

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

MASTER EN ARQUITECTURA AVANZADA
PAISAJE, URBANISMO Y DISEÑO

TRABAJO FINAL DE MASTER

AUTOR

ARQ. FERNANDO ROMÁN BETANCOURT JUSTICIA

TUTORA ACADÉMICA

DRA. ARQ. BEGOÑA SERRANO LANZAROTE

TÍTULO: ESTUDIO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA
CONSTRUCCIÓN CON BLOQUES DE MATERIALES
PLÁSTICOS RECICLADOS

2018 – 2019

Universidad Politécnica de Valencia

Máster de Arquitectura Avanzada, Paisaje, Urbanismo y Diseño

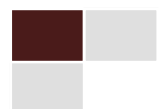
Trabajo Final de Máster

Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados

Arq. Fernando Román Betancourt Justicia

Tutora Académica

Dra. Arq. Begoña Serrano Lanzarote



Resumen

El tema aquí planteado, presenta la investigación realizada sobre el diseño de un bloque para la construcción, elaborado con una mezcla de polietileno; plástico con el que se elaboran los envases de las botellas de jugos, agua y gaseosa. Dicha mezcla pretende ser un modelo para implementarlo como una nueva alternativa en la construcción; considerando al mismo tiempo la utilización de un material no biodegradable que es desechado y que genera una alta contaminación ambiental.

Dando un mayor interés de tener una vivienda de bajos recursos para la sociedad moderna con la ayuda de las tecnologías actuales del siglo, y fomentando en la sociedad el uso del reciclaje amenorando la contaminación del planeta.

Al mismo tiempo la investigación pretende el desarrollo de una construcción más sostenible, buscando mantener el potencial y capacidad de cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad.

Lo que se busca es proporcionar una alternativa de solución al alto grado de contaminación que generamos, para minimizar el grave impacto ambiental, basándonos en la implementación de una nueva tecnología de Arquitectura Sostenible, permitiendo diseños con nuevas tecnologías aplicadas a nuevos materiales.

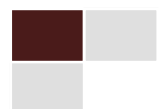


C ONTENIDO



Contenido

- 1 Objetivos..... 7
 - 1.1 Objetivo general:..... 7
 - 1.2 Objetivos específicos: 7
 - 1.3 Metodología..... 7
- 2 El Reciclaje 10
 - 2.1 Economía circular 11
 - 2.2 Reciclaje en ciudades de América Latina y el Caribe 12
 - 2.2.1 La cadena del reciclaje definiciones 12
 - 2.3 Reciclaje de plástico..... 14
 - 2.3.1 Plan de acción de la Unión Europea para la economía circular 14
 - 2.3.2 Áreas prioritarias 14
 - 2.4 Tipos de plásticos..... 15
 - 2.4.1 Tereftalato de Polietileno, PET (PETE)..... 15
 - 2.4.2 Polietileno de Alta Densidad. PEAD (HDPE)..... 16
 - 2.4.3 Polocloruro de Vinilo. PVC (V) 16
 - 2.4.4 Polietileno de baja densidad. LDPE (PEBD)..... 17
 - 2.4.5 Polietileno (PP) 17
 - 2.4.6 Poliestireno (PS)..... 17
 - 2.4.7 Otros..... 18
 - 2.5 EL PET..... 18
 - 2.5.1 Introducción PET..... 18
 - 2.5.2 Producción del PET..... 19
 - 2.5.3 Tipos de xileno 19
 - 2.5.4 El PET propiedades: 19
 - 2.5.5 Características..... 20
 - 2.5.6 Ventajas..... 21
 - 2.5.7 Desventajas..... 22
 - 2.5.8 Aplicaciones 22
- 3 Aplicación del material plástico reciclado como elemento decorativo en la arquitectura 25
 - 3.1 Ecodiseño 25
 - 3.2 Artículos decorativos 25
 - 3.2.1 Lámparas 26
 - 3.2.2 Separadores de ambiente, cortinas..... 26



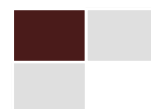
| | | |
|-------|--|----|
| 3.2.3 | Jardines | 27 |
| 3.2.4 | Mobiliario | 28 |
| 3.2.5 | Esculturas | 29 |
| 4 | Reutilización de botellas reciclada para la elaboración de materiales constructivos en la arquitectura | 32 |
| 4.1 | Como mampuesto..... | 32 |
| 4.2 | Como ladrillos | 34 |
| 5 | Métodos de fabricaciones del ladrillo PET | 41 |
| 5.1 | “Ladrillos PET” (Rosana Gaggino - Argentina)..... | 41 |
| | Características técnicas | 42 |
| 5.2 | “Ladrillos PET” (Óscar Méndez - Colombia) | 45 |
| | Viviendas seguras | 46 |
| | Descripción general del elemento | 46 |
| 5.3 | “Ladrillos PET” (Mariano Núñez Álvarez - México)..... | 47 |
| 6 | Propuesta del bloque de plástico reciclado PET | 50 |
| 6.1 | Referencia bloques de hormigón..... | 50 |
| 6.2 | Proceso de creación del bloque PET | 51 |
| 6.2.1 | Propuesta de diseño bloque de plástico Serie A-000 | 52 |
| 6.2.2 | Propuesta de diseño bloque de plástico Serie B-000 | 53 |
| 6.2.3 | Propuesta de diseño bloque de plástico Serie C-000 | 53 |
| 6.3 | Diseño de la vivienda..... | 54 |
| 6.4 | Módulo | 54 |
| 6.5 | Colocación de los ladrillos | 55 |
| 6.6 | Diseño de una combinación de la planta arquitectónica..... | 57 |
| 6.7 | Fachadas de la vivienda y vistas 3d | 59 |
| 7 | Conclusiones | 62 |
| 8 | Bibliografía..... | 65 |



OBJETIVOS

CAPÍTULO

1



Capítulo 1

1 Objetivos

1.1 Objetivo general:

El objetivo general de este trabajo de investigación sobre el diseño de un bloque de botellas de plástico polietileno para la construcción de una vivienda social.

1.2 Objetivos específicos:

- Análisis de las ventajas y desventajas del uso de materiales plásticos en la construcción.
- Investigar el funcionamiento del reciclaje para la construcción.
- Estudio los tipos de vivienda más representativos para una vivienda.
- Investigación de diferentes formas de construcción económicas para la vivienda.
- Plantear un sistema de vivienda social innovador.

1.3 Metodología

Para poder establecer la posible aplicación de un sistema de diseño, de un material reciclado de plástico para formar un bloque, el cual sirva para la construcción de una vivienda de bajos recursos y de un estilo contemporáneo.

Las fases de desarrollo del trabajo de investigación serán las siguientes:

- Fase 1:

Búsqueda y recopilación de información sobre el reciclaje, y la investigación sobre los distintos sistemas constructivos que se han utilizado en la elaboración de viviendas. La información que se recopilara será sobre los bloques de plásticos:

- Elementos plásticos de reciclaje
- Bloques plásticos para la construcción
- Reciclaje
- Desarrollo sostenible

- Fase 2:

Analizar el mejor método de los varios encontrados para la posible construcción de la vivienda sus ventajas y desventajas, y su forma de aplicarse con los materiales reciclados.



- Fase 4:

Desarrollo esquemático de un posible sistema de construcción.

- Fase 5:

Desarrollo de las conclusiones del trabajo de investigado, definiendo los puntos que aún se deben trabajar para llegar a un desarrollo completo y óptimo del sistema de construcción con materiales reciclados (bloques plásticos).



EL RECICLAJE

CAPÍTULO

2



Capítulo 2

2 El Reciclaje

El problema ambiental más grave generado por la humanidad desde mucho tiempo, es el impacto de contaminación sobre los recursos naturales, los ecosistemas, la salud y la calidad del ambiente, todo esto es causado por el crecimiento de la población, el consumismo, la ignorancia, el desconocimiento, se debe implementar una educación ambiental que promueva la cultura del reciclaje y la gestión integral de los residuos sólidos. (Pineda, 2018)

El reciclar es actualmente un tema que interesa y preocupa no solamente a las personas para una mejor vida, sino también a instituciones del gobierno por la importancia que tiene el proporcionar la mejor calidad de vida para la ciudad y sus habitantes.

Uno de los principales problemas ambientales es la gran cantidad de plástico, al convertirse en residuos, y es una gran presencia en los cauces de ríos corrientes superficiales y en los drenajes, provocando taponamientos y facilitando inundaciones, también provocando en calles, bosques, selvas y océanos generando basura.



