaborar los elementos a fallar.

Figura 57: Tipo de mezcla 1

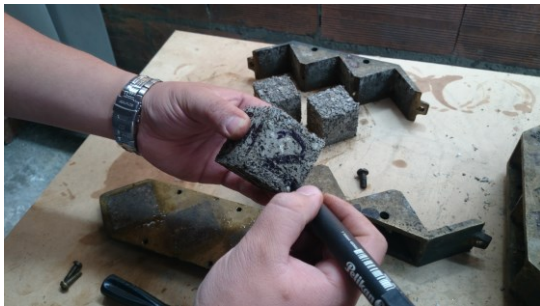


cemento125g    PET 125g    agua 72g

Imagen: tomada por los integrantes

Esta mezcla está conformada por una dosificación 1 a 1 que mostraría la resistencia alta

Figura58: Tipo de mezcla 2



cemento125g    PET 250g    agua 72g

Imagen: tomada por los integrantes

Esta mezcla está conformada por una dosificación 1 a 2 que mostraría la resistencia media

## 92 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

Figura59: Tipo de mezcla 3



cemento125g PET 250g arena PET 125g

Agua 72g

Imagen: tomada por los integrantes

Esta mezcla está conformada por una dosificación 1 a 3 que mostraría la resistencia baja

Figura 60: Desmolde de cubos para fallos en el laboratorio



Imagen: tomada por los integrantes

Esta imagen muestra las dimensiones y los moldes que se exigen el protocolo de morteros para la realizar las pruebas pertinentes en el laboratorio.

Estos elementos tendrán unos tiempos determinados de secado que según el protocolo de mortero son a los 28, 21, 14,7 días de curado para saber las resistencias mínimas a compresión que debe

cumplir, por otra parte se debe encontrar la relación perfecta entre el cemento y el agua para establecer la dosificación idónea y de esta manera poder alcanzar la reacción química del cemento en su punto máximo.

Figura 61: Tipos de muestra a fallar



Imagen: tomada por los integrantes

Este elemento agrupados de 4 son los que posteriormente se procederá a someter a la prueba de compresión cada grupo representa un tipo de muestra

Figura 62: dosificación para prototipo de láminas fallida

Dosificación de la muestra 1 .30 x.30 x .02

40 gramos de PET molido

40 gramos de aserrín

250gramos de cemento

290 gramos de agua

Sin malla de refuerzo



Imagen: tomada por los integrantes

Este primer prototipo fue fallido ya que al momento de desmolde se fragmento y no se le pudo realizar ningún tipo de pruebas, a su vez a este prototipo no se le inserto la malla de refuerzo que definitivamente le da más consistencia y mejora sus características físicas y mecánicas.

Figura 63: Dosificación para prototipo de láminas aceptable

- Dosificación de la muestra 2 .30 x.30 x .02

60 gramos de PET t molido

0 gramos de aserrín

250gramos de cemento

290 gramos de agua

Con malla de refuerzo



Imagen: tomada por los integrantes

Este prototipo por lo contrario en el desmolde no presento complicaciones y las características físicas no son las mejores las caras presenta mucha porosidad en su textura y a la vez su acabado es muy irregular lo cual se cree es causado por el molde desarrollado.



Figura 64: Dosificación para prototipo de láminas excelente

- Dosificación de la muestra 3 .30 x.30 x.02

80 gramos de PET molido

20 gramos de aserrín

290gramos de cemento

290 gramos de agua

Con malla de refuerzo



Imagen: tomada por los integrantes

Este prototipo presenta las mejores características en primera instancia una de sus caras presenta un acabado lizo con muy poca presencia de poros casi terminada, por otra parte el desmolde no presenta ninguna complicación y la malla de refuerzo no se percibe por ninguna de las caras este elemento es más compacto, rígido y regular, ideal para someterlo a las pruebas de flexión en el laboratorio.

Para determinar las propiedades mecánicas y de durabilidad de las mezclas basadas en la normativa de morteros de donde se dedujo que a mayor cantidad de mortero menor facilidad de fijación y corte.

