

UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

CAMPUS SAN MIGUEL

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Análisis del comportamiento de mampostería de concreto, incorporándole polímero reciclado (PET)”

PRESENTADA POR

INGA. SARA ONEIDA BAIRES

ARQTA. ARLINE CAROLINA CARBALLO HENRÍQUEZ

ING. JOSE TRINIDAD JOVEL BAUTISTA

ING. ELENA MARCELA QUINTANILLA DE RODRÍGUEZ

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, C.A. 2016-2017



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

CAMPUS SAN MIGUEL

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

**Análisis del comportamiento de mampostería de concreto, incorporándole polímero
reciclado (PET)”**

PRESENTADA POR

INGA. SARA ONEIDA BAIRES

ARQTA. ARLINE CAROLINA CARBALLO HENRIQUEZ

ING. JOSE TRINIDAD JOVEL BAUTISTA

INGA. ELENA MARCELA QUINTANILLA DE RODRIGUEZ

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, C.A. 2016-2017



ÍNDICE

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	i
1 Planteamiento del problema	1
1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Enunciado del problema.....	1
2 Justificación	2
3 Objetivos	3
3.1 Objetivo General	3
3.2 Objetivos Específicos	3
4 Metas	3
5 Alcances y limitaciones	4
5.1.1 Alcances	4
5.1.2 Limitaciones	4
6 Marco Teórico	5
6.1 Antecedentes Históricos.....	5
6.2 Elementos Teórico.....	10
6.3 Cemento como material de mezcla.	20
6.4 Marco Legal	21
7 Operacionalización de Variables	23
8 Metodología de la Investigación	25
8.1 Descripción del Método	25
8.2 Población y Muestra	26
8.2.1 Población.....	26
8.2.2 Muestra.....	26
8.3 Recolección de Datos	26
8.3.1 Técnica e instrumento	26
8.4 Procedimiento de la Investigación	27
8.4.1 Procesamiento de datos	28
8.4.2 Codificación y tabulación de datos	28
9 Proceso de elaboración de moldes para placas de mampostería de concreto	29
10 Presentación de Resultados de laboratorio	50



11	Conclusiones y Recomendaciones	59
11.1	Conclusiones	59
11.2	Recomendaciones.....	60
12	Propuesta de diseño prototipo de máquina trituradora de material PET	61
13	Anexos	65



RESUMEN

Uno de los elementos que más interesa a las principales áreas de la investigación es el reciclaje, particularmente aquellas que tienen relación directa con el medio ambiente. En el presente trabajo, se muestra una alternativa de muchas, que nos permita recopilar envases de plástico de agua y refresco, que cotidianamente son desechados después del uso correspondiente y posteriormente de reciclarlos, utilizarlos en la fabricación de un producto a base de plástico reciclado, arena-cemento que pueda ser de utilidad en la fabricación de bloque para viviendas de una planta, y consecuentemente contribuir con los sectores populares de la población en materia de vivienda.

Se busca entonces dos finalidades, la primera, se refiere a la recolección del plástico como contaminante del medio ambiente, dado que es un material que tarda años en ser degradado de forma natural, y el uso alternativo propuesto contribuye a que se disminuya este efecto. La otra finalidad es que una vez que sean favorables los resultados de la construcción de las unidades de mampostería, pueda utilizarse para la construcción de viviendas de un nivel, particularmente beneficiando a los sectores populares de la población.



INTRODUCCIÓN

En esta investigación propone una nueva alternativa para la producción de viviendas más ecológica que otros sistemas constructivos tradicionales. Se basa en un reciclado integral de los plásticos, para la fabricación de elementos constructivos.

Estos materiales, que no son bio-degradables, actualmente son enviados a predios de enterramiento sanitario municipal, o quemados en basurales clandestinos, generando graves problemas de contaminación ambiental, destacando el hecho de que solo un pequeño porcentaje de los mismos es reciclado.

Con la nueva tecnología que se presenta en este trabajo se invierte este concepto, puesto que se utilizan materiales no tradicionales (plásticos reciclados) de forma tradicional (para constituir bloques, que se utilizarán para levantar mamposterías).

También se busca reemplazar parcialmente para la construcción de viviendas, como es la mampostería de bloque común (elaborado con un recurso no renovable). Este tipo de sistema, por sus condiciones físicas, ha resultado ser un material constructivo de aceptación universal.

A través de los diferentes procesos constructivos en este estudio se pretende realizar las actividades como el reciclaje con estudiantes y el equipo de UGB verde de la universidad, Diseño y Elaboración de planos para la máquina trituradora de plástico, Construcción de máquina trituradora del material PET. Continuando para el año 2017 con la construcción de unidades de mampostería, Pruebas- análisis de laboratorio a unidades de mampostería y construcción de pared modelo



1 Planteamiento del problema

1.1 Análisis de la situación problemática

Los productos plásticos, son utilizados ampliamente para el despacho de diversidad de productos de consumo diario como agua, jugos, leche entre otros. San Miguel es una ciudad en el contexto salvadoreño y actualmente existe una producción de estos envases que se considera significativa para aportar una solución que deberá contener entre otras cosas la recolección, el acopio y la trituración para su procesamiento o utilización para la fabricación de nuevos productos que nos sean útiles en el contexto de la construcción.

Ante esta problemática, surge la necesidad de investigar e integrar este producto como una alternativa que podrá contribuir a disminuir el alto índice de contaminación que podrían provocar.

1.2 Enunciado del problema

¿Se podrá elaborar el Análisis del comportamiento de mampostería de concreto, incorporándole polímero reciclado (PET)”??



2 Justificación

El tratamiento de la basura en los países más desarrollados, están a cargo de empresa con elevados índices de inversión en transporte, tecnología y disposición final del tipo conocido como relleno sanitario. En nuestro país ya se aplica estos métodos de recolección y transporte de los desechos sólidos y su disposición en un relleno sanitario de cielo abierto.

Hoy en día uno de los elementos que forma parte de los desechos sólidos son los productos plásticos provenientes de la venta de agua, jugos y leche entre otros. Estos están aumentando en consumo y desecho de los envases plásticos, por lo cual es necesario darle un tratamiento particular por los componentes que contiene y que son contaminantes del medio ambiente.

Por las razones anteriores, se justifica, en el presente documento una alternativa, entre otras, para poder disminuir el volumen de este tipo de desecho y poder convertirlo en otro producto alternativo y de utilidad social que pueda ser utilizado en la industria de la construcción, como son las mezcla del plástico ya triturado, con arena-cemento en proporciones adecuadas para la construcción de unidades de mampostería del tipo bloque de las medidas que ofrece el mercado actual y que son productos elaborados con pétreos y cemento únicamente.



3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Analizar el comportamiento de mampostería de concreto, incorporándole polímero reciclado (PET)

3.2 Objetivos Específicos

Caracterizar los materiales (arena, grava, polímero) que componen la unidad de mampostería.

Diseñar mezcla y caracterizar el comportamiento mecánico por medio de un grupo de ensayos realizados a piezas de mampostería tanto de refuerzo como de relleno.

Diseñar mezcla y caracterizar el comportamiento mecánico por medio de un grupo de ensayos realizados a prismas.

Evaluar el comportamiento de la mampostería en el sistema constructivo de paredes.

4 Metas

Para este periodo comprendido de enero a noviembre del año 2016 se realizó las siguientes actividades

- Reciclar material plástico (PET)
- Diseño y Elaboración de planos para la máquina trituradora de plástico
- Construcción de máquina trituradora del material PET

Para el año 2017 se pretende desarrollar las siguientes actividades ya que la investigación en estudio contempla dos años

- Construcción de unidades de mampostería.
- Pruebas y análisis de laboratorio a unidades de mampostería.
- Construcción y prueba de pared modelo



5 Alcances y limitaciones

5.1.1 Alcances

- Serán considerados en el presente estudio, los subproductos de plástico del tipo de bebidas de agua y carbonatadas que en esencia son las de mayor presencia en la producción de desechos sólidos.
- El tiempo de la presente investigación estará comprendido de enero de 2016 hasta diciembre de 2017.
- Se construirá un prototipo de máquina trituradora para preparar el material de reciclaje que se utilizará en las unidades de mampostería de acuerdo a las proporciones indicadas.

5.1.2 Limitaciones

- El presente estudio se limitará únicamente a utilizar plásticos de bebidas de consumo humano de forma cotidiana, sin incluir plásticos provenientes de contenidos medicinales, por desconocer los componentes residuales de los mismos.
- La cantidad de material plástico que se triturará será la cantidad necesaria para la elaboración de las pruebas de absorción y compresión requeridas según la norma establecida.
- Geográficamente se considerará el municipio de San Miguel, como base para la recolección de este tipo de producto.
- El trabajo se delimitará al análisis de las unidades sin considerar otros usos que se le pueda dar al reciclado, siempre en la industria de la construcción.

6 Marco Teórico

6.1 Antecedentes Históricos

Flujos comerciales – El Salvador (Fuente: Sistema de estadísticas Trade Map)

Las manufacturas de plástico son un rubro que muestra crecimientos constantes en los flujos de exportación de El Salvador. Para el año 2013 se exportaron \$194M creciendo desde

\$112M exportados en 2009. Los principales destinos de exportación de estos productos fueron Honduras (26%), Guatemala (24.7%), Nicaragua (14.4%), Costa Rica (10%) y Estados Unidos (9.3%). Todos estos países forman parte de los socios comerciales tradicionales de El Salvador. Los países de la



Unión Europea aún no sobresalen como los principales destinos de exportación de El Salvador. No obstante, ya se exportaron productos en el 2013 a España, Alemania, Francia e Italia aunque en cantidades menores que los principales destinos de exportación.

Antecedentes históricos para características físicas del prototipo de block con Tereflato de polietileno.

Se trata de un block hueco cuyas dimensiones son 10x20x40 cm. Con dos celdas de aire, es de un acabado rustico debido a las partículas (granulometría) de la materia prima, es de color grisáceo natural

Materias primas que se utilizaron

En la elaboración de bloques con PET se utiliza un cemento portland de tipo ordinario porque es el más adecuado según lineamiento de la norma con la se viene trabajando, el PET es de 3/16 pulg, se utiliza arena de mar, toba de 3/8 de pulg y agua corriente, comúnmente empleada para las labores cotidianas incluso agua potable.