Gráfico 1 Impacto Ambiental FUENTE: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/problema-ambiental-basura/> FECHA: 28/02/2018

En la arquitectura ecológica y sustentable el reciclaje se transforma en parte principal del diseño cuando este se convierte en la conservación del medio ambiente, por su aporte al reutilizar los materiales desechados al espacio, generando así una arquitectura reciclada, implementando en la construcción nuevas alternativas de diseño, estas se pueden



adaptar de maneras técnicas y modernas a un estilo empleado en el diseño. (Lupargon, 2017)

Para lograr un crecimiento económico y desarrollo sostenible, es urgente para poder reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo. El hacer un cambio en la gestión de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos son vitales para lograr este objetivo. El consumo de una gran proporción de la población mundial sigue siendo insuficiente para satisfacer incluso sus necesidades básicas. También es importante informar e indicar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos de una manera responsable con el medio ambiente. (Desarrollo, 2018)

2.1 Economía circular

“La Comisión Europea presentó el 2 de diciembre de 2015 su Plan de Acción para una economía circular en Europa. Dicho Plan tiene como objetivo señalar las diferentes medidas (hasta un total de 54) sobre las que la Comisión Europea estima que es necesario actuar en los próximos 5 años para avanzar en economía circular”. (Ministerio para la Transición Ecológica & Gobierno de España, 2016)

Las etapas de este ciclo de vida de los productos:

- 1) Diseño
- 2) Producción
- 3) Consumo
- 4) Gestión de residuos
- 5) Aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos mediante su reintroducción en la economía

Las cinco áreas que la Comisión considera prioritarias:

- 1) Los plásticos
- 2) El desperdicio alimentario
- 3) Las materias primas críticas
- 4) La construcción y la demolición
- 5) La biomasa y productos con base biológica

El paquete sobre la economía circular, adopta un gran impulso a la transición hacia una economía más circular en la Unión Europea, incluye propuestas legislativas sobre residuos, con el objetivo a largo plazo de reducir los depósitos en vertederos y aumentar el reciclado y la reutilización. (Ministerio para la Transición Ecológica & Gobierno de España, 2016)

“Para cerrar el ciclo de vida de los productos, también incluye un plan de acción para la economía circular en cada etapa de la cadena de valor, desde la producción hasta el consumo, la reparación y la fabricación, la gestión de los



residuos y las materias primas secundarias que se reintroducen en la economía”.
(COM, 2017, pág. 2)

Por lo general siempre hemos tenido en la economía un método lineal lo principal es producir – consumir – tirar, para generar más desperdicios sin respetar el medio que los rodea, por otra parte la economía circular nos lleva a plan más eficiente, producir – consumir – (reutilizar, reciclar, reparar) – producir, siendo este método el mejor para la sociedad y su entorno.

2.2 Reciclaje en ciudades de América Latina y el Caribe

La región de América Latina y el Caribe en los últimos 15 años ha tenido un crecimiento poblacional mayor, formando urbanizaciones rurales y urbanas con un mayor consumo de productos generando más residuos sólidos y provocando basura en los espacios naturales. (Abruzzese, Bandura, & Limited, 2017, pág. 6)

Los gobiernos han adoptado paulatinamente los llamados modelos de gestión integral de residuos sólidos GIRS. Estos modelos suelen estar construidos en torno a objetivos de salud pública, de medio ambiente y de manejo de recursos (UN-Habitat, 2010). El reciclaje, definido como la recolección y el procesamiento de materiales de desecho para su reutilización, es un aspecto fundamental de estas estrategias integrales, por su contribución a los objetivos de manejo de recursos (y reducción del desperdicio) y a las metas ambientales. (Abruzzese, Bandura, & Limited, 2017, pág. 6)

El reciclaje está cada vez tomando más iniciativas en varias ciudades, implementando políticas según su localidad, generando en algunos sectores puestos de trabajo, mejorando la calidad de vida de los habitantes.

La mayor parte de las ciudades de América Latina y el Caribe (ALC), nos muestra un fenómeno que se desarrolla con el crecimiento urbano en la región, las personas de bajos recursos que recolectan y clasifican los residuos en las calles de forma informal ya sea en vertederos a cielo abierto u otros puntos de residuos sólidos municipales, buscan materiales con potencial valor para la reventa. Se calcula hasta 4 millones de personas en ALC obtienen su sustento de vida mediante la recolección, transporte, separación y venta de materiales reciclables, como el cartón, papel, vidrio, plástico y meta. (Abruzzese, Bandura, & Limited, 2017, pág. 6)

2.2.1 La cadena del reciclaje definiciones

Las definiciones a continuación son extraídas de (Abruzzese, Bandura, & Limited, 2017, pág. 16)

1. **Compradores ambulantes de residuos:** recicladores con movilidad propia que recogen, compran o hacen trueque de materiales puerta a puerta y que todavía no han ingresado al flujo oficial de residuos sólidos



2. **Recicladores de calle:** recicladores con movilidad propia que recuperan materiales de recipientes domésticos o contenedores públicos de residuos, antes.
3. **Recicladores en camiones:** recicladores con movilidad propia que suelen ser empleados municipales o de empresas privadas que recogen de manera informal materiales que pueden revenderse, y que circulan en camiones por las rutas de recolección de basura.
4. **Recicladores de vertederos:** recicladores que no se desplazan, sino que operan en los vertederos de basura y recuperan materiales reciclables que descargan los camiones en los sitios para su disposición final.

Durante la última década, el reciclaje informal ha crecido considerablemente en términos de visibilidad, organización y seriedad con la que es tomado por gobiernos, donantes multilaterales, ONG y otras instituciones, por lo que genera algún sustento para la población el vender el material reciclado para que este sea nuevamente utilizado. A medida que los recicladores de base comenzaron a lograr mayor reconocimiento, el sector comenzó a formalizarse a través de un número creciente de marcos legales y de políticas públicas. Algunos países, aprobaron leyes nacionales de residuos sólidos, reconociendo a los recicladores informales y protegiendo sus derechos. (Abruzzese, Bandura, & Limited, 2017)

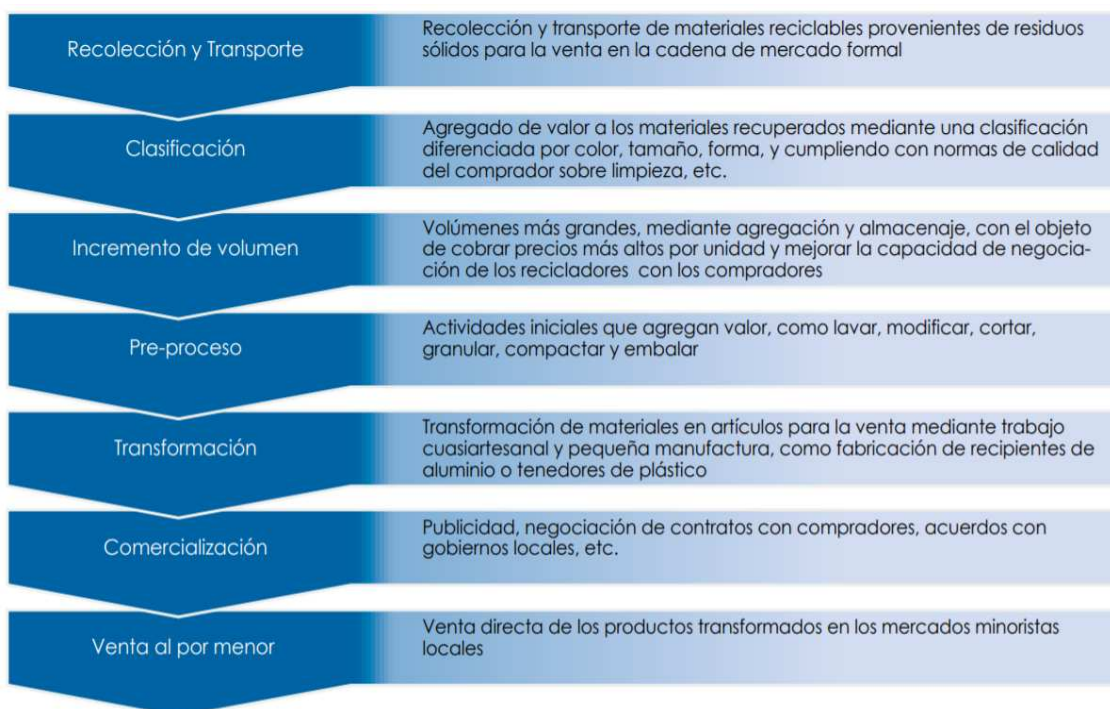


Gráfico 2 Cadena de reciclaje (Abruzzese, Bandura, & Limited, 2017) pág.16

Gracias a la apertura de integración de los recicladores informales, la cadena del reciclaje nos muestra un proceso muy beneficioso para las urbanizaciones que la lleven a cabo, permitiendo un proceso de integración del valor de residuos reutilizables, es tanto como una ciencia y como un arte del diseño, involucrando varios intereses según su utilidad.