Por otro lado estas muestras fueron curadas por 7 días para desmoldar ya que al dejarlas más tiempo el proceso de desmolde es más dispendioso ya que la mezcla se ha adherido más al molde, luego se almacenaron hasta los 28 días para completar el proceso de fraguado recomendado por las normativas de morteros.



En conclusión, la tercera mezcla es la que mejor cumple con las capacidades que se requieren para el panel ya que presenta mejores características que las otras dos su capacidad de absorción es baja al igual que su comportamiento ante la erosión e impacto, lo que la hace la mezcla más eficiente para ser utilizada como material de construcción del panel propuesto.

Cabe destacar que no es la más costosa dentro de las tres mezclas. La mezcla de PET - Cemento ayuda a reducir las cantidades de PET que no es procesado adecuadamente en este punto de acopio ya que no genera mayores remuneraciones económicas, disminuyendo así su impacto ambiental, ya que se necesita una gran cantidad de botellas de gaseosas para obtener el material para elaborar la mezcla, por lo que dichas botellas se estarían cambiando a un uso más adecuado.

### 13.6 Herramientas

Por otra parte para poder desarrollar los elemento de auto construcción que propone esta investigación como solución a las deficiencias que presenta las viviendas en la localidad de Kennedy en la UPZ 79 Calandaima barrió Galán Rural es necesario la implementación de herramientas manuales simples con las cuales se construirán los moldes y se pesaran los materiales y otros con los que se vertieran, es por ello que son indispensables y se debe contemplar en como complementos de esta investigación .

Figura 65: Poster de Herramientas

1. Martillo, 2.serrucho, 3.alicates, 4.cinta métrica, 5.palustre colillero, 6.espátula, 7.llana metálica, 8.gramera.

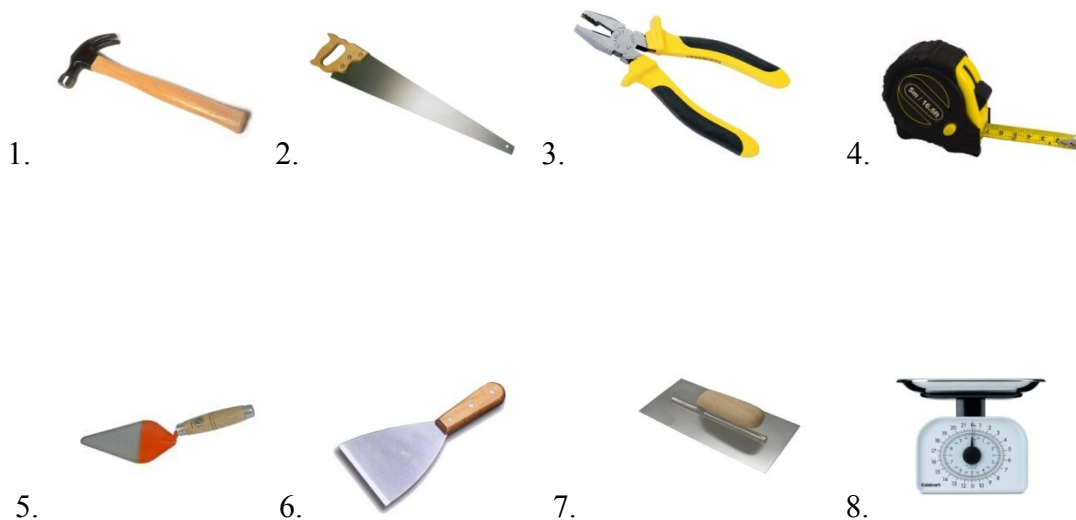


Imagen: Fuente: [www.imagenes.google.com.co](http://www.imagenes.google.com.co)

El objetivo de utilizar las herramientas ilustradas en la gráfica es que son esenciales para elaborar tanto las muestras como los prototipos y en su defecto el panel, por otra parte estas herramientas se suelen tener en casa.