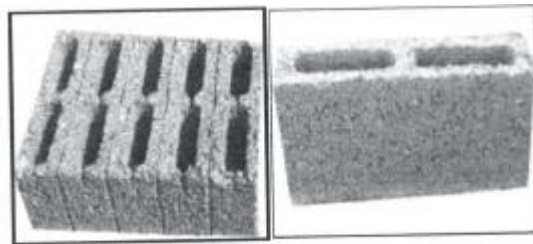


Figura 1. Bloques con PET

Descripción del proceso de elaboración de block a base de PET

Se describe las actividades realizadas en estudio anterior para la elaboración de bloques de manera general

- ✓ Seleccionar materia prima y almacenar
- ✓ Transportar la materia prima al área de fabricación
- ✓ Obtener muestras de arena, chispa, agua, cemento, PET, dependiendo del modelo a seguir para la fabricación del bloque.
- ✓ Llevar la arena al área de fabricación
- ✓ Mezclar los materiales según el proceso requerido
- ✓ Agregar agua a la mezcla y seguir revolviendo
- ✓ Dirigir la mezcla hacia los moldes para bloque



- ✓ Vaciar en pequeñas proporciones la mezcla hasta llenar el molde
- ✓ Accionar la maquina vibradora y compactadora de mezcla hasta llegar al punto en que la mezcla se comprima de manera adecuado en el molde
- ✓ Apagar la maquina
- ✓ Verificar no haga falta material en los moldes
- ✓ Volver a accionar la máquina para compactar a un más la mezcla en el molde
- ✓ Retirar la charola de protección de la maquina
- ✓ Inspeccionar sea de manera correcta retirada la charola de la maquia
- ✓ Accionar la palanca de presión para compactar más el material o mezcla en el molde
- ✓ Accionar la palanca de la máquina que acciona que los moldes suban y bajen en su mismo eje
- ✓ Accionar otra palanca que controla el molde de forma vertical en posición hacia arriba (subir la palanca)
- ✓ Verificar si el molde subió de manera adecuada o lo necesario para retirar el o los bloques
- ✓ Deslizar cuidadosamente la base de tabla que contiene a los moldes hacia una banda corrediza
- ✓ Transportar el o los bloques hacia el área de secado o a intemperie en una superficie plana
- ✓ Esperar un cierto tiempo (3 días aprox) de secado del bloque
- ✓ Al termino del tiempo establecido de secado inspeccionar que este se haya secado en su totalidad
- ✓ Transportarlo a la bodega
- ✓ Almacenar el producto terminado (bloque)



Caracterización de materiales alternativos

PET (POLIETILENO TEREFTALATO)

El PET o Tereftalato de Polietileno, es un material dura, rígido, resistente y tenaz. Además dispone de un bajo coeficiente de fricción y de una elevada estabilidad dimensional.

La temperatura de uso continuo se encuentra entre -40°C y aproximadamente 110°C .

Ventajas:

- ✓ Resistencia y rigidez elevada
- ✓ Elevada resistencia a la fluencia
- ✓ Elevada dureza a la superficie
- ✓ Muy apropiada para ser pulido
- ✓ Buena propiedades de fricción por deslizamiento y resistencia a la abrasión
- ✓ Buen comportamiento como aislante térmico
- ✓ Elevada resistencia a sustancias químicas
- ✓ Muy apropiada para ser barnizado

Desventajas

- ✓ Sensible a la hidrolisis

Ejemplos de aplicación

- ✓ Elementos de deslizamientos y de cojinetes
- ✓ Pesa de bombas
- ✓ Pieza de carcasas
- ✓ Rueda dentadas
- ✓ Pieza aislantes en la electrotecnia

Datos técnicos del PET

PET	DATOS TECNICOS			
POLIETILENTEREFTALATO				
				PET
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
PEÑO ESPECIFICO	gr/cm ³	D-792	53479	1.39
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm ²	D-638	53455	900 / --
RES. A LA COMPRESION (1 Y 2 % DEF)	Kg/cm ²	D-695	53454	260 / 480
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm ²	D-790	53452	1450
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg. cm/cm ²	D-256	53453	> 50
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-638	53455	15
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm ²	D-638	53457	37000
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	85 - 87
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-1894		--
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0.20
RES. AL DESGASTE POR ROCE				MUY BUENA
PROPIEDADES TERMICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg.°C	C-351		0.25
TEMP. DE FLEXION B/CARGA (18.5Kg/cm ²)	°C	D-648	53461	75
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			-20 a 110
TEMP. DE FUSION	°C			255
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 100°C	por °C	D-696	52752	0.00008
COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.25
PROPIEDADES ELECTRICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CONSTANTE DIELECTRICA A 60 HZ		D-150	53483	3.4
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 KHZ		D-150	53483	3.3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 MHZ		D-150	53483	3.2
ABSORCION DE HUMEDAD AL AIRE	%	D-570	53472	0.25
RESISTENCIA SUPERFICIAL	Ohm	D-257	53482	> 10 a la 14
RESISTENCIA VOLUMETRICA	Ohms-cm	D-257	53482	> 10 a la 15
RIGIDEZ DIELECTRICA	Kv/mm	D-149		22

RESISTENCIA A PROD. QUIMICOS DEFINIDOS	CONSULTAR
EFEECTO DE LOS RAYOS SOLARES	ALGO LO AFECTAN
APROBADO PARA CONTACTO CON ALIMENTOS	SI
COMPORTAMIENTO A LA COMBUSTION	ARDE CON MEDIANA DIFICULTAD
PROPAGACION DE LLAMA	MANTIENE LA LLAMA
COMPORTAMIENTO AL QUEMARLO	GOTEA
COLOR DE LA LLAMA	AMARILLO ANARANJADO TIZNADO
OLOR AL QUEMARLO	AROMATICO DULCE
PROPIEDADES QUIMICAS	OBSERVACIONES
RESISTENCIA A HIDROCARBUROS	BUENA
RESISTENCIA A ACIDOS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA
RESISTENCIA A ALCALIS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA

Fuente: Industrias JQ, plasticos de Ingenieria, Buenos Aires, Argentina, www.jq.com.ar, 2006.

TEREFTALATO DE POLIPROPILENO PET

Fotografía 1. Pet Triturado



Fuente: Maquiplastic S.A. de C.V.
Reciclaje de Plásticos

Fotografía 2. Cubo de mortero de 5x5x5 cms.



Fuente: Laboratorio de Suelos y Material
Universidad Gerardo Barrios

6.2 Elementos Teórico

En el Marco teórico conoceremos conceptos generales

RESIDUOS SOLIDOS: Material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño, el residuo se puede clasificar de varias formas, tanto por estado, origen o características.



BOTELLAS DE PLÁSTICO: Es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas

RECICLAJE: Proceso de recuperación de elementos físicos o químicos aún útiles, provenientes de materiales que han servido para un propósito específico y que pueden volver a ser usados para el mismo u otro propósito.

PLÁSTICO RECICLADO: Consiste básicamente en recolectar, limpiar, seleccionar por tipo de material y fundirlos de nuevo para usarlo como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado de otros productos.

PET: Politereftalato de Etileno; es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático; usado en envases de bebidas y textiles.

Tereftalato de polietileno (PET)

El PET, el miembro más destacado de la familia del poliéster, debutó como fibra antiarrugas introducida después de la segunda guerra mundial. Los textiles siguen siendo el uso final de la mayoría de los poliésteres. El PET pronto tuvo otros usos: en películas fotográficas y radiografías, y en las cintas de audio y de vídeo. Pero su fama se debe principalmente a las ventajas que aporta a los envases: una transparencia cristalina y una capacidad sin precedentes para impedir la entrada del oxígeno que estropea los alimentos y la salida del CO₂ que produce las burbujas. Actualmente casi todas las bebidas se envasan en una botella de PET y puede que se envase el vino con este material en un futuro próximo.



BLOQUE: Es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes. Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas, y suelen ser esencialmente huecos. Sus dimensiones habituales en centímetros son: 10x20x40cm, 15x20x40cm, 20x20x40cm.

PROPIEDADES DE LAS BOTELLAS DE PLÁSTICO. Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases. Presentando características como las siguientes:

- a) Cristalinidad y transparencia.
- b) Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.
- c) Alta resistencia al desgaste.
- d) Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- e) Buena resistencia química
- f) Totalmente reciclable
- g) Alta rigidez y dureza.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS BOTELLAS DE PLÁSTICO.

En la industria de la construcción es uno de los sectores que se utilizan diversos productos de plástico, los cuales son utilizados en tuberías, instalaciones eléctricas, pisos, mobiliario y



otros. Los productos de plástico tienen una gran gama de aplicaciones y es importante conocer cuáles son sus ventajas y desventajas; por lo que se definen algunas de estas características:

Ventajas

- a) Es moldeable, pudiéndosele dar la forma deseada por medio de diferentes técnicas.
- b) Variada flexibilidad dependiendo de las características del material que se requiera.
- c) Una vez instalado el material no requiere constante mantenimiento.
- d) Es muy duradero.
- e) Dependiendo de su uso se puede variar la resistencia del plástico.
- f) Posee una gran resistencia a las sustancias químicas (líquidas y gases).
- g) Soporta altas y/o bajas presiones y temperaturas.

Desventajas

- a) Son desechos de difícil solución.
- b) Poco manejo de la recolección y disposición final de los residuos.
- c) Material poco convencional y poco utilizado en la actualidad como material de construcción.
- d) Material inflamable, por lo que no es recomendable utilizarlo sin recubrimiento.



RECICLAJE DEL PLÁSTICO

En todo el mundo, existe una preocupación por la contaminación del agua, aire y suelo; ocasionada en gran medida, por los volúmenes de residuos que se generan a diario sin recibir un tratamiento adecuado. Por sus características, los plásticos sintéticos no representan un riesgo para el ambiente; sin embargo si son un problema mayor porque no pueden ser degradados por el entorno. Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular que se sintetizan a partir de compuestos de bajo peso molecular y se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad; que son propiedades óptimas para el aislamiento térmico y eléctrico, también son resistentes a los ácidos, álcalis y solventes. Dichos materiales, entraron al mundo industrial hasta expandirse también en el campo de la construcción; y en la actualidad se emplean en elementos constructivos tales como pisos, cubiertas, tragaluces, falsos plafones o muebles. A causa del crecimiento de la industria de los plásticos, han creado una dependencia sobre estos; generando un problema de tipo ambiental, debido a la acumulación de plásticos como desecho, ya que, sabiendo que pueden transformarse y reutilizarse,. Son tirados indiscriminadamente a basureros sin importar si son plásticos considerados como reciclables.

En nuestro país no existen espacios físicos para colocar todos los desechos que se generan, los cuales son llevados a botaderos comunes; lo que genera automáticamente la contaminación ambiental. En El Salvador la industria del plástico es una de las más dinámicas de la región; sin embargo está creando serios problemas al ambiente. El Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) cifró en 3,400 toneladas de basura que se producen en El Salvador; y el plástico alcanza un 20%, la que más se produce después de la basura



orgánica. Comparando ese dato con la cantidad que se recicla, tenemos que el reciclaje alcanza nada más el 0.20% del total producido.

Etapas del Reciclaje del Plástico. Se consideran varias etapas, las cuales se detallan a continuación:

A) RECOLECCIÓN: Todo sistema de recolección diferenciada descansa en un principio fundamental, que es la separación de los residuos en dos grupos básicos: residuos orgánicos por un lado e inorgánicos por otro. Los residuos orgánicos irían los restos de comida y de jardín; y en el otro grupo como son los residuos sólidos reutilizables como los metales, madera, plásticos, vidrio, aluminio.

B) CENTRO DE RECICLADO: Aquí se reciben los residuos plásticos mixtos compactados en fardos que son almacenados a la intemperie. Existen limitaciones para el almacenamiento prolongado en estas condiciones, ya que la radiación ultravioleta puede afectar a la estructura del material, razón por la cual se aconseja no tener el material expuesto más de tres meses.

C) CLASIFICACIÓN: Luego de la recepción se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color. Si bien esto puede hacerse manualmente, se han desarrollado tecnologías de clasificación automática, que se están utilizando en países desarrollados.