2.3 Reciclaje de plástico

“Los residuos sólidos son aquellos materiales, artículos, productos, desechos, basuras o desperdicios generados por actividades humanas y que son descartados por no ser de utilidad en ese momento. En otras palabras, es la basura generada por el hombre y que actualmente se ha convertido en un problema de contaminación ambiental para el planeta” (Pineda, 2018)

En la actualidad la cultura del reciclaje en algunos lugares, solo se limita a pequeños recolectores o contenedores a muy baja escala, enfocados solo a distintos desechos domiciliarios. Estos desechos son vendidos a mayoristas que acumulan una cantidad considerable para luego ser despachados.

2.3.1 Plan de acción de la Unión Europea para la economía circular

El cambio a una economía más circular, en la cual los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos, constituye una contribución esencial a los esfuerzos de la Unión Europea encaminados a lograr una economía sostenible, impulsará la competitividad de al proteger a las empresas contra la escasez de recursos y la volatilidad de los precios, y contribuir a crear nuevas oportunidades empresariales, así como maneras innovadoras y más eficientes de producir y consumir. Creará puestos de trabajo en los sectores que este se establezca, a una escala local adecuado a todos los niveles de capacidades, así como oportunidades para la integración y la cohesión social. (COM, 2015, pág. 1)

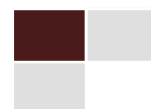
“La Comisión emprenderá las tareas de elaboración de las normas de calidad aplicables a las materias primas secundarias allí donde sean necesarias (en particular, respecto de los plásticos), y propondrá mejoras de las normas”. (COM, 2015, pág. 15)

2.3.2 Áreas prioritarias

Los sectores se enfrentan a retos específicos de la economía circular, debido a las características específicas de sus productos, a su huella medioambiental o a la dependencia de materiales procedentes de fuera de Europa. Estos sectores deben ser objeto de una consideración específica, con vistas a garantizar que las interacciones entre las distintas fases del ciclo se tengan plenamente en cuenta a lo largo de toda la cadena de valor. (COM, 2015, pág. 15)

2.3.2.1 Plásticos

Con respecto a plásticos el plan de desarrollo sostenible de 2030 tiene como objetivos prevenir y reducir considerablemente la contaminación marina de cualquier tipo, incluida la basura marina. Para efectuar la transición hacia una economía circular, es esencial aumentar el reciclado de los plásticos. El uso de plástico ha crecido de manera constante, pero solo se recicla menos del 25% de los residuos recogidos de plástico, y



aproximadamente un 50% se deposita en vertederos, además grandes cantidades de plásticos acaban en los océanos. (COM, 2015, pág. 15)

“La Comisión adoptará una estrategia sobre los plásticos en la economía circular, abordando cuestiones como la reciclabilidad, la biodegradabilidad, la presencia de sustancias peligrosas preocupantes en determinados plásticos, y la basura marina”. (COM, 2015, pág. 16)

2.4 Tipos de plásticos

Para la identificación de los productos plásticos y poder diferenciarlos es algo ignorado comúnmente, que resulta importante para la caracterización de los distintos tipos de resinas y para saber cómo distinguir entre ellos y poder ser reciclados. (HERNÁNDEZ TOMAS, 2013, pág. 24)

Los plásticos están diferenciados según un Código de Identificación de Plásticos, que es un sistema utilizado internacionalmente en el sector industrial, para distinguir la composición de resinas en los envases y otros productos plásticos. Esto fue realizado por la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI) en el año 1988, con el fin de propiciar y dar más eficiencia al reciclaje. (HERNÁNDEZ TOMAS, 2013, pág. 24)

Los diferentes tipos de plástico se identifican con un número del 1 al 7 ubicado en el interior del clásico signo de reciclado (triángulo de flechas en seguimiento).

CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DE RESINAS DE PLÁSTICO



Gráfico 3 Códigos de identificación de resinas plásticas FUENTE: <http://www.umhsapiens.com/wp-content/uploads/2014/04/plasticos-01.jpg>

Las siguientes definiciones, usos y reciclado de los códigos de identificación de resinas de plásticos fueron extraídas de (HERNÁNDEZ TOMAS, 2013, págs. 5-8); y las propiedades fueron extraídas de (RIVERA TÁVARA, 2004, pág. 31)

2.4.1 Tereftalato de Polietileno, PET (PETE)

Es un tipo de plástico muy usado para botellas de bebidas gaseosas y aguas, bolsas de hervir ahí mismo el alimento congelado y bandejas para comidas calentadas en microondas. Es liviano, resistente y reciclable. En este sentido, una vez reciclado, el PET se puede utilizar en muebles, alfombras, fibras textiles, piezas de automóvil y reciclado convenientemente en nuevos envases de alimentos.



- Propiedades:
 - Alta transparencia, admite colorantes
 - Alta resistencia
 - Buena barrera a CO₂ y a la humedad
 - Compatible con otros materiales
 - Reciclable
 - Bajo peso
 - Impermeable
 - Aprobado uso para contacto alimentario

2.4.2 Polietileno de Alta Densidad. PEAD (HDPE)

Es un termoplástico formado por unidades de etileno. Se usa en envases de lavandina, detergentes y cosméticos, bidones, baldes y cajones plásticos. Asimismo, también se puede ver en envases de leche, zumos, yogurt, agua, y bolsas de basura. Se recicla de muy diversas formas, fabricando cañerías, botellas de detergentes y limpiadores, muebles de jardín, botes de aceite, etc.

- Propiedades:
 - Alta resistencia química y térmica
 - Resistencia a los impactos
 - Sólido, incoloro
 - Facilidad de procesar
 - Flexible, pero con rigidez
 - Ligero
 - Impermeable e higiénico
 - Resistente al agua, a ácidos y a varios disolventes

2.4.3 Polo cloruro de Vinilo. PVC (V)

Es un tipo de plástico más versátil, formado por la combinación de cloro y carbono. Se fabrican botellas para aceite de cocina, productos de limpieza y en la construcción: ventanas, tubos de drenaje, perfiles, forro para cables, etc. También es muy resistente. Una vez reciclado, puede ser utilizado para paneles, tarimas, tapetes, etc.

- Propiedades:
 - Puede ser tanto rígido como flexible, según su proceso de producción
 - Dúctil y tenaz y alta resistencia ambiental
 - Baja densidad, alta resistencia a la abrasión y al impacto
 - Estable e inerte: higiénico
 - No se quema con facilidad
 - Es eficaz para aislar cables eléctricos
 - Bajo coste de instalación
 - Resistencia a la corrosión
 - Reciclable



2.4.4 Polietileno de baja densidad. LDPE (PEBD)

Es un polímero termoplástico formado por unidades de etileno. Usado para bolsas para vegetales en supermercados, bolsas para pan, envolturas de alimentos, silos bolsa. Este plástico fuerte, flexible y transparente se puede encontrar también en bolsas muy diversas, mangueras, etc. Tras su reciclado se puede utilizar de nuevo en contenedores y papeleras, sobres, paneles, tuberías o baldosas.

- Propiedades:
 - Alta resistencia química y térmica
 - Resistencia a los impactos
 - Facilidad de procesar
 - Flexibilidad, mayor que el PEAD
 - Transparente u opaco, dependiendo de su espesor
 - Tiene dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre su superficie

2.4.5 Polietileno (PP)

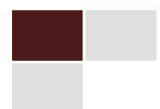
Es un polímero termoplástico obtenido gracias a la polimerización del propileno. Se fabrican envases para yogurt, botellas para champú, potes, muebles de jardín y recipientes para margarina. Su alto punto de fusión permite envases capaces de contener líquidos y alimentos calientes. Se suele utilizar en la fabricación de envases médicos, pajitas, envases de ketchup, tapas, algunos contenedores de cocina, autopartes, cajones, etc. Una vez reciclado se puede utilizar en señales luminosas, cables de batería, escobas, cepillos, rastrillos, baldes, palets, bandejas, etc.

- Propiedades:
 - Resistente al uso
 - Resistencia a los agentes químicos
 - Resistente al agua hirviendo
 - Resistencia a las cargas
 - Resistencia a los detergentes
 - Bajo coste, fácil de moldear y colorear
 - Buena estabilidad térmica

2.4.6 Poliestireno (PS)

Es un polímero termoplástico obtenido gracias a la polimerización del estireno. Espuma plástica utilizada en tazas para bebidas calientes, envase para comidas rápidas, cartones para huevos y bandejas para carnes. Su bajo punto de fusión hace posible que pueda derretirse en contacto con el calor. Una vez reciclado, se pueden obtener diversos productos entre ellos, material para edificación, aislantes, etc.