### 13.7 Materiales

Para la elaboración del panel es necesario tener dispuestos materiales que estén contemplados dentro del contexto de fabricación, esto orientado bajo los parámetros de los referentes en el campo de elaboración de los mismos, se denotaran unos procedimientos, los cuales se mostraran

paso a paso, facilitando su fabricación, se busca la manera de instruir tanto teórico como práctico del procedimiento de elaboración

Figura 66: Materiales para la elaboración de moldes

1. Madera 2. Puntillas 3. Adhesivo para madera 4. PET aglutinado 5. PET de baja densidad 6. Aserrín de PET 7. Cemento portland 8. agua

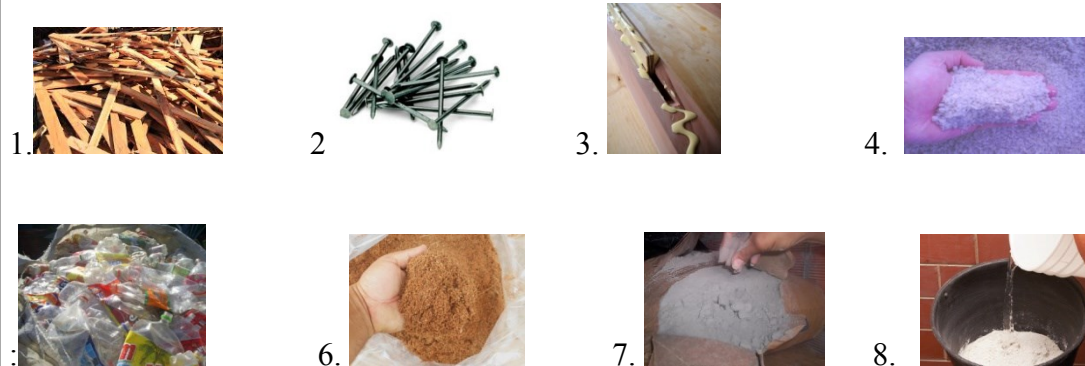


Imagen: Fuente: [www.imagenes.google.com.co](http://www.imagenes.google.com.co)

Estos son los materiales que se requieren para la elaboración del panel, el cual se desarrolla de manera artesanal.

### 13.8 Pasos de fabricación de muestras

Durante el proceso de la investigación fue necesario desarrollar una secuencia de pasos con los cuales se busca generar proceso que se supone que las personas sigan de igual modo para que en sus tiempos libres los ejecuten y de esta forma puedan mejorar sus viviendas.

## 100 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

1. Como inicio es necesario fabricar el molde a base de madera, el cual dará el espesor, el ancho y el largo de la muestra. el cual estará elaborado con unas medidas de 30 x 30 cm.

Figura 67: Moldes para elaboración muestras



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

Este molde fu elaborado con retazos de madera y la base es un vidrio en él se han utilizado las herramientas y materiales mencionados anteriormente , pose una dimensiones de .30x.30 y un espesor de 2 centímetros posteriormente fundido el elemento se llevara a fallo para saber sus comportamiento a flexión

1. Previamente es necesario aplicar una sustancia que funcione como desmoldaste, el cual posibilitara el desarmado del molde, y así poder obtener la muestra. Para este caso se utilizara aceite de lubricación mecánica.

Figura 68: Aplicación de desmoldante



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

El desmoldante utilizado se conoce como ACPM combustible para vehículos la ventaja de este es que no aparecen manchas de impurezas en el elemento.

2. Por medio de elemento o herramienta gramera se dará un pesaje 290 gramos de plástico (PET) aglutinado, este peso es la resultante la cubicación que se realizó para la elaboración de la muestra a elaborar, para ello es necesario usar un recipiente para mezcla.

Figura69: Cálculo en gramos del material

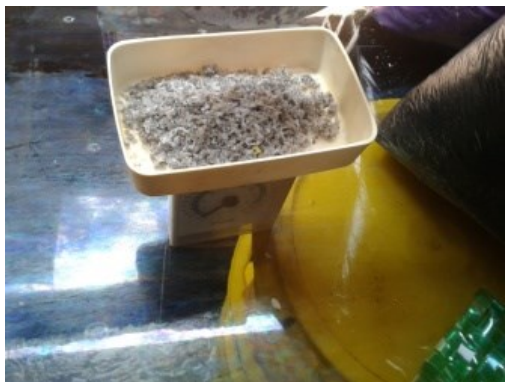


Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

## 102 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

Esto se realiza con el fin de que todas las muestras tengan la misma cantidad de material y se obtengan las mismas características, ya que esto lo establece el protocolo de morteros.