Considerando lo anterior, el reciclaje del plástico es una práctica muy útil para reducir los desperdicios sólidos. Existen algunas técnicas de reciclado, las cuales dan como resultado 4 tipos:

1) Reciclado Primario: Consiste en la conversión del desecho plástico en artículos con propiedades físicas y químicas idénticas a la del material original. El reciclado primario se



hace con los termoplásticos, pues las propiedades permiten que el material se funda a bajas temperaturas sin ningún cambio en su estructura.

2) Reciclaje Secundario: Convierte el plástico en artículos con propiedades inferiores a las del polímero original. El proceso de mezclado del plástico es representativo, eliminando la necesidad de separarlo.

3) Reciclaje Terciario: Es el que degrada al polímero a compuestos químicos básicos y combustibles. Diferente a otros polímeros porque en este existe un cambio químico y no físico.

4) Reciclaje Cuaternario: Consiste en el calentamiento del plástico con el objeto de usar la energía térmica liberada por medio de dicho proceso para integrarlo en otros procesos químicos y físicos.

EL PLÁSTICO EN LA CONSTRUCCIÓN

El crecimiento constante de población ocasiona diferentes problemáticas, siendo dos las principales relacionadas con la industria de la construcción: la falta de viviendas para la población de bajos recursos y el creciente deterioro ambiental ocasionado por la generación de desechos no biodegradables. Entre las soluciones se encuentra el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción, empleando nuevas tecnologías y materiales que disminuyan el impacto ambiental (reduciendo el gasto de energía y materias primas que requieren los elementos de construcción convencionales), que sean de bajo costo en su



elaboración y de procesamiento sencillo; y en este rango se considera el plástico utilizado en la elaboración de botellas PET. El Politereftalato de etileno (PET), proveniente de las botellas plásticas y es utilizado en otros países en la fabricación de viviendas para poblaciones vulnerables y en múltiples materiales para la construcción. Todo surge con la filosofía de aportar a la conservación del medio ambiente, bajo la premisa de darles aplicación y utilización a los residuos plásticos. Tras años de investigación sobre las propiedades del material reciclado, se lograron desarrollar elementos que anteriormente se fabricaban en madera, concreto y acero; no solo con las mismas características y propiedades mecánicas, sino alcanzando ventajas y beneficios con respecto a los materiales tradicionales. El reciclaje de desechos, ha permitido crear nuevos materiales de construcción, que por lo regular suelen ser sumamente resistentes y económicos. Uno de los materiales que más aplicación tiene en la industria de la construcción es el plástico denominado PET, ya que por sus características y resistencia puede ser utilizado tanto para la construcción de elementos divisorios como muros, celosías y losas; como para construir edificaciones completas. La utilización de las botellas de plástico como material de construcción permite tener una mayor diversidad de productos y materiales de construcción, considerando además las ventajas que el plástico combinado con el cemento y los agregados poseen; por lo que se pueden mencionar algunas

Ventajas:

- A) Uso creativo de la basura.
- B) Cuidado de la tierra.
- C) Material de construcción de muy bajo costo.
- D) Construcciones térmicas y de menor peso.



E) Uso eficiente de recursos disponibles.

F) Acceso a una vivienda, por parte de personas de bajos recursos económicos

Existen diferentes elementos que se han creado y diseñado utilizando el PET como materia prima, ejemplo paneles de plástico reciclado, este un sistema de construcción está compuesto por paneles unidos mecánicamente entre sí y anclados al piso con pernos expansibles. Si llegara a ser necesario, la casa puede ser desmontada y reubicada en otro lugar. Otro ejemplo es el proyecto que incluye la transformación del plástico de las botellas de jugo, gaseosa y agua mediante un proceso en el que se trituran y funden las botellas para que posteriormente se conviertan en piezas modulares translúcidas que tienen la capacidad de resistir fenómenos naturales como tifones, huracanes o terremotos. Otro proyecto orientado al reciclaje de botellas PET, es el que transforma las botellas de plástico en bloques o paneles. El proceso de elaboración de los bloques es similar al descrito anteriormente, pues las botellas de plástico, una vez dentro de la máquina, se lavan y son presionadas en forma de paneles. Estos bloques o paneles son también altamente resistentes, por lo cual pueden ser utilizados de manera estructural tanto en muros de carga y de contención.

Pruebas a la compresión simple

Objetivo de la prueba:

Determinar la resistencia a la compresión simple de bloques bajo condiciones inalteradas o remodeladas, aplicando cargas axial, usando cualquiera de los métodos de resistencia controlada o deformación controlada.

Equipo



Aparato de compresión: conformado por una prensa para rotura de los bloques de velocidad controlada manual o mecánicamente, con capacidad suficiente para llegar a la carga de rotura. El dispositivo de medida de la fuerza aplicada debe tener una sensibilidad de 1% de la resistencia a la compresión simple de la muestra ensayada.

Balanzas que den el peso de la muestra con una precisión del 0.1% de su peso total.

Procedimiento de prueba a la compresión simple

- Montarse el espécimen, con su base y cabezal ya instalados bien centrado bajo el marco del agua.
- Colocando una pequeña pesita en la ménsula, asegúrese un buen contacto entre el espécimen y el marco de carga a través del balín y la placa del cabezal.
- Móntese un extensómetro sensible al centímetro de milímetro en su soporte, ajústese la lectura inicial a cero.
- Échese a andar un cronómetro y simultáneamente aplíquese el primer incremento de carga a la ménsula. Antes de aplicar el siguiente incremento de carga deberá observarse y registrarse la lectura del extensómetro, cada incremento debe aplicarse durante un minuto.
- Conforme la muestra se acerque a la falta deberá ser cuidadosamente observada para detectar sus grietas o posibles planos de falta y otros puntos de interés.
- Si la muestra falla bruscamente regístrese el tiempo transcurrido tras la aplicación del último incremento de carga, si no hay deformación brusca la



prueba se dará por terminada cuando la muestra tenga una deformación de un 20%.

- Quítese la muestra del aparato y hágase un esquema de su falta y agrietamientos a una escala correcta.
- Córtese una laja delgada, de unos 3 mm de espesor, paralela al plano de falla, para determinación del contenido de humedad.
- Calcúlese las deformaciones correspondientes a los diferentes esfuerzos y dibújese un diagrama de esfuerzo deformación.

6.3 Cemento como material de mezcla.

Es el material básico de la estabilización del suelo, comprende un promedio de 5 al 25% en peso de la mezcla seca. La selección del tipo de cemento y el porcentaje a emplearse en la mezcla dependerá de las condiciones particulares de cada proyecto (principalmente la resistencia requerida) y de la economía.

El cemento Portland está definido por la norma ASTM C-150- 89, como el producto de silicatos de calcio hidráulico. Las composiciones de las materias primas principales son: Materiales calcáreos y materiales arcillosos, de los cuales se derivan los principales constituyentes que son: cal, sílice y alúmina, además con pequeñas cantidades de óxido de hierro, magnesia, trióxido de sulfuro, álcalis y bióxido de carbono.

Los elementos cal, sílice, alúmina y hierro se combinan para formar el siguiente compuesto: silicato tricálcico; cuyas propiedades influyen en las características más importantes del cemento, las cuales son: Tiempo de fraguado y resistencia. Se fabrican diferentes tipos de cemento para determinar propiedades físicas y químicas para casos especiales.



La norma ASTM C-150 describe ocho tipos de cemento Portland

6.4 Marco Legal

La industria moderna ha cimentado su desarrollo en un conjunto de reglas que determinan las características que deben cubrir los materiales, los productos, la maquinaria o los procedimientos.

Dichas reglas implementadas adecuadamente, constituyen los estándares o normas industriales, cuya aplicación ha sido factor determinante del desarrollo científico y tecnológico, solo alcanzado por algunos países de nuestro planeta.

Las normas establecen con precisión el reconocimiento de calidad, estimulando la confianza del consumidor, dan prestigio al fabricante, fomentan la organización de estructuras sólidas para el incremento de una producción masiva, simplificando los procesos y aumentando la eficiencia del trabajo, reducen los costos y aumentan los beneficios.

En general se dice que una norma (una regla) es la que determina dimensiones, composición y demás características que debe poseer un material producto u objeto industrial; establecido de común acuerdo con la autoridad gubernamental competente y los principales usuarios; la cual se usará como base comparativa durante un tiempo determinado.

En los Estados Unidos de América se establecieron las bases para el desarrollo industrial por medio de asociaciones o sociedades, las cuales son agrupaciones científicas y técnicas de profesionales. Científicos expertos que a través de comités o grupos de trabajo desarrollan las normas, teniendo por objetivo suministrar los conocimientos, experiencias y habilidades



de sus miembros relativas a los materiales, productos, componentes, sistemas, servicios y múltiples actividades, de tal manera que resulten efectivamente útiles a la industria, gobierno, instituciones educativas, profesionales y público en general, a través de acciones cooperativas y especializadas.

A continuación mencionaremos algunas:

A.I.S.I.- (American Iron and Steel Institute) Instituto Americano del Hierro y el Acero.

A.S.M.E. - (American Society of Mechanical Engineers) Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

A.S.T.M.- (American Society of testing Materials) Sociedad Americana para prueba de Materiales.

A.W.S.- (American Welding Society) Sociedad Americana de soldadura. S.A.E.- (Society American of Engineers) Sociedad Americana de Ingenieros.

N.E.M.A.- (Nacional Electrical Manufacturers) Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Eléctricos.

A.N.S.I.- (American Nacional Standars Institute) Instituto Nacional Americano de Estándares¹



7 Operacionalización de Variables

Definición de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	REGISTRO
GENERAL				
Unidades de mampostería	Elemento que en conjunto se utiliza para elaborar una mampostería. Puede ser de diversos materiales piedra, barro, arcilla cocida, concreto, vidrio, etc. Por lo general tiene forma de prima rectangular.	Unidades de mampostería a base de plástico reciclado, arena-cemento.	<ul style="list-style-type: none"> • 7 días • 14 días • 28 días 	Fichas del comportamiento de las unidades de mampostería
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	REGISTRO
ESPECIFICAS				
Pruebas y análisis de laboratorio a los 7 días de unidades de mampostería.	Elemento que en conjunto se utiliza para elaborar una mampostería. Puede ser de diversos materiales piedra, barro, arcilla cocida, concreto, vidrio, etc. Por lo general tiene forma de prima rectangular.	Unidades de mampostería a base de plástico reciclado, arena-cemento.	Pruebas a los 7 días	Fichas del comportamiento de las unidades de mampostería a 7 días
Pruebas días y análisis de	Elemento que en conjunto se utiliza para elaborar una	Unidades de mampostería a base de	Pruebas a los 14 días	Fichas del comportamiento de las unidades de mampostería a 14 días



Universidad Gerardo Barrios
Facultad de Ingeniería y Arquitectura

laboratorio a los 14 días de unidades de mampostería.	mampostería. Puede ser de diversos materiales piedra, barro, arcilla cocida, concreto, vidrio, etc. Por lo general tiene forma de prima rectangular.	plástico reciclado, arena-cemento.		
Pruebas y análisis de laboratorio a los 28 días de unidades de mampostería.	Elemento que en conjunto se utiliza para elaborar una mampostería. Puede ser de diversos materiales piedra, barro, arcilla cocida, concreto, vidrio, etc. Por lo general tiene forma de prima rectangular.	Unidades de mampostería a base de plástico reciclado, arena-cemento.	Pruebas a los 28 días	Fichas del comportamiento de las unidades de mampostería a 28 días



8 Metodología de la Investigación

8.1 Descripción del Método

La presente investigación está basada en el método científico con características descriptivas-experimentales ya que las características descriptivas conllevan la descripción del análisis y diseño de prototipo de maquina triturador y del bloque elaborado con material de plástico reciclado, la descripción y caracterización de los materiales constructivos a utilizar, descripción de la pruebas y análisis de resistencia, absorción y compresión diagonal y flexión

Experimental porque se harán ensayos de resistencia a la compresión de los bloque con pruebas a 7, 14 y 28 días en el laboratorio de suelos y materiales, se realizará el diseño y elaboración de la mezcla para la fabricación de unidades de mampostería con material PET en fábrica de bloques Los Ángeles en la ciudad de San Miguel, los ensayos de resistencia a la compresión y absorción de los bloque que se realizaran a 7,14 y 28 días se harán en el Laboratorio de suelos de la UGB; las pruebas de ensayo a compresión diagonal y flexión de la pared modelo se realizaran en el Laboratorio de Estructuras de la UCA

Aplicando estos métodos los cuales serán sometidos a pruebas experimentales con normas establecidas, se harán análisis que nos permitirán establecer conclusiones que nos lleven a orientar el producto para uso de viviendas de primer nivel.