- Existen 4 tipos principales:
 - PS cristal: es un sólido transparente, duro y frágil.



- PS de alto impacto: es fuerte y resistente, no quebradizo y puede aguantar impactos sin romperse.
 - PS expandido: Frágil y muy ligero; útil como aislante y como embalaje de productos frágiles.
 - PS extrusionado: similar al PS expandido, igual de aislante pero presenta la ventaja de impermeabilidad.
- Propiedades:
 - Brillo
 - Ignífugo
 - Liviano
 - Irrompible
 - Impermeable
 - Inerte y no tóxico
 - Transparente
 - Fácil limpieza

2.4.7 Otros

Resinas epoxídicas, Resinas fenólicas, Resinas amidicas, Poliuretano.

Adhesivos e industria plástica, industria de madera y la carpintería, elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc. Espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

- Propiedades:
 - Alta resistencia a la intemperie y cambios de temperatura.
 - Mejor resistencia química.
 - Buenas propiedades como aislante
 - Mayor rigidez y dureza
 - Transparente

Nuestro trabajo se enfocara en solo el PET (Tereftalato de Polietileno).

2.5 EL PET

2.5.1 Introducción PET

Es un poliéster aromático. Su denominación técnica es polietileno Tereftalato o politereftalato de etileno y forma parte del grupo de los termoplásticos, razón por la cual es posible reciclarlo.

“El PET (polietileno Tereftalato) pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados poliésteres. Fue descubierto por los científicos británicos Whinfield y Dickson, en el año 1941, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras. Se debe recordar que su país estaba en plena guerra y existía una apremiante necesidad de buscar sustitutos para el algodón proveniente de Egipto. Recién a partir de 1946 se lo empezó a utilizar industrialmente como fibra y su uso textil ha proseguido



hasta el presente. En 1952 se lo comenzó a emplear en forma de film para el embasamiento de alimentos. Pero la aplicación que le significó su principal mercado fue en envases rígidos, a partir de 1976; pudo abrirse camino gracias a su particular aptitud para el embotellado de bebidas carbonatadas". (MONTENEGRO VILLAVICENCIO & VALVERDE SANDOVAL, 2010, págs. 5-6)

2.5.2 Producción del PET

La producción del PET tiene la misma elaboración como para casi cualquier plástico producido hoy en día es por medio de plantas petroquímicas, la mayoría de polímeros son el fin del producto de refinación y reformación del petróleo. Los productos petroquímicos son el 2.7% en volumen de cada barril de petróleo crudo. (MALDONADO CASTRO & MEDINA CAJAS, 2008, pág. 5)

El dimetilbenceno, es un producto pétreo conocido como xileno, es un importante químico industrial.

2.5.3 Tipos de xileno

Los xilenos son gases obtenidos en la destilación seca de la madera (de allí su nombre: xilon significa madera en griego) y en algunos petróleos. Este es usado en la reacción de polimerización, produciendo una larga familia de poliésteres. El polietilen tereftalato (PET) es uno de ellos, éste comienza con los isómeros (variaciones de la molécula de un compuesto) del xileno. (MALDONADO CASTRO & MEDINA CAJAS, 2008, pág. 6)

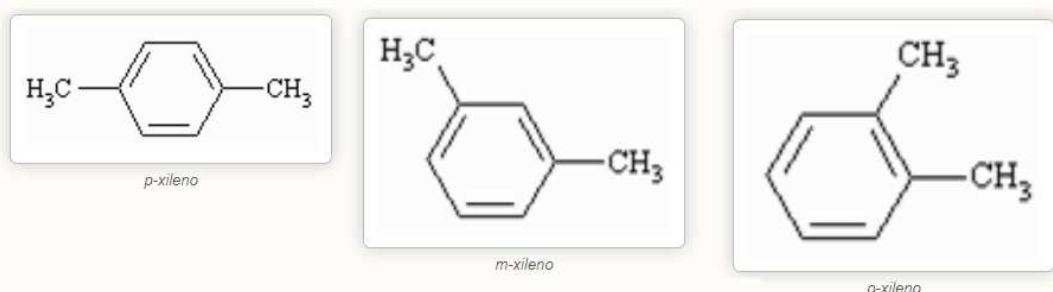


Gráfico 4 Tipos de Xileno FUENTE: <https://imgv2-2-f.scribdassets.com/img/document/286394750/original/748b5de8c9/1513807968?v=1> FECHA: 2018/02/04

El primer paso es recuperar el para-xileno utilizado para la producción de polímeros. Los tres isómeros del xileno, orto, meta y para-xileno, se separan a través de los puntos de ebullición.

2.5.4 El PET propiedades:

El PET en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química. Existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por su peso molecular y cristalinidad. Los que presentan menor peso molecular se denominan grado fibra, los de peso molecular medio, grado película y los de mayor peso molecular, grado ingeniería.



Este polímero no se estira y no es afectado por ácidos ni gases atmosféricos, es resistente al calor y absorbe poca cantidad de agua, forma fibras fuertes y flexibles, también películas. Su punto de fusión es alto, lo que facilita su planchado, es resistente al ataque de polillas, bacterias y hongos. (MALDONADO CASTRO & MEDINA CAJAS, 2008, págs. 14-15)

El PET presenta las siguientes propiedades:

- Procesable por soplado, inyección y extrusión.
- Apto para producir botellas, películas, láminas, planchas y piezas.
- Transparencia (aunque admite cargas de colorantes) y brillo con efecto lupa.
- Alta resistencia al desgaste.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.
- Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Biorientable
- Cristalizable.
- Esterilizable por rayos gamma y óxido de etileno.
- Buena relación costo / performance.
- Se encuentra ranqued como No.1 en reciclado.
- Liviano.

2.5.5 Características

El PET presenta las siguientes características:

Fueron extraídas de (MALDONADO CASTRO & MEDINA CAJAS, 2008, págs. 17-18)

- Biorientación

Permite lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.

- Cristalización

Permite lograr el incremento del peso molecular y la densidad.



- Esterilización

El PET resiste esterilización química con óxido de etileno y radiación gamma.

- Resistencia química

Presenta buena resistencia en general a: grasas y aceites presentes en alimentos, soluciones diluidas de ácidos minerales, álcalis, sales, jabones, hidrocarburos alifáticos y alcoholes. Posee poca resistencia a: solventes halogenados, aromáticos y cetonas de bajo peso molecular.

- Alternativas ecológicas
 - Retornabilidad
 - Reusó de molienda
 - Fibras
 - Polioles para poliuretanos
 - Poliésteres no saturados
 - Envases no alimenticios
 - Alcohólisis / Metanólisis
 - Incineración

2.5.6 Ventajas

Las ventajas del PET son:

Fueron extraídas de (MALDONADO CASTRO & MEDINA CAJAS, 2008, pág. 18)

- Propiedades únicas

Claridad, brillo, transparencia, barrera a gases y aromas, impacto, termo formabilidad, fácil de imprimir con tintas, permite cocción en microondas.

- Costo/Performance

El precio del PET ha sufrido menos fluctuaciones que el de otros polímeros como PVC-PP-LDPE-GPPS en los últimos 5 años.

- Disponibilidad

Hoy se produce PET en Sur y Norteamérica, Europa, Asia y Sudáfrica.

- Reciclado

El PET puede ser reciclado dando lugar al material conocido como RPET, lamentablemente el RPET no puede emplearse para producir envases para la industria alimenticia debido a que las temperaturas implicadas en el proceso de reciclaje no son



lo suficientemente altas como para asegura la esterilización del producto. A tal fin han surgido procesos especiales para el reciclaje del PET (procesos de súper limpieza) que permiten su uso en contacto con alimentos

2.5.7 Desventajas

Las desventajas del PET son:

Fueron extraídas de (MALDONADO CASTRO & MEDINA CAJAS, 2008, pág. 19)

- Secado

Todo poliéster tiene que ser secado a fin de evitar pérdida de propiedades. La humedad del polímero al ingresar al proceso debe ser de máximo 0.005%. Para ello se utiliza el secado por circulación de aire caliente previamente secado en des humidificadores antes de ser procesado en inyectoras o extrusoras. Lo que le confiere un costo extra.

También se puede secar por radiación infrarroja, pero presupone un costo aún mayor.

- Costo de equipamiento

Los equipos de inyección por soplado con biorientación suponen una buena amortización en función de una gran producción. En extrusión por soplado se pueden utilizar equipos convencionales de PVC, teniendo más versatilidad en la producción de diferentes tamaños y formas.