4. Seguido de agregar estos materiales se mezcla con una proporción de agua, de tal manera que su hidratación sea de un aspecto plástico y pueda dejarse moldear, de preferencia no dejarlo muy acuoso, esta debe tomar una homogeneidad óptima.

Figura 70: Mezclado de los materiales



Imagen: Fotografías tomadas por

los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por

los integrantes

Por medio de esta imagen se pretende dar a conocer la textura de la mezcla y las características que esta tiene, antes de ser vertida en el molde para darle su forma

5. De una manera artesanal se debe fabricar la malla la cual dará la rigidez al panel, esta debe tejerse en una manera reticular, dejando pequeños hoyos en su cuadrícula para que la mezcla pueda compactarse y formar un elemento monolítico compuesto.



Figura 71: Inserción de la malla de refuerzo al prototipo



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

Por medio de esta imagen se aplica una primera capa del material mezclado y se introduce la malla y posteriormente se deposita la siguiente sección de mezcla dejando la malla en la mitad.

6. A continuación se procede a completar el proceso de fundir y rasear el molde para retirar los excesos de la mezcla PET, y cemento y procurando que el elemento quede lizo

Figura 72: Alistamiento y afinado de las muestras



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

Al momento de rasear el elemento se busca dejarlo lizo y obtener un buen acabado

7. Como último paso es necesario dejar un tiempo prudencial en el fraguado de la muestra ya que se recomienda dejarlo un periodo de 28 días, es recomendable hidratar el producto para evitar fisuras durante su secado.

Figura 73: Curado de los prototipos



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

Los elementos se debe sumergir entre agua o rosear con agua para que el cemento complete su ciclo químico y de esta manera adquiera su más alta resistencia a compresión y flexión

### 13.9 Desmolde de Muestras

Después de 28 días de proceso de fraguado, se ha procedido a desmoldar las muestras elaboradas, a manera de ensayo, recordemos que cada una de las 3 muestras contiene materiales que se diferencian en su composición, con el fin de detectar sus diferentes comportamientos durante su proceso de secado.



Figura 74: Desmolde de los prototipos



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

Estas dos muestras no presentaron inconveniente al momento de desmoldar, por otra parte los acabados que presentaron fueron aceptables poca porosidad y una superficie lisa por una de sus caras que es la que queda expuesta en la parte exterior

#### 14. Conclusiones

Conclusión general:

Se logró la fabricación de un sistema de paneles a partir de la utilización del cemento portland reforzado con el reciclaje de botellas (PET).

- El material PET no presenta buena adherencia con el cemento Portland ya que es un material impermeable por lo tanto su resistencia a compresión se ve afectada.
- Al utilizar material PET se obtiene beneficios como el aligeramiento, ya que un cubo de mortero de arena y cemento Portland para prueba de morteros pesa 302.6 gms, mientras que un cubo de PET y cemento Portland pesa 153.5gm, reduciendo su peso en un 18,64% que los convencionales.
- Por otra se detectó una alta porosidad en el elemento y esto genera pérdida de resistencia a compresión
- Se determina que la granulometría con la que se elaboraron los cubos de material PET y cemento Portland es muy gruesa provocando la porosidad del elemento.
- Con el propósito de aumentar la resistencia del elemento se dispone a aumentar la dosificación del cemento en una relación 60 % a 40 % en volumen.
- Del ciclo del material (PET) se puede concluir que, hay una circulación del material que se reutiliza para la fabricación de gachos de ropa y cerdas para escoba, del 17,5 % recolectado solo es aprovechado en estos elementos, y el 9,5% es desechado.
- Por medio de la construcción se pueden utilizar el plástico PET procesado o sin procesar, determinado así que pueden dar la solución al desarrollo y fabricación de elementos constructivos de bajo costo.
- La resistencia de flexión de una placa de la industria Toptec de fibrocemento es de 514 N, y la de yeso cartón es de 476 N, la resistencia que se obtiene del elemento propuesto es de 220 N, estoces el panel propuesto es 42,8% menos resistente.