8.2 Población y Muestra

8.2.1 Población

La población para el estudio serán las unidades de mampostería, construidas a diferente proporción con el plástico reciclado y triturado, probado a los 7,14 y 28 días.

8.2.2 Muestra

Estará conformada por 10 unidades, que serán sometidas a las pruebas correspondientes y utilizadas en la construcción de la pared modelo.

Los resultados obtenidos en la muestra serán los representativos para inferir el comportamiento de toda la población.

8.3 Recolección de Datos

8.3.1 Técnica e instrumento

La técnica está contemplada en varios aspectos primero la trituración del plástico, luego la dosificación de materiales (arena, cemento, plástico), seguido la elaboración de unidades de mampostería atendiendo las dimensiones que presenta la demanda del mercado de 1.00x25x0.05, seguidamente se llevará el control del tiempo 7,14,28 días de las unidades, se realizarán las pruebas correspondientes de laboratorio y se finalizará con el instrumento donde se hará el llenado de la hoja descriptiva de datos.



8.4 Procedimiento de la Investigación

Para lograr esta investigación se ha planteado el problema, conceptualizando y justificado el tema, se ha definido: un objetivo general y varios específicos, las limitantes, los alcances y las estrategias a considerar.

En ella incluiremos la Metodología, la cual definió los pasos a seguir de manera ordenada para la realización de la investigación de la siguiente manera:

Planteamiento del Problema

Conceptualización del Tema

Justificación

Objetivos

Limites

Alcances

Estrategias

Descripción de la Metodología

A manera de describir y verificar el desarrollo de la investigación se utilizarán diferentes mecanismos:

- ✓ Recopilación de datos bibliográficos
- ✓ Verificación de datos
- ✓ Reciclaje de plástico
- ✓ Diseño y construcción de máquina trituradora
- ✓ Acopio de materiales
- ✓ Alianza con empresa para la elaboración de bloques
- ✓ Construcción de unidades de mampostería



- ✓ Pruebas y análisis de las unidades
- ✓ Construcción de pared modelo
- ✓ El procesamiento de datos se hará mediante la utilización de software como AutoCAD, Sketchup, Excel.
- ✓ Utilización de maquinaria como trituradora de material plástico, bloquera, maquina universal para compresión
- ✓ Presentación de resultados

8.4.1 Procesamiento de datos

Los datos se procesaran mediante los análisis que ser hará de la realización de ensayos para caracterizar el comportamiento mecánico de especímenes según polímero, Absorción y Compresión

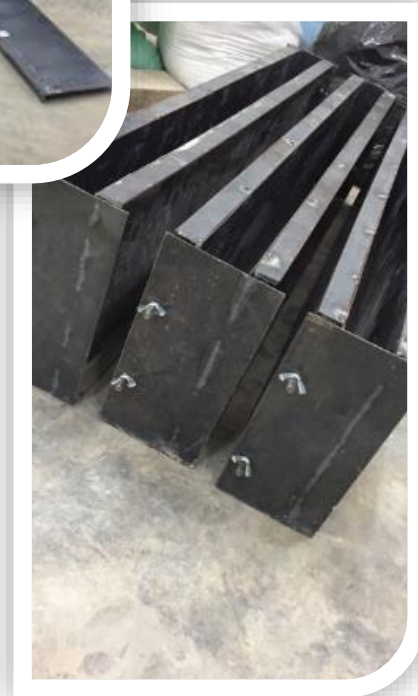
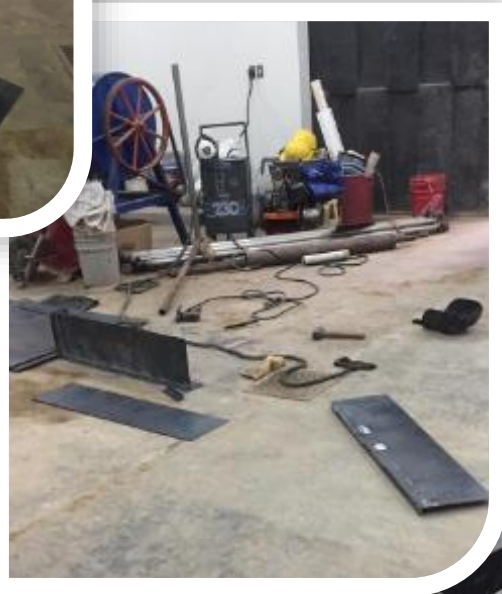
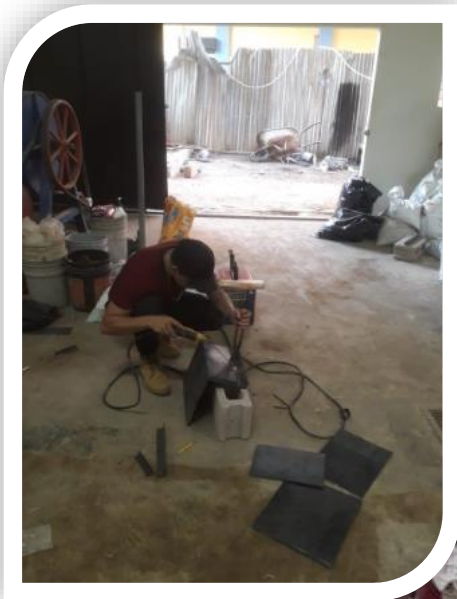
8.4.2 Codificación y tabulación de datos

Nuestros códigos están basados como se detalla a continuación

- Control 1: a los 7 días
- Control 2: a 14 días
- Control 3: a los 28 días

9 Proceso de elaboración de moldes para placas de mampostería de concreto

Construcción de moldes



Proceso de fabricación de placas de mampostería

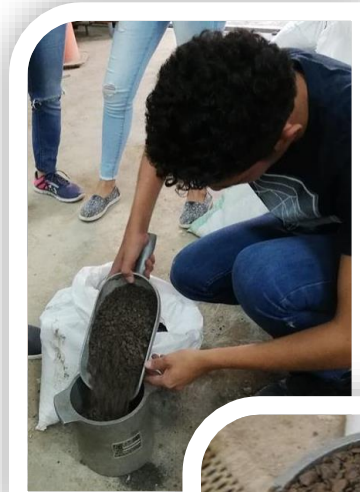
Proporción para la fabricación de placas de mampostería de concreto, incorporándole polímero reciclado (PET)

Recipiente 0.0028 m³

PRUEBA DE PROPORCIÓN 1.

Cemento
Arena
Chispa
PET

Proporción 1 : 2 : 1 : 1



PRUEBA DE PROPORCIÓN 2.

Cemento
Arena
Chispa
PET

Proporción 1 : 2 : 1.5 : 0.5



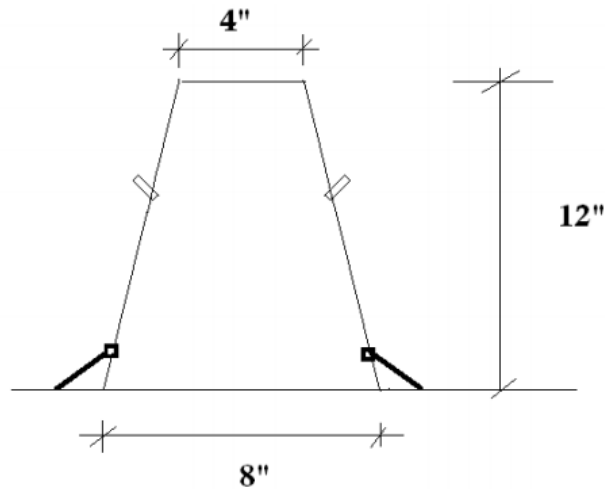
Colocación de materiales para hacer la mezcla



Prueba de revenimiento

NORMAS ASTM C 143-00 “Standard test method for slump of portland cement concrete.”(Método estándar para la prueba de revenimiento en el concreto de cemento portland).

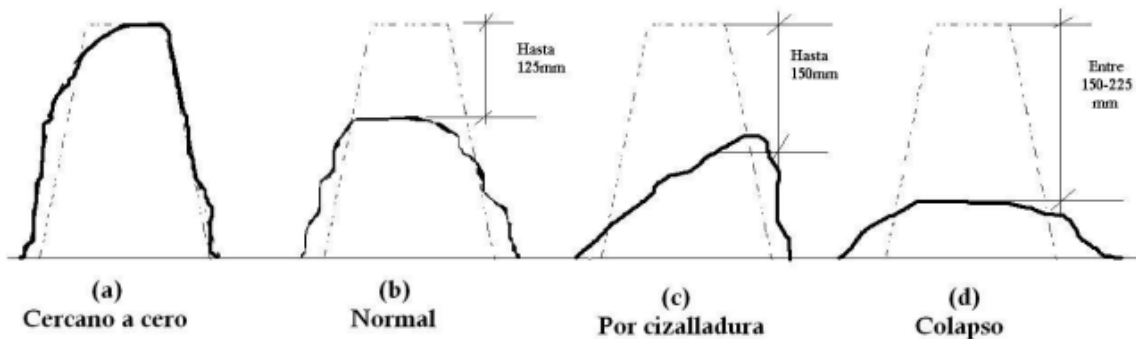
Para realizar esta prueba se utiliza un molde en forma de cono truncado de 12 “ de altura, con un diámetro inferior en su base de 8”, y en la parte superior un diámetro de 4”, tal como se muestra en la figura 1:



Molde para prueba de revenimiento

Una vez ya mezclado el concreto, se procede a llenar este molde con la mezcla

Se le llama revenimiento a la diferencia de altura que hay entre la parte superior del molde y la parte superior de la mezcla fresca cuando ésta se ha asentado después de retirar el molde. Esta distancia se expresa generalmente en cm y varía según la fluidez del concreto. La forma que adopta el cono de la mezcla de concreto puede ser:



Formas que adopta la mezcla en la prueba de revenimiento



- a) **Revenimiento cercano a cero:** Puede ser el resultado del concreto que tiene todos los requisitos de trabajabilidad pero con poco contenido de agua, o se trata de un concreto hecho con agregados grueso que permiten que el agua drene fuera de la mezcla de concreto sin que se produzca algún cambio de volumen.
- b) **Revenimiento normal:** Se trata de concreto con buena o excelente trabajabilidad. El revenimiento usado para concreto estructural se sitúa entre 2 y 7 pulgadas.
- c) **Revenimiento por cizalladura o cortante:** Indica que el concreto carece de plasticidad y cohesión. Un resultado satisfactorio de esta prueba es cuestionable.
- d) **Colapso en el revenimiento:** Indica un concreto obtenido con concretos pobres, hechos con agregados gruesos en exceso o mezclas extremadamente húmedas. En este tipo de concretos, el mortero tiende a salir del concreto, quedando el material grueso en el centro del cono. Hay segregación. Debido a los múltiples factores que afectan la trabajabilidad (contenido de agua de la mezcla, tamaño máximo de los agregados, granulometría, forma y textura, etc.) la prueba de revenimiento, si bien proporciona una indicación de la consistencia y en ciertas mezclas también de la trabajabilidad, no es capaz de distinguir entre mezclas de características distintas, pero es muy útil para detectar las variaciones de uniformidad y humedad de la mezcla.