- Temperatura

Los poliésteres no mantienen buenas propiedades cuando se les somete a temperaturas superiores a los 70 grados. Se han logrado mejoras modificando los equipos para permitir llenado en caliente. Excepción: el PET cristalizado (opaco) tiene buena resistencia a temperaturas de hasta 230 °C.

- Intemperie

No se aconseja el uso permanente en intemperie.

2.5.8 Aplicaciones

Una de las principales aplicaciones del PET es:

Fueron extraídas de (MALDONADO CASTRO & MEDINA CAJAS, 2008, pág. 21)

- Envase y empaque

Por su impermeabilidad a los gases, el PET abarca casi el 100% del mercado de botellas retornables y no retornables para bebidas carbonatadas. Las firmas de maquinaria han contribuido en gran medida a impulsar la evolución de manera rápida de los envases, por lo que hoy se encuentran disponibles envases para llenado a temperaturas normales



y para llenado en caliente; también se desarrollan envases muy pequeños desde 10 mililitros hasta garrafones de 19 litros. Los tarros de boca ancha son utilizados en el envasado de conservas alimenticias.

Entre los múltiples usos dados al PET, debido a su durabilidad, estabilidad dimensional e insensibilidad a la humedad excelentes, sobresale el destino que se le ha dado en la fabricación de envases de bebidas carbonatadas y de empaques de alimentos pues, no deteriora ni causa efectos de toxicidad a estos productos.

La participación del PET dentro de este mercado es en:

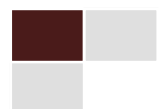
- o Bebidas Carbonatadas
- o Agua Purificada
- o Aceite
- o Conservas
- o Cosméticos
- o Detergentes y Productos Químicos
- o Productos Farmacéuticos



Aplicación del Material Plástico
Reciclado como Elemento
Decorativo en la Arquitectura

CAPÍTULO

3



Capítulo 3

3 Aplicación del material plástico reciclado como elemento decorativo en la arquitectura

La investigación busca desarrollar elementos constructivos elaborados con plástico reciclado PET, como bloques, ladrillos y placas. El proceso de fabricación es el mismo que hacer los bloques con hormigón. La diferencia radica en que se reemplaza los aglomerados áridos por material plástico triturado. Siendo este plástico reciclado ayudando a disminuir el impacto ambiental que es generado por la contaminación ocasionada por este tipo de material a nivel local.

3.1 Ecodiseño

“El Ecodiseño consiste en integrar los aspectos ambientales en la concepción y desarrollo del producto, con el objetivo de mejorar su calidad y, a la vez, reducir los costes de la fabricación”. (SANZ ADÁN , 2014, pág. 9)

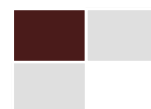
La utilización del concepto de Ecodiseño surge de la década de los 90, un movimiento que involucra algunos sectores de la sociedad, hacia un consumo de productos más considerados con el medio ambiente. Siendo este un concepto reciente, ha ido evolucionando e incorporándose a la sociedad actual, hasta considerarse hoy en día como una metodología.

“Se define Ecodiseño a la integración de criterios ambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su Ciclo de Vida”. (Andrés & Botica Sevilla, 2014, pág. 6)

Esta nueva concepción en el desarrollo de un producto, se centra en el diseño, el Ecodiseño, no modifica la estructura básica que se sigue en el desarrollo de nuevos productos, sino que la complementa y la adapta para integrar criterios ambientales que deben considerarse en la misma escala de prioridades en que son tenidas en cuenta otras especificaciones como: calidad, costes, funcionalidad, durabilidad, ergonomía, estética o seguridad, entre otras. (Andrés & Botica Sevilla, 2014, pág. 7)

3.2 Artículos decorativos

El plástico es uno de los residuos más abundantes generados por la sociedad actual. Existe una gran cantidad de objetos realizados de varias maneras a partir de plásticos, alguno de difícil reutilización, pero otros muy versátiles desde el punto de vista un posible reciclado y con ello elaborar diferentes diseños y formas para implementar en la arquitectura y transformar los espacios interiores en obras de arte y de confort para el usuario.



También podemos elaborar con las botellas de plástico objetos diferentes como collares, pulseras, pendientes, juguetes, disfraces, decoraciones, etc.

3.2.1 Lámparas

En la arquitectura podemos plasmar diversas maneras de utilización de distintos materiales de reciclaje, en este caso las botellas de plástico, con este material podemos realizar diversos diseños de lámparas para el interior de un espacio arquitectónico.



Gráfico 5 REICLADO CREATIVO Lámparas de Plástico PET FUENTE:<http://www.recicladocreativo.com/wp-content/uploads/las-top-10-lamparas-con-botellas-de-plastico-1.jpg> FECHA: 2018/04/02

3.2.2 Separadores de ambiente, cortinas

Al utilizar las botellas de plástico como un separador de ambiente, nos permite emplear este material tan maleable y compatible con las diversas formas que presenta, que se puede utilizar de distinta manera, realizando una mayor amplitud en el diseño, generando variadas formas de emplear este material.

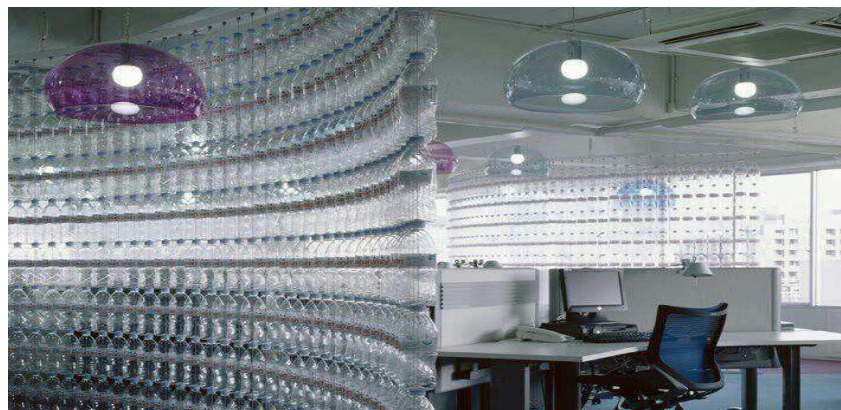


Gráfico 6 Separadores de Ambiente Plástico FUENTE:<https://i.pinimg.com/originals/ea/d6/bc/ead6bc90745751406a8ccfce6564f538.jpg> FECHA: 2018/04/02

PET
FECHA:



Estos separadores pueden ser translucidos por el material plástico, o provocando algún efecto de color que las botellas plásticas en si presentan. Se podría jugar con variedad de diseños y colores.



Gráfico 7 Cortina Plástico PET FUENTE:http://espaciosustentable.com/wp-content/uploads/2014/06/cortina_de_botellas.jpg FECHA: 2018/04/02

3.2.3 Jardines

Cuando generamos zonas verdes en nuestro espacio arquitectónico, nos permitimos formar diversos diseños que nos lleven a un espacio de confort para el usuario, al realizar estos diseños empleando materiales reciclados (botellas plásticas) nos muestran como el diseño y el ingenio se pueden juntar para formar distintos maneras de volver a reutilizar este material que está muy abundante en el planeta.

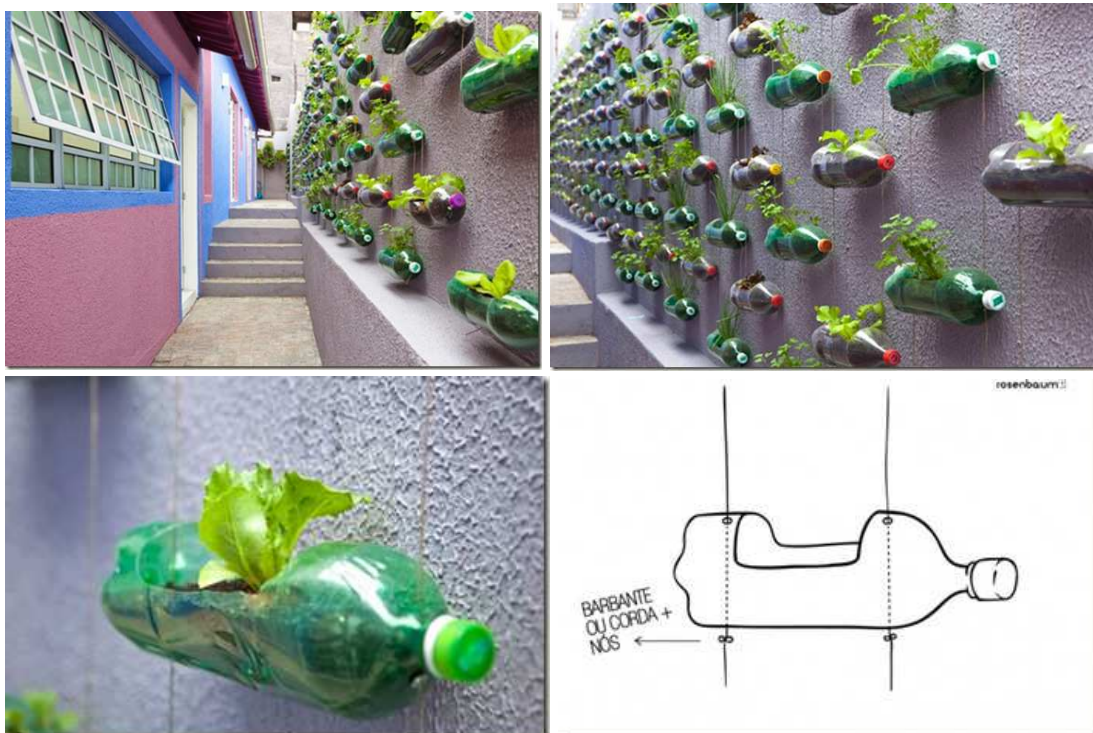


Gráfico 8 Jardín Vertical Con Botellas PET FUENTE:<https://www.concienciaeco.com/wp-content/uploads/2011/10/LDL48241.jpg> FECHA: 2018/04/15