- Una lámina de fibrocemento de 25 cm x 25 cm tiene una capacidad de adsorción del 33% mientras que la lámina de del elemento desarrollada adsorbe 10 % lo cual demuestra que las propiedades mecánicas del panel propuesto dan respuesta positiva para lo cual es será implementado.
- El material fallado se ajustó al protocolo de moteros y se obtuvo los siguientes resultados el mejor tipo de muestra fue 1 a 1 y resistió una compresión de 7,2 KN que equivale a 72 MPa, comparándolo con un mortero convencional de arena de cantera y cemento portland, cuya resistencia es de 145 MPa
- El panel prototipo obtuvo una resistencia a tensión entre 250 y 270 kilogramos fuerza y una deformidad de 3,5 pulgadas en su punto máximo. Esto significa comparativamente que si se recostaran 5 personas que pesen 400 Kg en total se flexa en esta magnitud.
- Las dimensiones del panel propuesto son establecidas a partir de la longitud de las fibras de PET recupera de los envases de bebidas gaseosas.

#### **14. Recomendaciones**

En primera instancia una de las deficiencias más graves que se presentó en el proyecto fue la elaboración de los moldes para la fundida del panel de dimensiones de 2.00 mt x .60 mt, ya que al desencofrar se destruyen los listones en madera que se utilizan, por otra parte estos moldes no son precisos y posterior mente hay que rectificar los elementos.

Con el mismos propósito se propone mejorar el sistema de panel auto portante ya que el que se estableció incremento el consumo cemento portland el cual es de un alto costo, así mismo se incrementa en el peso del elemento, a causa les las columnetas de dimensiones de 0.07 mt x .10 mt que se proponen como bastidor auto portante.

Por otra parte según los protocolos de pruebas de mortero ser recomienda que los cubos sean sumergidos en agua para que el proceso químico del cemento se realice por completo y de esta manera se obtenga su más alta resistencia, con este mismo propósito se recomienda indagar sobre si el elemento posteriormente de fundido es sumergido en agua para que el cemento complete su proceso químico y de esta manera aumenta sus características físicas y mecánicas haciéndolo más resistente.

## 15. Anexos

### 15.1 Pruebas de laboratorio

Figura 75: Pruebas a compresión del material



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes



Imagen: Fotografías tomadas por los integrantes

Al laboratorio se llevaron 60 cubos los cuales se dividieron en 3 tipos de mezcla y de cada una se sacaron 5 elementos y estos 5 se fundieron 4 edades diferentes (28, 21, 14,7 días)

Figura 76: Prueba de flexión del elemento



Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes

Parte de la fundamentación de la investigación se demuestra por medio de las pruebas realizadas en el laboratorio con el fin de evaluar el material.

## 110 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

---

Figura 77: Prueba de alta temperatura



Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes

El elemento de dimensiones de 22.7cm x25.4cm se probó en un horno en el cual se aumenta la temperatura cada media hora e incremento la temperatura 50 grados y se partió de los 150 grados centígrados hasta 550 grados centígrados y se detectó que la malla de PET se contrae provocando la desunión de los dos elementos.