Nota: Si el revenimiento es menor de $\frac{1}{4}$ ”; es decir, no tiene revenimiento (revenimiento “cero”), este concreto puede ser ensayado por varios medios que son descritos en ACI 211.3 “Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete” (Guía para la selección de proporciones para concreto sin revenimiento). Procedimiento de la prueba de revenimiento de mezcla que se utilizó para placas de mampostería de concreto. La cual dio un resultado de 4 pulgadas de revenimiento

Muros Estructurales

Definición General Los muros estructurales son elementos de concreto armado, esencialmente diseñados para resistir combinaciones de momentos, fuerzas cortantes y fuerzas axiales (ver Figura), generadas principalmente por el viento, sismos y acciones

gravitacionales. Morfológicamente son elementos con un desarrollo en altura de gran magnitud, contra un ancho intermedio y un espesor pequeño.

El uso de muros estructurales de concreto armado ubicados adecuadamente dentro de una construcción proporciona rigidez y resistencia a la estructura, necesaria para controlar las deflexiones laterales y limitar los efectos de torsión.

Debido a que una gran parte, si no la totalidad, de la carga lateral, y la fuerza cortante horizontal se transfieren a estos elementos estructurales, anteriormente han llegado a denominarse como muros de cortante o corte. Sin embargo el corte no es lo único experimentado como sollicitación en estos elementos, tanto la carga axial como la flexión pueden manifestarse de manera notable. Por lo que, para generalizar, el termino muros estructurales será utilizado en preferencia a muros de cortante en este trabajo de investigación.

Las edificaciones de niveles múltiples se han hecho más altas y esbeltas, por lo que, con esta tendencia el análisis de muros estructurales es una parte importante del diseño. Los muros estructurales bien diseñados en las áreas sísmicas poseen un buen historial, no solo pueden proporcionar seguridad estructural adecuada, sino que también pueden dar gran protección contra daño no estructural costoso durante las perturbaciones sísmicas moderadas.

Cabe destacar que a diferencia de los sistemas estructurales aporticados, los sistemas formados por muros estructurales suelen ser más rígidos por lo que se les acostumbra diseñar con un factor de reducción de respuesta menor, sin embargo para edificaciones relativamente altas la rigidez es pieza fundamental para propiciar la estabilidad durante acciones sísmicas, además con el

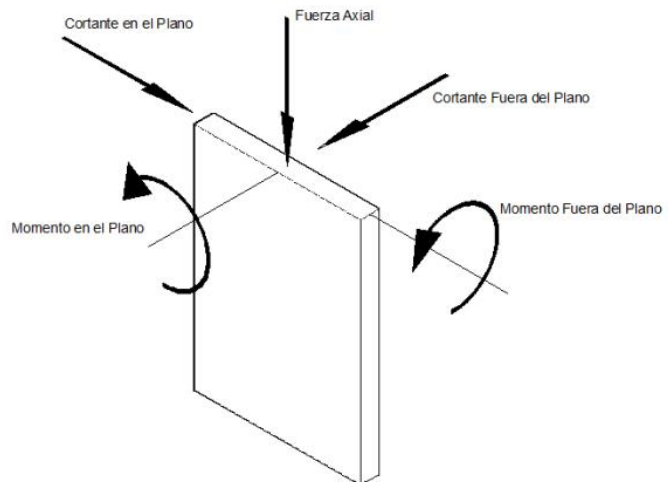


Figura 2.1 Acciones sobre un Muro. (Pablo Zuñiga M. 2005).

diseño apropiado los muros estructurales también pueden ser utilizados para disipar energía.

Clasificación de Muros Estructurales

Según su Esbeltez

Los muros estructurales se clasifican principalmente según su esbeltez ya que esta propiedad influye directamente sobre su modo crítico de resistencia. La esbeltez es definida como la relación entre la altura del muro y el lado mayor de la sección transversal de este.

$$\frac{h_w}{l_w} \leq 2 \rightarrow \text{Muros Estructurales Bajos.}$$

- Muros Estructurales Bajos. Por lo general estos muros estructurales de baja altura solo transmiten cargas de gravedad muy pequeñas, razón por la cual se ignora su efecto benéfico derivado al menos para la resistencia a cortante, además ya que su brazo de palanca interno disponible es relativamente grande, por lo que la estructura se ve menos afectada por la flexión ejercida por las cargas laterales. En general los muros estructurales bajos suelen ser controlados por corte.

$$\frac{h_w}{l_w} > 2 \rightarrow \text{Muros Estructurales Altos.}$$

- Muros Estructurales Altos. Estos elementos transmiten grandes cargas gravitacionales a la base de la estructura, lo que genera una mejor resistencia al corte, sin embargo se ven más afectados a la flexión ejercida por las cargas laterales debido a que la magnitud del brazo de palanca interno disponible es pequeño. Lo dicho anteriormente nos demuestra que los muros estructurales altos son mayormente controlados por flexión.

Según la Forma de su Sección Transversal es una práctica común en la arquitectura y en el diseño estructural de los edificios, aprovechar el perímetro de las plantas y núcleos de circulación, para la ubicación y la configuración de los muros estructurales. Esta práctica

permite con facilidad a los diseñadores, incorporar secciones transversales I, T, L, U, H ó formas angulares de secciones transversales, a lo largo de toda la altura del edificio. Aunque para los muros, se prefieren las secciones simétricas, abundan otras diversas debidas a la configuración de las plantas, tal como se muestra en la figura.

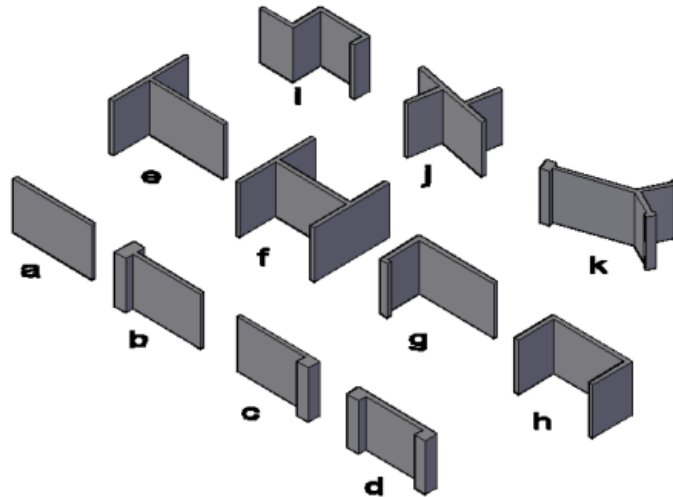


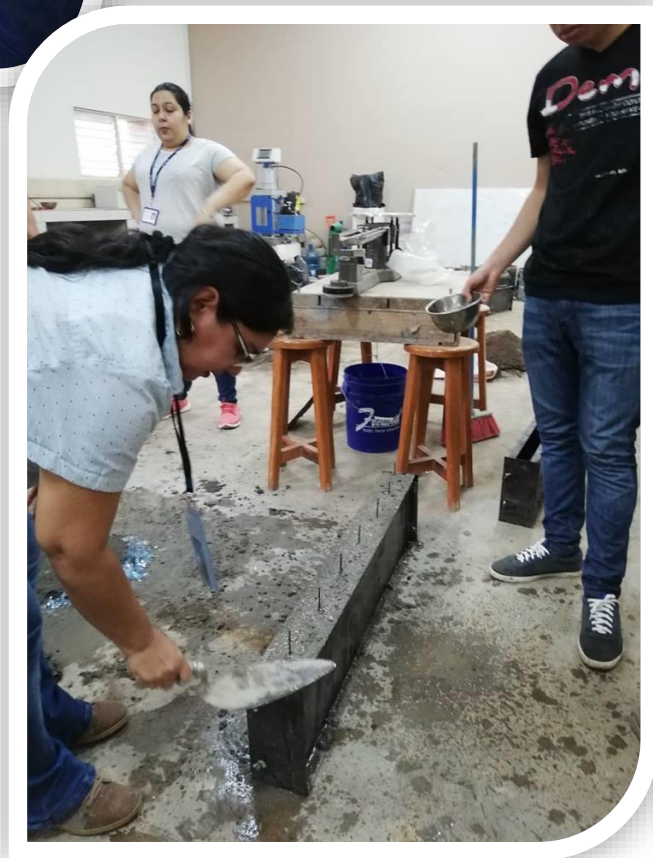
Figura 2.2 Secciones de Muros Comunes (Paulay & Priestley, 1991).





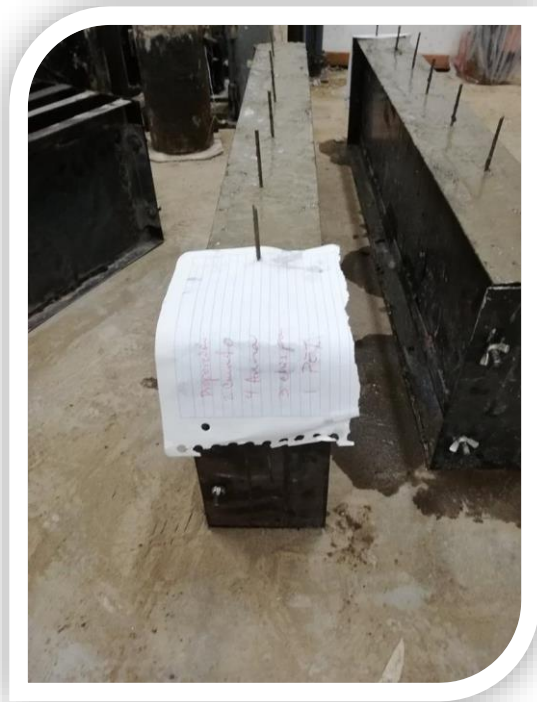
Colocación de mezcla en moldes para elaboración de placas







Secado de placas de concreto



Retiro de moldes de la placa de concreto



Curado de placas



Pruebas realizadas a placa

Peso



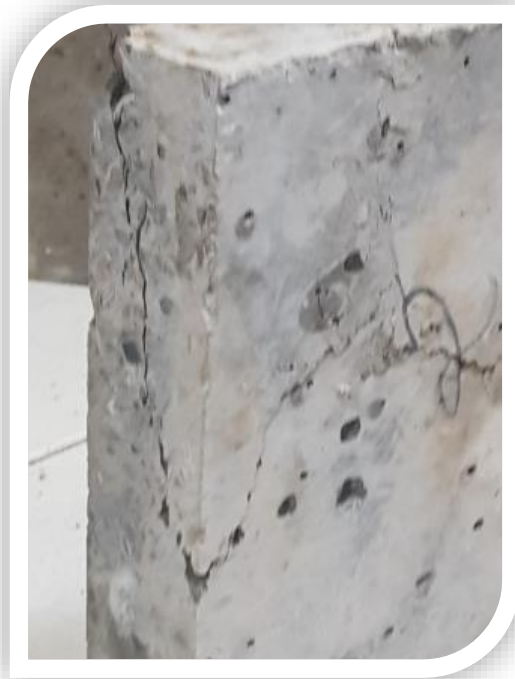
Ensayo



Muestra #1 de ruptura



Muestra #2 de ruptura



Muestra de pared de losas de concreto

Columnas

Las columnas son de 15 x 15 cm reforzadas con varilla de 3/8"

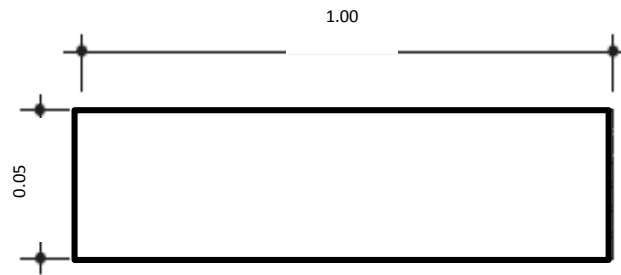
Paredes

Placas de concreto elaboradas con material PET con espesor de 5cm. Ancho 25 y largo 1.00m reforzada con malla electrosoldada.