Gráfico 9 Huertas Verticales FUENTE: <https://co.pinterest.com/pin/494129390347656696/jpg> FECHA: 2018/01/04

3.2.4 Mobiliario

Las compañías están haciendo que las botellas tengan un material más ligero y flexible, de modo que puedan ser comprimidas o fácilmente amoldables, gracias a esto se pueden formar distintos diseños de agrupar este material, el cual podemos implementar los diseños de mobiliarios acoplando a un estilo más moderno o conservando el diseño clásico de un asiento.

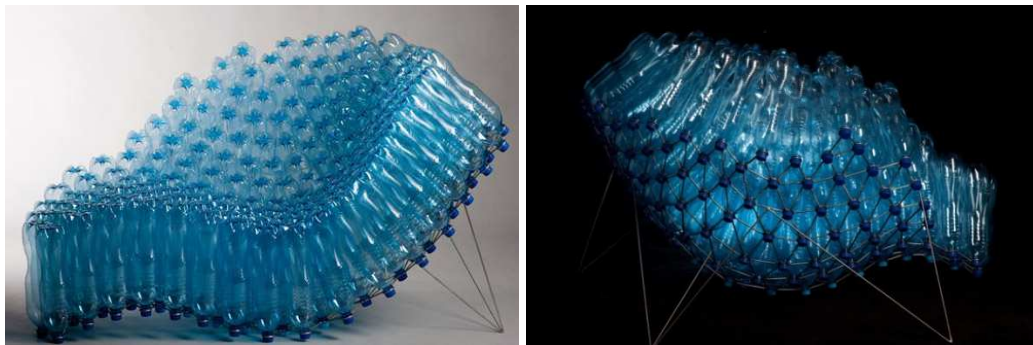


Gráfico 10 Sillón de Botellas Plásticas FUENTE: <http://espaciosustentable.com/wp-content/uploads/2015/03/1325872810-sie43-e-1000x665.jpg> FECHA: 2018/04/15



Gráfico 11 Sala, Comedor de Botellas Plásticas FUENTE: http://2.bp.blogspot.com/_vFr5_e_YQF0/S7FNJC9iHNI/AAAAAAAAAK4/RfkSANzB9JI/s1600/silla,+sillon+y+mesa.jpg FECHA: 2018/04/15



3.2.5 Esculturas

Las esculturas están realizadas de diversas maneras y de distintos materiales el cual nos muestran la gran variedad que tenemos, al realizar con un material reciclado nos muestran que se pueden reutilizar los materiales ya desechados y volver a crear obras de arte, permitiendo que la utilización del material sea variada.



Gráfico 12 Las imponentes esculturas realizadas con botellas de plástico que recorrieron México
FUENTE:<http://www.amarilloverdeyazul.com/2016/02/las-imponentes-esculturas-realizadas-con-botellas-de-plastico-que-recorrieron-mexico/>

Estas esculturas muestran la gran creatividad que presenta el diseñador, al reciclar y formar algo diferente de lo que en realidad está el material diseñado, como una botella el cual es un simple material, formar varios diseños complejos dando un arte al mismo.



Gráfico 13 Las imponentes esculturas realizadas con botellas de plástico que recorrieron México
FUENTE:<http://www.amarilloverdeyazul.com/2016/02/las-imponentes-esculturas-realizadas-con-botellas-de-plastico-que-recorrieron-mexico/>

Como parte de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en la playa de Botafogo, en Rio de Janeiro en el 2012, más conocida como RIO+20. Se trata de una gran escultura realizada con botellas de plástico que representaba a tres peces de grandes dimensiones.

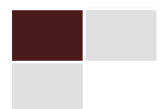




Gráfico 14 Grandes peces elaborados con botellas de plástico FUENTE: http://www.amarilloverdeyazul.com/wp-content/uploads/2015/11/peces_botellas2.jpg FECHA: 2018/04/15

La obra nos permite reflexionar sobre lo importante que es reciclar, protegiendo al medio ambiente, invitando a los ciudadanos separar y reciclar los envases domésticos y todos aquellos objetos y materiales que puedan ser susceptibles de recibir una nueva vida.



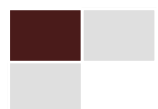
Gráfico 15 Escultura realizada con botellas de plástico FUENTE: http://www.amarilloverdeyazul.com/wp-content/uploads/2015/11/peces_botellas1.jpg FECHA: 2018/05/17

Conclusiones

La producción de plástico ha creado una peligrosa cantidad de este residuo, se ha creado varios sistemas en el que se produce millones de toneladas de este material plástico (Botellas PET), causando grandes consecuencias al medio ambiente.

La gran importancia de tomar medidas de reciclaje, se ha tomado un incremento de pensar en reciclar, varias organizaciones especializadas en reciclaje se han puesto a cargo de agrupar este material como un mercado, generando zonas de trabajo y provocando la reutilización de este material.

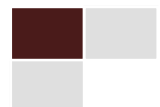
Podemos ver que es muy fácil volver a utilizar de varias formas a este material plástico, quizás el reciclaje no es una solución al problema de la contaminación, pero es una de las pequeñas alternativas y estrategias que tenemos a nuestro alcance para mejorar el medio ambiente.



Reutilización de Botellas Reciclada
Para la Elaboración de
Materiales Constructivos en la
Arquitectura

CAPÍTULO

4



Capítulo 4

4 Reutilización de botellas reciclada para la elaboración de materiales constructivos en la arquitectura

4.1 Como mampuesto

Antecedentes.

HEINEKEN WOBO “world bottle”

La idea de reutilizar las botellas viene de varios años antes, fue en 1963 cuando Alfred Heineken, propietario de la célebre cervecería Holandesa junto con el arquitecto John Habraken, ideó un envase capaz de funcionar como un ladrillo. Se trata de la HEINEKEN WOBO “world bottle”, una pieza de vidrio creada para funcionar como una botella y una vez consumida la cerveza, podía ser usada como ladrillo para construir. La que fue diseñada especialmente para resolver el problema de la basura, y a la vez ofrecer un material de construcción que estuviese al alcance de todos. (CELI SARANGO, 2013, pág. 35)



Gráfico 16 WOBO Heineken (Botella Mundial) FUENTE:<http://elparalex.oscardelatorre.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2013/04/wobo-bottle.jpg> FECHA: 2018/05/24

El diseño del arquitecto Habraken permitió que el cuello de cada botella se instalase en la base de la siguiente, mientras que los lados se alineaban formando pequeñas hileras de ladrillos con ligera curvatura que hacen que sea más fácil de manejar para los operarios y para el mortero agarrar. Con este diseño, una cabaña de 10mx10m de superficie pie se podrían fabricar con un millar de estos ladrillos. Para superar el problema de crear esquinas y aberturas sin tener que modificar las botellas, se diseñaron en dos tamaños para las piezas especiales: una versión de 500mm y 350mm. (Conicet, 2015)

A pesar de sus deficiencias, el concepto era revolucionario para la época, como describió el autor y crítico de arquitectura Martin Pawley: fue la primera producción masiva diseñada desde el principio para tener un uso secundario como elemento de



construcción. Heineken fue tan insistente que planeó incluso la impresión de instrucciones de construcción en el lado de cada botella. Habraken incluso sugirió el envío de las botellas en pallets especiales de plástico para poder ser reutilizados como material para los techos. (Conicet, 2015)