Figura 78: Prueba de absorción

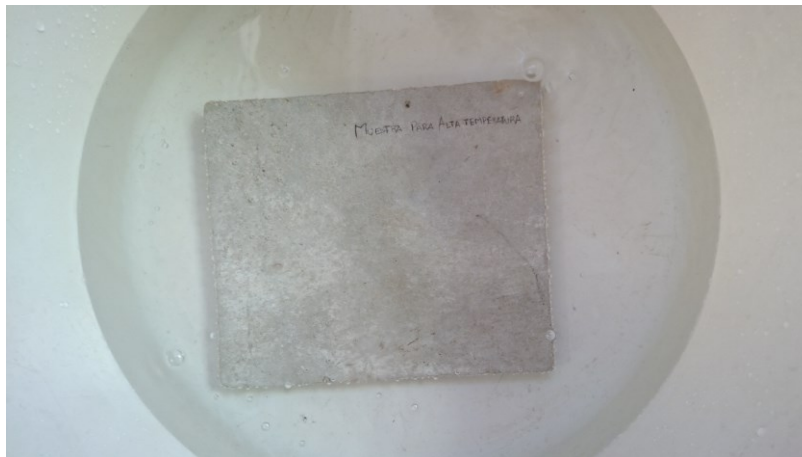


Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes

Esta prueba se realizó con el fin de reconocer cuanta cantidad de agua puede absorber el elemento que presenta dimensiones de 22cm x 25.4cm y un peso de 2.1/2 libras, este elemento después de 24 horas estar sumergido en agua se incrementó su peso a 3.1/2



112 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural

Figura 79: Elaboración moldes



Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes

El proceso de elaboración del molde partió del corte de la lámina a la cual se le sujetaron los listones de madera por medio de tornillos



Figura 80: Elaboración moldes para mallas



Imagen: tomadas por los integrantes

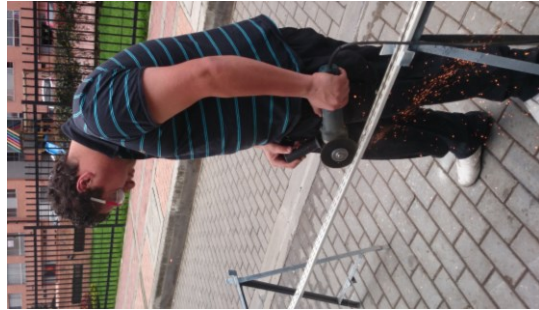


Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes

Para la elaboración de las mallas se necesitó hacer un marco con el cual presenta una ranura en las cuales se introdujo la fibra de PET y de esta manera se tejió la malla de refuerzo propuesta en este proyecto.

**114 Elaboración de paneles compuestos por (PET) y cemento portland para muros divisorios no ructurales en las viviendas de autoconstrucción del barrio Galán Rural**

Figura 81: Elaboración paneles

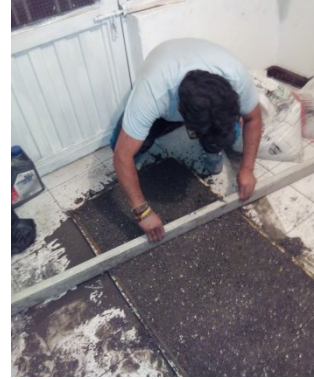


Imagen: tomadas por los integrantes



Imagen: tomadas por los integrantes

Se muestra la inserción la malla, el vaciado de la mezcla para completar la segunda cara del panel, el rasiado del elemento y su acabado final.

## 16. Glosario

**Acrílicos:** Fibra o material plástico que se obtiene por polimerización del ácido acrílico o de sus derivados.

**Ambiente:** Aire o atmósfera.

**Anclajes:** Conjunto de elementos destinados a fijar algo firmemente al suelo.

**Bastidor:** Armazón de madera o metal para fijar lienzos, vidrios, etc.

**Botella:** Vasija de cristal, vidrio o barro cocido, con el cuello estrecho, que sirve para contener líquidos.

**Cielo raso:** Acabado de placas por la parte inferior de una edificación.

**Contaminación:** Degradación que sufre el medio ambiente por las sustancias perjudiciales que se vierten en él.

**Densidad:** Espesura de un elemento.

**Descomponerse:** Separar las partes de un compuesto o un todo.

**Desechar:** Rechazar algo que no gusta o que se considera innecesario o inútil.

**Flexible:** Que puede doblarse fácilmente sin partirse.

**Instalación:** Acción y resultado de instalar o instalarse.

**Material:** Ingrediente, componente.

**Modulación:** Disposición de una manera de instalar un acabado en un muro piso o techo.

**Muro:** elemento constructivo que sirve como división o cerramiento de una vivienda.

**Optimización:** Búsqueda de la mejor manera de realizar una actividad.

**Panel:** Cada una de las piezas o separaciones en que se divide una pared, la hoja de una puerta u otra superficie.

**Papel:** Material hecho con pasta vegetal molida y blanqueada que se dispone en finas láminas y se usa para escribir, dibujar, etc.