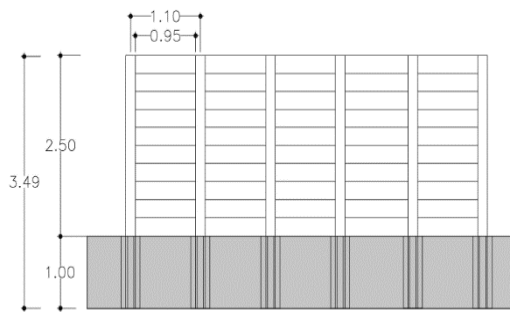
Barda Prefabricada

Características

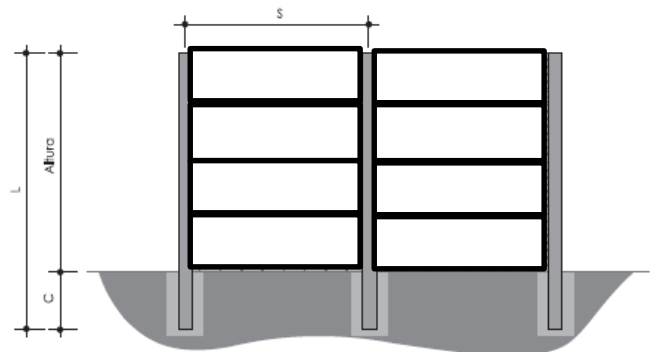
- Placa de concreto - PET de 5 cm. de espesor reforzada malla electrosoldada.
- Columna de 15 x 15 cm reforzada con armadura de acero grado 70
- Acabado liso
- Esfuerzo a compresión del concreto $f_{1c} = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3,000psi)
- Límite de fluencia del acero de refuerzo: $f_{1y} = 4,922 \text{ kg/cm}^2$



Detalle de Placa Manual



Pared Prefabricada
Esc. 1:100





Placa sin PET

PLANILLA DE BARDAS										
MEDIDAS EXPRESADAS EN METROS										
TIPO	ALTURA UTIL	SEPARACION (s)	LARGO	ALTURA	PESO DE PLACA (KG)	C	POSTE	L	PESO DE POSTE EN KG	MONTAJE
1.0	0.25	1.10	1.0	0.25	51.48	1.0		4.0	163.60	Manual

Prueba 7 días

Placa con PET proporción 1: 2 : 1 : 1

PLANILLA DE BARDAS										
MEDIDAS EXPRESADAS EN METROS										
TIPO	ALTURA UTIL	SEPARACION (s)	LARGO	ALTURA	PESO DE PLACA (KG)	C	POSTE	L	PESO DE POSTE EN KG	MONTAJE
1.0	0.25	1.10	1.0	0.25	25.51	1.0		4.0	163.60	Manual

Carga: 1,551 kg/f

Placa con PET proporción 1: 2: 1.5: 0.5 (muestra utilizada para hacer prueba de pared)

PLANILLA DE BARDAS										
MEDIDAS EXPRESADAS EN METROS										
TIPO	ALTURA UTIL	SEPARACION (s)	LARGO	ALTURA	PESO DE PLACA (KG)	C	POSTE	L	PESO DE POSTE EN KG	MONTAJE
1.0	0.25	1.10	1.0	0.25	26.75	1.0		4.0	163.60	Manual

Carga: 2,469 kg/f

Prueba 14 días

Placa con PET proporción 1: 2: 1: 1

PLANILLA DE BARDAS										
MEDIDAS EXPRESADAS EN METROS										
TIPO	ALTURA UTIL	SEPARACION (s)	LARGO	ALTURA	PESO DE PLACA (KG)	C	POSTE	L	PESO DE POSTE EN KG	MONTAJE
1.0	0.251	1.10	1.0	0.25	24.55	1.0		4.0	163.60	Manual

Carga: 3,032 kg/f

Placa con PET proporción 1: 2: 1.5: 0.5 (muestra utilizada para hacer prueba de pared)

PLANILLA DE BARDAS										
MEDIDAS EXPRESADAS EN METROS										
TIPO	ALTURA UTIL	SEPARACION (s)	LARGO	ALTURA	PESO DE PLACA (KG)	C	POSTE	L	PESO DE POSTE EN KG	MONTAJE
1.0	0.257	1.10	1.0	0.25	25.59	1.0		4.0	163.60	Manual

Carga: 4,941 kg/f

Prueba 28 días

Placa con PET proporción 1: 2: 1: 1

PLANILLA DE BARDAS										
MEDIDAS EXPRESADAS EN METROS										
TIPO	ALTURA UTIL	SEPARACION (s)	LARGO	ALTURA	PESO DE PLACA (KG)	C	POSTE	L	PESO DE POSTE EN KG	MONTAJE
1.0	0.251	1.10	1.0	0.25	23.53	1.0		4.0	163.60	Manual

Carga: 3,040 kg/f

Placa con PET proporción 1: 2: 1.5: 0.5 (muestra utilizada para hacer prueba de pared)

PLANILLA DE BARDAS										
MEDIDAS EXPRESADAS EN METROS										
TIPO	ALTURA UTIL	SEPARACION (s)	LARGO	ALTURA	PESO DE PLACA (KG)	C	POSTE	L	PESO DE POSTE EN KG	MONTAJE
1.0	0.255	1.10	1.0	0.25	25.50	1.0		4.0	163.60	Manual

Carga: 6,363 kg/f

Esfuerzos de placa a los 7 días

$$\delta = F/A$$

$$\delta = 2,325\text{Kg}/414.92 \text{ Cm}^2 = 5.60 \text{ Kg/Cm}^2 * 6 \text{ partes}$$

$$\delta = 33.6 \text{ Kg/Cm}^2 \text{ esfuerzo total de la placa}$$

Para calcular el esfuerzo de una pared se necesitaron 10 placas, a una altura de 2.5 mt. De alto se analizó la carga obteniendo el siguiente resultado:

Esfuerzo de una placa

$$\delta = 33.6 \text{ Kg/Cm}^2 * 10 \text{ placas} = 336 \text{ Kg/Cm}^2 \text{ por pared} * 5\% \text{ de carga de techo}$$

$$\text{Dando un total de esfuerzo en pared} = 352.8 \text{ Kg/Cm}^2$$

Esfuerzos de placa a los 28 días

$$\delta = F/A$$

$$\delta = 4,250\text{Kg}/414.92 \text{ Cm}^2 = 10.24 \text{ Kg/Cm}^2 * 6 \text{ partes}$$

$$\delta = 61.45 \text{ Kg/Cm}^2 \text{ esfuerzo total de la placa}$$

Para calcular el esfuerzo de una pared se necesitaron 10 placas, a una altura de 2.5 mt. De alto se analizó la carga obteniendo el siguiente resultado:



Esfuerzo de una placa

$$\delta = 61.45 \text{ Kg/Cm}^2 * 10 \text{ placas} = 614.5 \text{ Kg/Cm}^2 \text{ por pared} * 5\% \text{ de carga de techo}$$

Dando un total de esfuerzo en pared = 645.22 Kg/Cm²


Costo de placa

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Sub total	Costo total
2	Cemento	\$1.50	\$3.00	\$6.50
4	Arena	\$0.25	\$1.00	
3	Chispa	\$0.33	\$1.00	
1	PET	\$1.50	\$1.50	



10 Presentación de Resultados de laboratorio

Resultados a los 7 días



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA




LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES


Ensayo de resistencia a la compresión en cubos de Mortero

PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los cubos.

NORMA ASTM C – 109

Cubo No.	1	2	
Fecha de elaboración	29/10/18	29/10/18	
Fecha de ensayo	05/11/18	05/11/18	
Edad del cubo (días)	7	7	
Peso (gr.)	267,69	276,77	
Lado 1 (cm)	5	5	
Lado 2 (cm)	5	5	
Altura (cm)	5	5	
Peso volumétrico (kg/m ³)	2141,52	2214,16	
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	2028,40	2404,60	
Carga de ruptura (kg fuerza)	922,00	1093,00	
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	36,88	43,72	
Resistencia de diseño (kg/cm ²)	140,00	140,00	
% obtenido	26,34	31,23	
Espécimen			
% obtenido	26,34	31,23	
Dosificación	1:Cemento, 2:Arena, 1:Chispa, 1:PET.		
Colocación	Muestra de Prueba		



Ing. René A. Martínez.
Administrador.



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA




LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Ensayo de resistencia a la compresión en cubos de Mortero

PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los cubos.

NORMA ASTM C - 109

Cubo No.	1		
Fecha de elaboración	29/10/18		
Fecha de ensayo	05/11/18		
Edad del cubo (días)	7		
Peso (gr.)	281,5		
Lado 1 (cm)	5		
Lado 2 (cm)	5		
Altura (cm)	5		
Peso volumétrico (kg/m ³)	2252,00		
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	2800,60		
Carga de ruptura (kg fuerza)	1273,00		
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	50,92		
Resistencia de diseño (kg/cm ²)	140,00		
Espécimen			
% obtenido	36,37		
Dosificación	1:Cemento, 2:Arena, 1.5:Chispa, 0.5:PET.		
Colocación	<i>Muestra de Prueba</i>		



Ing. René A. Martínez.

Administrador.