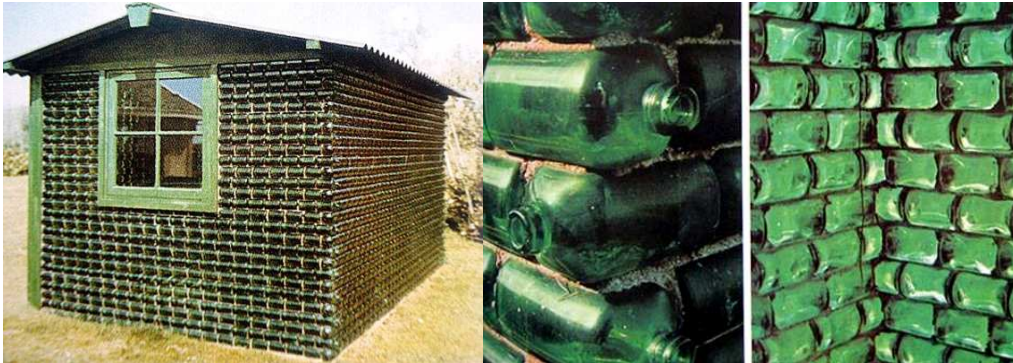


Gráfico 17 Casa WOBO Heineken (Botella Mundial) FUENTE:<http://elparalex.oscardelatorre.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2013/04/wobo-bottle.jpg> FECHA: 2018/05/24

En la actualidad, en el museo Heineken en Ámsterdam se expone una pared construida con estas botellas. Si bien hoy en día es la única señal de su corta existencia, esta brillante forma parte de la historia del reciclaje, quizás su legado más importante sea servir como inspiración para valorar estos materiales y dejar de considerarlos basura. (Sánchez, 2018)

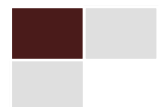
Wat Pa Maha Chedi Kaew, TEMPLO



Gráfico 18 Wat Pa Maha Chedi Kaew Templo con botellas FUENTE: https://arquialter.files.wordpress.com/2014/12/arquitectitis_temple-budista-con-botellas-05.jpg FECHA: 2018/05/08

Wat Pa Maha Chedi Kaew, también conocido como Wat Lan Kuad (el templo del millón de botellas), se encuentra en Tailandia. Con la ayuda de los ciudadanos y autoridades locales, estos monjes comenzaron a recolectar botellas de cerveza desde 1984, con las cuales ya han construido el templo, casas, baños, el crematorio y también mosaicos de Buda hechos con las tapas de las botellas desechadas. (JUSTO, 2018)

Según los monjes, las botellas de cerveza son un excelente material de construcción ecológico, proporciona una buena iluminación, es barato, fácil de limpiar y no pierde su color. Además las Tapas son utilizadas para crear mosaicos alrededor del Templo permitiendo añadir a la practicidad un toque artístico. (BUSCA, 2018)



La gente sigue donando botellas para construir otros edificios en el complejo. Pues el templo fue sólo el principio, ya que más de medio millón de botellas de cerveza fueron utilizadas en el templo han sido el pilar para la creación de un conjunto de veinte edificios: el templo principal, que se sitúa sobre un lago, el crematorio, varias salas de oración, un salón, una torre de agua, baños para los turistas y varios pequeños bungalós. (JUSTO, 2018)



Gráfico 19 Wat Pa Maha Chedi Kaew Templo con botellas FUENTE: https://arquialter.files.wordpress.com/2014/12/arquitectitis_temple-budista-con-botellas-05.jpg FECHA: 2018/05/08

La idea surgió con el fin de mejorar el problema de contaminación que suponían miles y miles de botellas de vidrio sin reciclar y crear un lugar útil. Según los monjes, que tardaron cinco años en completar el recinto: dos años para construir el pabellón y 3 años para el edificio principal. (BENEDICTO, 2016)

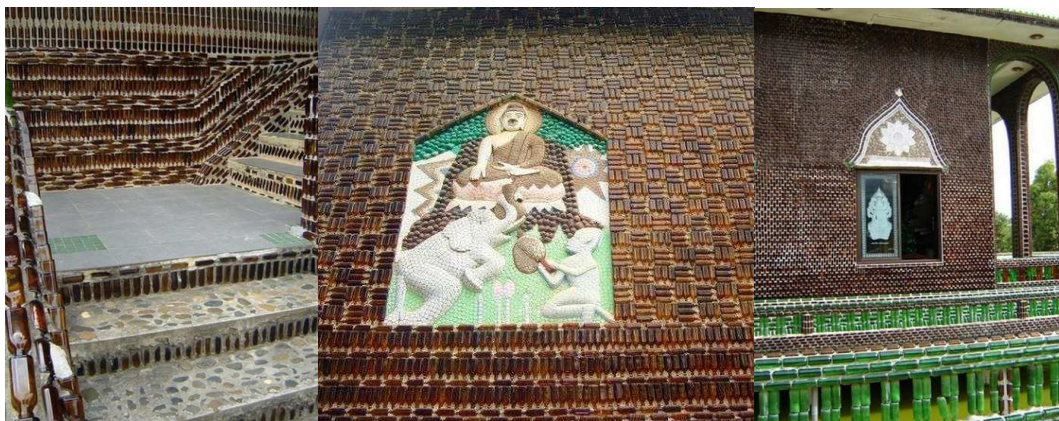


Gráfico 20 Wat Pa Maha Chedi Kaew Templo con botellas FUENTE: <https://coyotitos.com/wp-content/uploads/2016/02/templo-budista-construido-botellas-de-cerveza.jpg> FECHA: 2018/05/08

4.2 Como ladrillos

Casa en honduras con botellas “Andrés Froese”

El ecologista alemán Andrés Froese, en Honduras en el 2001, el cual utilizaba las botellas rellenas de tierra para la construcción de tanques de agua, muros perimetrales y columnas. Es un procedimiento muy sencillo y fácil de hacer, parte de llenar con tierra las botellas debidamente compactadas. Posteriormente son colocadas de forma horizontal y



son atadas entre sí para formar una red, además se utiliza un aglomerante entre hileras para nivelarlas, lo que nos da una mayor firmeza. (MARTÍNEZ DE FUENTES, 2015)

Estas construcciones son verdaderas obras de arte que pueden durar muchos años, incluso más que una casa de ladrillo, ya que la botella rellena tiene más resistencia que un bloque de cemento. Según Froese. Los envases plásticos duran más de 300 años, incluso más que el cemento empleado para unirlos. (MARINES, VANGUARDIA MX, 2018)



Gráfico 21 Casa con botellas Plásticas Froese FUENTE: <http://www.laprensa.hn/inicio/893923-417/alem%C3%A1n-construye-casas-usando-botellas-como-ladrillos> FECHA: 2018/04/17

Esa es también parte de mi filosofía de la vida. En vez de quejarse, de pedir, de frustrarse, tú mismo comienzas y cuando tú avanzas la vida te respondes, aprendes, fracasas, funciona, no funciona, pero después de un desastre me parece sumamente importante que la gente esté ocupada en resolver su propio problema. (MARINES, VANGUARDIA MX, 2018)

Pabellón Polli-Brick “Miniwiz” Arthur Huang

La agencia Miniwiz de Desarrollo Energético Sustentable de Taiwán, diseñó este edificio, el primero del mundo en utilizar botellas recicladas a tal escala. Taiwán es uno de los mayores consumidores de botellas de Polietileno Tereftalato (PET) a nivel mundial, con sus 23 millones de habitantes, utilizando 4600 millones de ellas al año. (SEGRETIN, 2011)



Gráfico 22 ECOARK, edificio FUENTE: <http://images4.arq.com.mx/eyecatcher/590590/12402.jpg> FECHA: 2018/05/28