**Plástico:** Material que puede cambiar de forma y conservar esta de modo permanente, a diferencia de los cuerpos elásticos.

**Poliamidas:** Compuesto químico formado por condensación múltiple de ácidos y amidas que se utiliza como fibra o plástico.

**Policloruro:** Compuesto químico formado por condensación múltiple de ácidos y amidas que se utiliza como fibra o plástico.

**Poliestireno:** Materia plástica que se obtiene por polimerización del estireno, muy utilizada industrialmente para fabricar lentes y aislantes térmicos.

**Polietileno:** Polímero preparado a partir de etileno. Se emplea en la fabricación de envases, tuberías, recubrimientos de cables, etc.

**Polietileno:** Polímero preparado a partir de etileno. Se emplea en la fabricación de envases, tuberías, recubrimientos de cables, etc.

**Polímero:** Compuesto químico de elevada masa molecular obtenido mediante un proceso de polimerización.

**Reciclar:** Someter una materia a un determinado proceso para que pueda volver a ser utilizable.

**Recolección:** Recopilación, compilación.

**Residuos:** Lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa:

**Tereftalato:** propiedad química del plástico PET.

**Transformación:** Acción y resultado de transformar o transformarse.

**Transparentes:** Permitir un cuerpo que la luz u otra cosa se perciba a su través.

**Vidrio:** Sustancia dura, frágil, transparente, formada de sílice, potasa o sosa y pequeñas cantidades de otra base.

## 17. **Bibliografía**

CEVE, CONICET. (2010) Articulo centro experimental de la vivienda económica en argentina. Buenos Aires

Gaggino, Rosana. (2003) Articulo elementos constructivos con PET reciclado. Universidad central de Venezuela Caracas.

L. Martínez-Escobar. (2013).Articulo minimización del impacto ambiental en la ejecución de fachadas mediante el empleo de materiales reciclados. Universidad de Sevilla. España

Cremachi.Carselli.Saenz. (2011) Coordinación modular en arquitectura. Universidad de la Plata. Buenos Aires

Gaggino Rosana. (2003) “Elementos constructivos con PET reciclado”. Revista Tecnología y Construcción. Caracas, Venezuela. Ed. Instituto de Desarrollo, Experimental de la Construcción –IDEC- Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

M. Marrero, L. Martínez Escobar, M.P. Mercader, C. Leiva (2003) Informes de la construcción

Hugo Wainshtok (1998) Ferrocemento: Diseño y construcción. Guayaquil-Ecuador

Carlos Alfredo Valle Mayorga. (2013) utilización de botellas plásticas tipo pet como unidad estructural para mampostería liviana

Rosana Gaggino, Ricardo Arguello. (2009) Aplicación de material plástico reciclado en bloques de techo a base de cemento y comparación con otros elementos constructivos similares. Centro Experimental de la Vivienda Económica CEVE CONICET. Argentina

Fernanda Padilla, Asaf Martínez, Gerardo Lagunas, René Quiroz. (2012) Muros Sustentables, botellas de PET cuadradas para la construcción de muros para casas

Rafael Salas Vázquez. (2006) Construcciones ecológicas hechas con botellas recicladas de PET y vidrio

Joel Novaes. (2010) Sistemas Constructivos aplicables a la construcción de edificación en países de desarrollo.

Sistemas Constructivos (2010) alternativas y diversificación. Suplementos especiales de construcción y vivienda

Detalles constructivos sistema drywall (2012). Gyplac fichas técnicas

Información Técnica (2013).[www.toptec.com.co](http://www.toptec.com.co)

Rosana Gaggino. (2003) nueva tecnología constructiva usando materiales reciclados para casos de emergencia habitacional

Gaggino Rosana, Arguello Ricardo, berretta horacio. (2007) “aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento.

Alesmar Luis, Nalia Rendón, María Eugenia. (2007) diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – cemento

Claudia María del Carmen. (2011)Reciclado de Polietilen Tereftalato (PET), Diversas Opciones.

Luis Valenzuela. (2012) Análisis de construcción en pet como solución económica y ecológica

Arq. A. Saenz (2011) procesos contractivos.