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

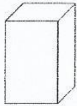
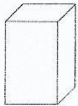
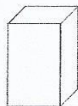
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Ensayo de resistencia a la compresión de mampostería

Normas ASTM C – 39

PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los prismas

Prisma No.	1	2	
Fecha de elaboración	29/10/18	29/10/18	
Fecha de ensayo	05/11/18	05/11/18	
Edad (días)	7	7	
Peso (gr.)	4252	3573	
b1 (cm)	16,00	13,00	
b2 (cm)	5,10	5,40	
Altura (cm)	25,30	25,00	
Revenimiento (pulg)	---	---	
Área de contacto (cm ²)	81,60	70,20	
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	3412,20	2950,20	
Carga de ruptura (kg fuerza)	1551	1341	
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	19,01	19,10	
Diseño (kg/cm ²)	140,00	140,00	
Espécimen			
Porcentaje obtenido (%)	13,58	13,64	
Dosificación	1:Cemento, 2:Arena, 1:Chispa, 1:PET.		

Colocación:

Mezcla de prueba.



Ing. Rene A. Martínez Segovia

Admón.. Laboratorio de Suelos y Materiales



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Ensayo de resistencia a la compresión de mampostería

Normas ASTM C – 39

PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los prismas

Prisma No.	1	2	
Fecha de elaboración	29/10/18	29/10/18	
Fecha de ensayo	05/11/18	05/11/18	
Edad (días)	7	7	
Peso (gr.)	4459	4288	
b1 (cm)	16,40	15,00	
b2 (cm)	5,00	5,20	
Altura (cm)	25,30	25,50	
Revenimiento (pulg)	---	---	
Área de contacto (cm ²)	82,00	78,00	
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	5115,00	5431,80	
Carga de ruptura (kg fuerza)	2325	2469	
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	28,35	31,65	
Diseño (kg/cm ²)	140,00	140,00	
Espécimen			
Porcentaje obtenido (%)	20,25	22,61	
Dosificación	1:Cemento, 2:Arena, 1.5:Chispa, 0.5:PET.		

Coteoación:

Mezcla de prueba.



Ing. Rene A. Martínez Segovia

Admón.. Laboratorio de Suelos y Materiales

Resultados a los 14 días



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA


LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Ensayo de resistencia a la compresión de mampostería

Normas ASTM C - 39

PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los prismas

Prisma No.	3		
Fecha de elaboración	29/10/18		
Fecha de ensayo	14/11/18		
Edad (días)	16		
Peso (gr.)	4266		
b1 (cm)	14,70		
b2 (cm)	5,40		
Altura (cm)	25,70		
Revenimiento (pulg)	—		
Área de contacto (cm ²)	79,38		
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	10870,20		
Carga de ruptura (kg fuerza)	4941		
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	62,24		
Diseño (kg/cm ²)	140,00		
Especimen			
Porcentaje obtenido (%)	44,46		
Dosificación	1:Cemento, 2:Arena, 1.5:Chispa, 0.5:PET.		

Coteación:

Mezcla de prueba.



Ing. Rene A. Martínez Segovia

Admón.. Laboratorio de Suelos y Materiales



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Ensayo de resistencia a la compresión de mampostería

Normas ASTM C - 39

PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los prismas

Prisma No.	3		
Fecha de elaboración	29/10/18		
Fecha de ensayo	14/11/18		
Edad (días)	18		
Peso (gr.)	4092		
b1 (cm)	14,40		
b2 (cm)	5,50		
Altura (cm)	25,10		
Revenimiento (pulg)	---		
Área de contacto (cm ²)	79,20		
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	6679,20		
Carga de ruptura (kg fuerza)	3036		
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	38,33		
Diseño (kg/cm ²)	140,00		
Espécimen			
Porcentaje obtenido (%)	27,38		
Dotificación	1:Cemento, 2:Arena, 1:Chiapa, 1:PET.		

Dotificación:

Mezcla de prueba.




Ing. Rene A. Martínez Segovia

Admón.. Laboratorio de Suelos y Materiales



Resultados a los 28 días



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA




LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Ensayo de resistencia a la compresión de mampostería

Normas ASTM C - 39

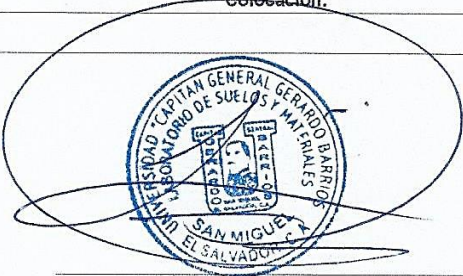
PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los prismas

Prisma No.	4		
Fecha de elaboración	29/10/18		
Fecha de ensayo	26/11/18		
Edad (días)	28		
Peso (gr.)	4250		
b1 (cm)	15,30		
b2 (cm)	5,20		
Altura (cm)	25,50		
Revenimiento (pulg)	—		
Área de contacto (cm ²)	79,56		
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	13998,60		
Carga de ruptura (kg fuerza)	6363		
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	78,88		
Diseño (kg/cm ²)	140,00		
Especimen			
Porcentaje obtenido (%)	57,13		
Dosificación	1:Cemento, 2:Arena, 1.5:Chispa, 0.5:PET.		

Colocación:

Mezcla de prueba.



Ing. Rene A. Martínez Segovia

Admón.. Laboratorio de Suelos y Materiales



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA




LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Ensayo de resistencia a la compresión de mampostería

Normas ASTM C - 39

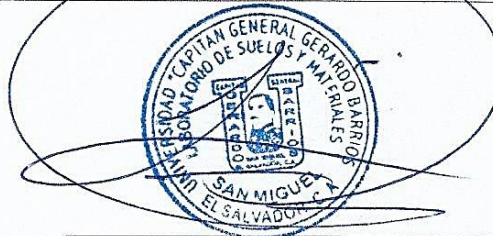
PROYECTO	Propuesta de procesos constructivos para viviendas en asentamientos urbanos, precarios de la ciudad de San Miguel
SOLICITO	Unidad de investigación FIA
LABORATORISTA	Ing. Wilmer Hernández Granados

Datos generales de los prismas

Prisma No.	4		
Fecha de elaboración	29/10/18		
Fecha de ensayo	26/11/18		
Edad (días)	28		
Peso (gr.)	3922		
b1 (cm)	14,30		
b2 (cm)	5,30		
Altura (cm)	25,10		
Revenimiento (pulg)	—		
Area de contacto (cm ²)	75,79		
Carga de ruptura (lbs. fuerza)	4488,00		
Carga de ruptura (kg fuerza)	2040		
Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	26,92		
Diseño (kg/cm ²)	140,00		
Especimen			
Porcentaje obtenido (%)	19,23		
Dosificación	1:Cemento, 2:Arena, 1:Chispa, 1:PET.		

Coteceación:

Mezcla de prueba.



Ing. Rene A. Martínez Segovia

Admón. Laboratorio de Suelos y Materiales



Mediante el proceso de elaboración y tomando en cuenta los resultados del laboratorio con base en la normativa que dice:

La norma ASTM C109

Método de prueba estándar para esfuerzo de compresión en mortero de cemento hidráulico (utilizando especímenes cubico de 50 mm).

Este método de prueba cubre la determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico utilizando muestra en forma de cubo de 2 pulg. (50mm).

La norma ASTM C 39

Método de ensayo estándar para esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto.

Este método de ensayo cubre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto tales como cilindros moldeados o núcleos taladrados. Están limitado al concreto que tengo un peso unitario mayor de 50 Lb/pe³ (800 Kg/m³)



11 Conclusiones y Recomendaciones

11.1 Conclusiones

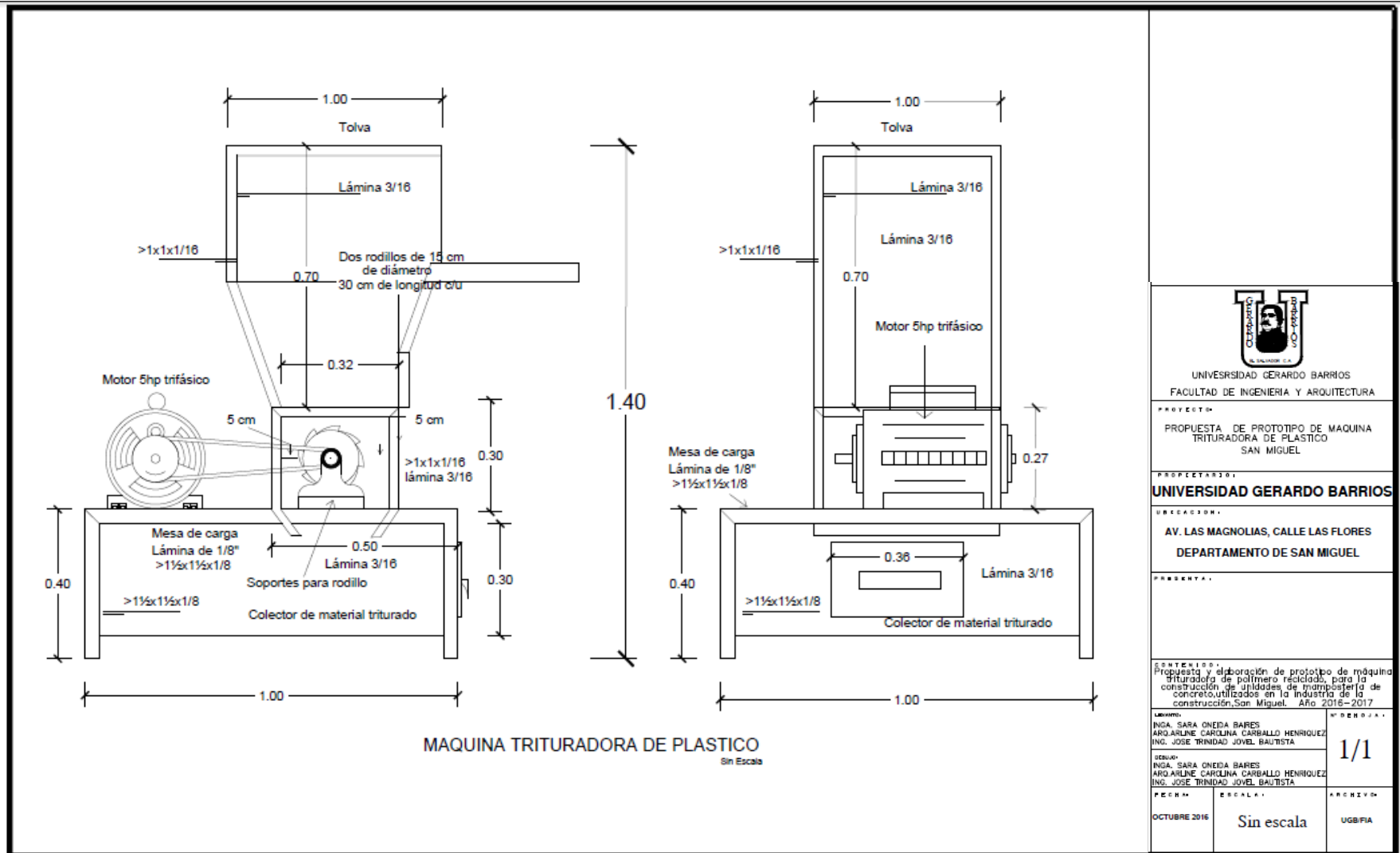
- Los planos de la máquina trituradora fueron presentados a las empresas para la presentación de las ofertas correspondientes y ser sometidas a la consideración de poder ordenar la compra de la misma.
- Se revisaron las proporciones a utilizar para cada una de las pruebas de los siete, catorce y veintiocho días.
- La construcción de las unidades de mampostería se realizará con una empresa bloquera de renombre en el municipio de San Miguel.
- Todas las unidades serán sometidas a las pruebas requeridas por la normativa correspondiente.
- La recolección y acopio de las unidades de plástico, facilitó la operatividad de la trituración en la maquina elaborada para tal fin.
- A menor cantidad de PET mayor resistencia
- No existe adherencia de PET con la mezcla de concreto pero si puede ser utilizada en viviendas que no requieran mayor capacidad de carga sobre las placas



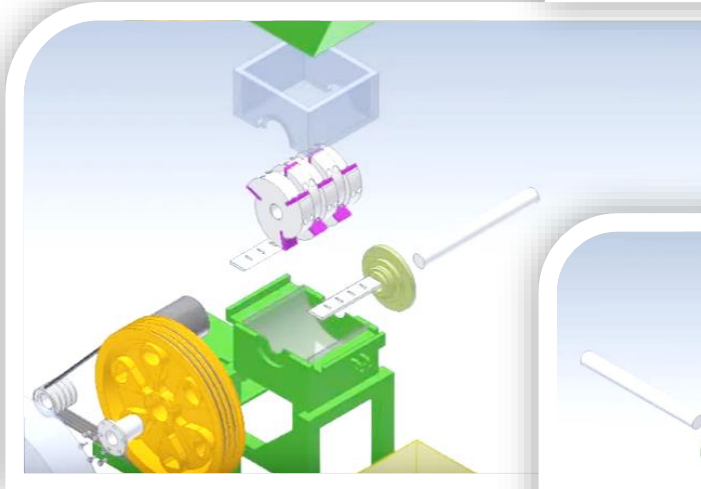
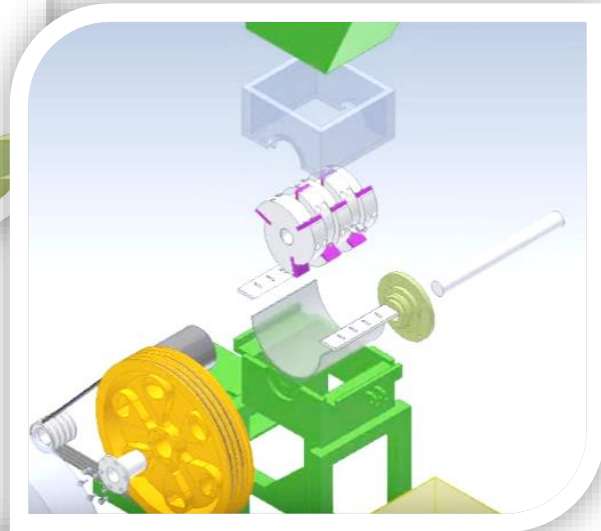
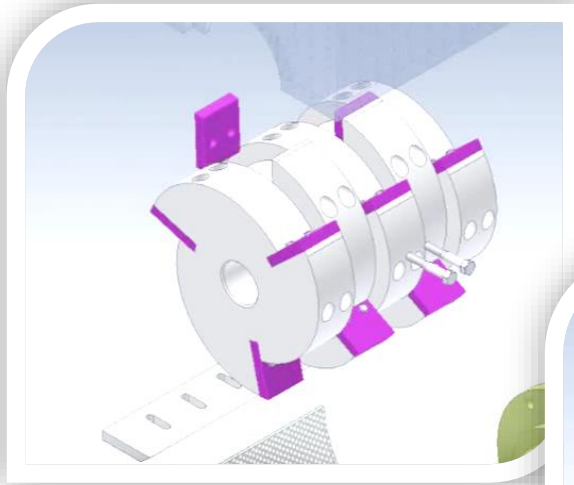
11.2 Recomendaciones

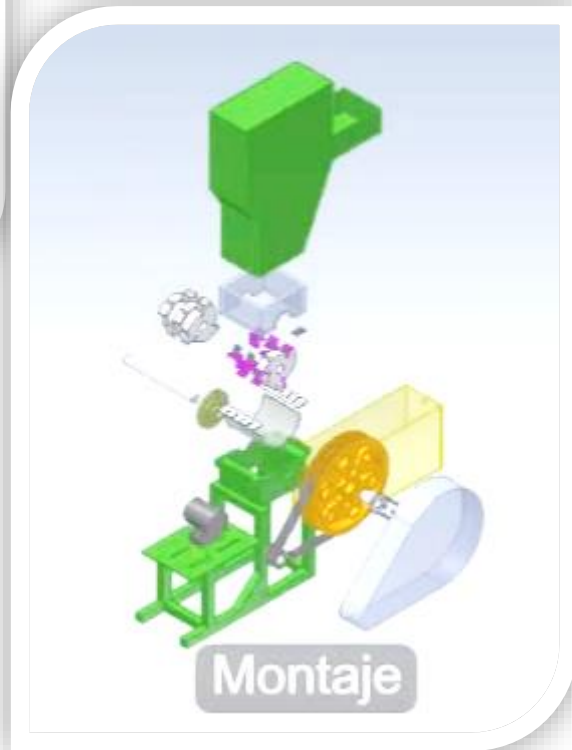
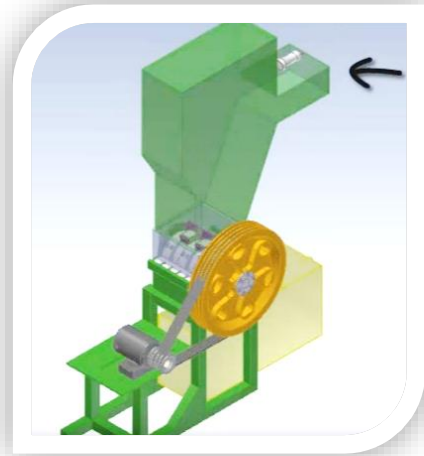
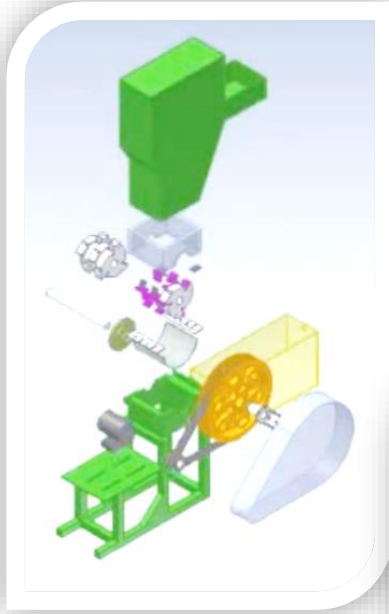
- Los diseños de la máquina trituradora deberán ser utilizados para la construcción de la misma sin características industriales, únicamente para la investigación.
- Los controles de los diferentes procedimientos de los siete, catorce y veintiocho días deberá de realizarse con personal de capacidad reconocida en el campo.
- Deberá controlar el procedimiento de la construcción de las unidades de mampostería en la fábrica que se determine.
- Elaborar formatos de control para recolectar de forma ordenada los datos generados por la realización de las pruebas y ensayos de laboratorio.
- Durante la operación de la máquina deberá dársele el mantenimiento adecuado para poder cumplir con los parámetros definidos por la cantidad de unidades a elaborar.
- En viviendas mínima por su tamaño y su altura sería una buena alternativa de proceso constructivo y una solución ecológica por ser amigable con el medio ambiente

12 Propuesta de diseño prototipo de máquina trituradora de material PET



Imágenes en 3D Máquina Trituradora de PET.







Bibliografía

asiplastic. (1 de octubre de 2016). *www.asiplastic.org*. Obtenido de *www.asiplastic.org*:
<http://www.asiplastic.org>

Ena, R. C. (julio 2008). *Metodos y tecnicas de investigación* .

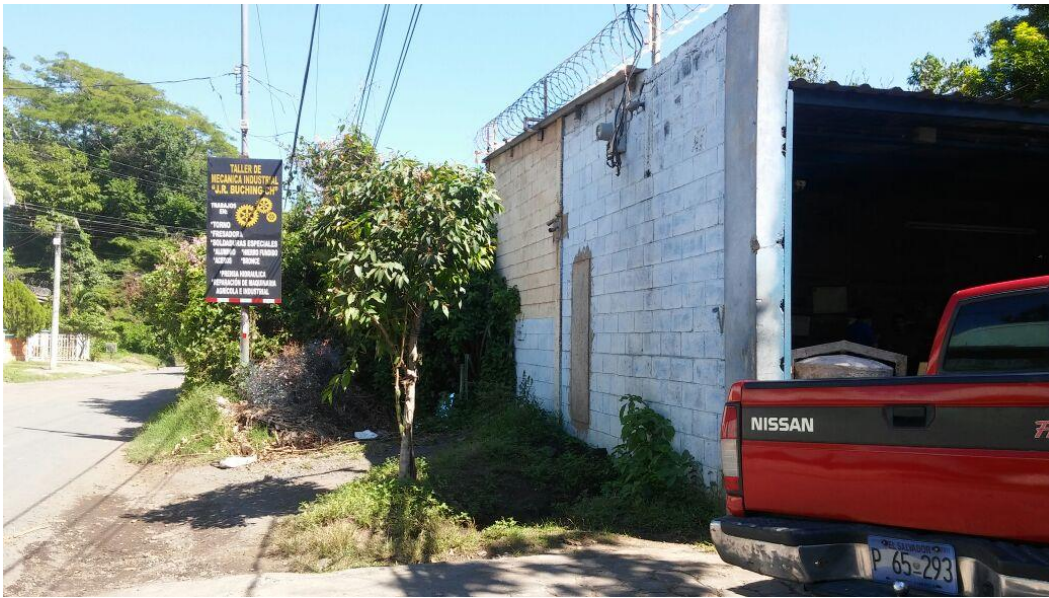
plástico, M. d. (3 de octubre de 2016). *ficha 7/UE*. Obtenido de *ficha 7/UE*:
[file:///D:/Descargas/7.%20Ficha%20-%20Manufacturas%20de%20pl%C3%A1stico%20\(1\).pdf](file:///D:/Descargas/7.%20Ficha%20-%20Manufacturas%20de%20pl%C3%A1stico%20(1).pdf)

Sara Baires, P. A. (2012). *Diseño de Unidades de Mampostería con materiales alternativos para la zona oriental* . San Miguel : UGB.

Ramos Chagoya Ena. (2008, julio 1). *Métodos y técnicas de investigación*.

<http://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoConcretoFresco/REVENIMIENTO.pdf>

13 Anexos



Taller de Mecánica Industrial que fabricara Máquina Trituradora de PET



Instalaciones del Taller de Mecánica Industrial



Maquinaria del Taller de Mecánica Industrial



Fabrica donde se harán las unidades de mampostería con material reciclado



Centro de acopio del material reciclado en Universidad Gerardo Barrios



RECICLO compra de material reciclado en San Miguel



Cotizaciones

IDEOINDUSTRIAS

Colonia los olivos Avenida. Los Félix casa # 17

A quien interese reciba saludos remito cotización para construcción de máquina

- ✓ Trituradora de Plástico con las siguientes características.
- ✓ Con un rodo de 25cm
- ✓ Base y su respectiva tolva
- ✓ Cuchillas con hojas de resortes, incluyendo motor.

Costo total..... \$2938.00

Fecha..... 28 de Octubre del 2016

F. 

Nelson Armando Zelaya Córdoba

Tel. 75110903

Máquina trituradora de PET



Construcción de moldes que se utilizarán para el colado de placas



PET ya procesado por maquina