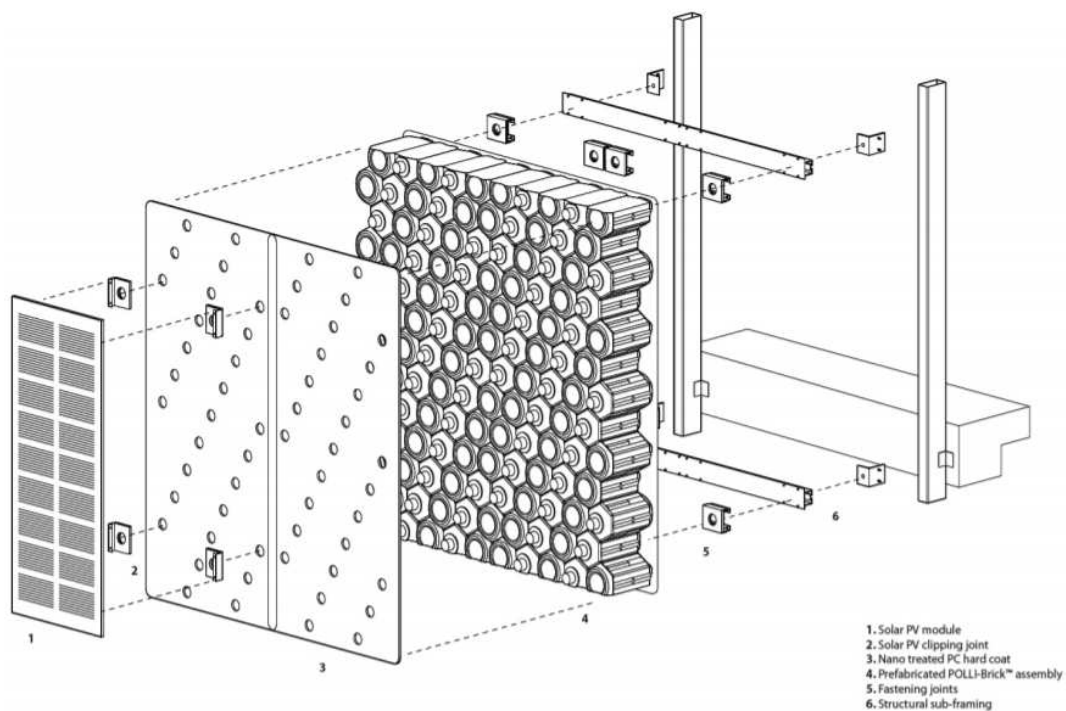
Por ello a Miniwiz solo le tomó unas cuantas semanas la recolección de las "botellas de construcción" en grandes almacenes de la zona de Far Eastern Group, uno de los mayores conglomerados de negocios en la isla y el patrocinador del proyecto.



Gráfico 23 ECOARK, botellas de plástico FUENTE: <http://images4.arq.com.mx/eyecatcher/590590/12402-5.jpg> FECHA: 2018/05/28

La fachada de la EcoARK no consiste en botellas de agua mineral o de gaseosas en su forma natural. Miniwiz las recicló para hacer "Poli-ladrillos" (Polli-bricks) ladrillos hexagonales de construcción que encajan entre ellos a la perfección, como si fueran piezas de un set de construcción de juguete. (SEGRETIN, 2011)

“A pesar de que hay múltiples usos para el PET, los polímeros de desecho no son económicamente valiosos para que la gente deje de tirarlos en los vertederos y los mares. Rediseñado, el post consumo de PET puede ser un recurso para convertirse en un material translúcido, aislante, ligero, de construcción fuerte y reciclables mecánicamente”. (Pavez, 2012, pág. 37)



Harvard University Graduate School of Design

Gráfico 24 Dibujo isométrico de ensamblaje de panel FUENTE: <http://cassetteblog.com/wp-content/uploads/2012/10/Foto-3-Ecoark.jpg> FECHA: 2018/05/29



Para formar una pieza de Polli-bricks, se necesita 4 botellas recicladas, estas botellas son lavadas y luego derretidas para formar los nuevos bloques.

“En términos generales, EcoARK es una estructura de acero revestida por una dotación de paneles de Polli-Brick™, diseñada para ser desmontada y vuelta a montar en una nueva ubicación si es que se desea”. (Pavez, 2012, pág. 38)

“El concepto que está detrás de este sistema, es el del panal de abejas. Cada bloque-ladrillo corresponde a una botella de geometría hexagonal disponible en tres tamaños (6.000 ml, 690 ml y 400 ml). Estas unidades se montan horizontalmente una sobre otra, tejiendo el panal y logrando espesores de 38,5 cm; 18 cm y 11,8 cm, respectivamente”. (Pavez, 2012, pág. 37)

Standard POLLI-Brick™ Size

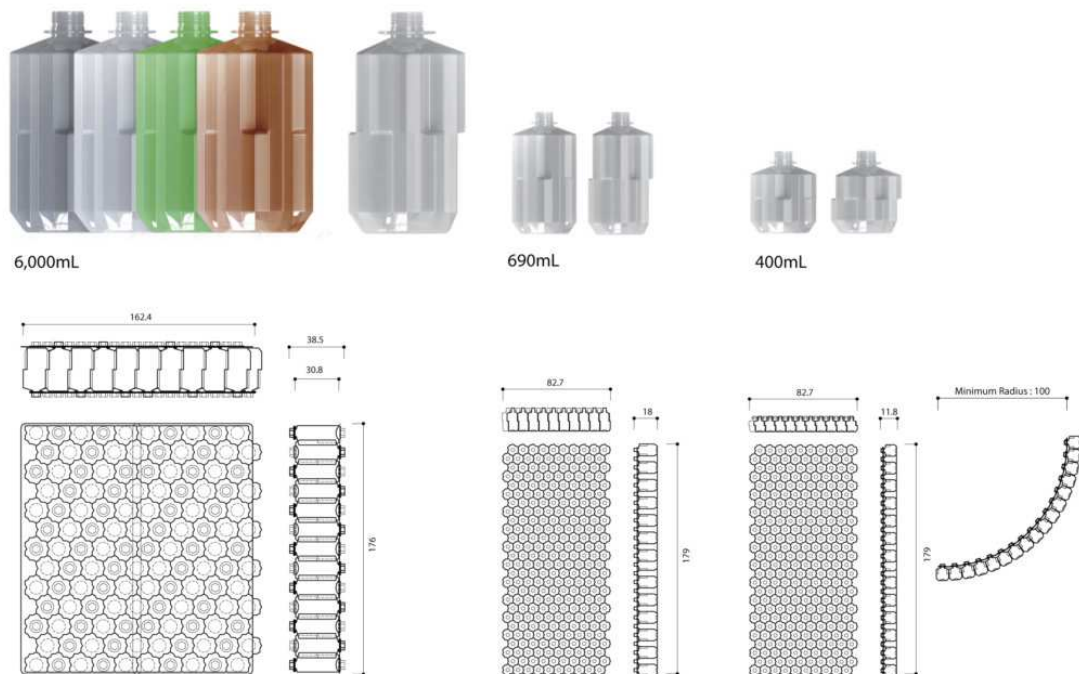


Gráfico 25 POLLI-brick FUENTE: https://petmat.cz/wp-content/uploads/sites/2/2017/11/pollibrick_sizes-768x524.jpg FECHA: 2018/05/27

“La forma del sistema no es antojadiza, responde a una serie de estudios y requerimientos necesarios para validar la innovación. En una zona que está expuesta constantemente a huracanes era necesario presentar una solución constructiva capaz de resistir las inclemencias del clima. De ahí surgió la disposición de los bloques. Pese a ser una estructura muy liviana, resiste. La clave está en sus conexiones que distribuyen las fuerzas en diversos puntos de la estructura, disipando el peso de las cargas”. (Pavez, 2012, pág. 38)

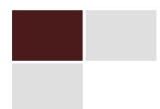




Gráfico 26 Detalle de un lugar al interior de EcoARK FUENTE: <http://www.amarilloverdeyazul.com/wp-content/uploads/2011/01/ecoARK-inside-300x202.jpg> FECHA: 2018/05/19

Casa con botellas en Brasil “Mauro Aparecido Morbidelli”

El construir una casa o una edificación usando botellas de plástico recicladas permite colaborar para la preservación del medio ambiente reutilizando un material contaminante. (BENEDICTO, 2016)



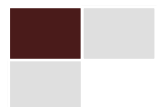
Gráfico 27 Casa hecha con Botellas Brasil FUENTE: <https://ecoinventos.com/wp-content/uploads/2016/03/Casa-con-botellas-de-plastico5.jpg> FECHA: 2018/05/16

La vivienda está situada en una ciudad minera cerca de la frontera con São Paulo, la casa tiene 100 metros cuadrados y sus paredes están principales hechas con una base de botellas de plástico llenas de tierra, tierra y cemento. (BENEDICTO, 2016)

Al hacer de esta manera la vivienda, se amenoran los costos que esta lleva, el resultado es similar en cuanto a la resistencia son similares y llegarían hacer mejores que otras viviendas realizadas tradicionalmente.

“Lo que me inspiró fue la posibilidad de reutilizar el material que hace tanto daño a nuestro medio ambiente si se elimina en lugares inapropiados, poder hacer algo diferente y ser capaces de demostrar que es posible reutilizar nuestros residuos”.
(BENEDICTO, 2016)

Las principales diferencias al trabajar con plástico es la mayor dificultad de construcción, pero las comodidades y beneficios también son importantes. Uno de los objetivos del proyecto era tener una casa que almacenara el calor durante el invierno y mantuviera el ambiente fresco durante el verano, lo que nos muestra la resistencia térmica que tiene el plástico con el cambio del clima, la propuesta fue alcanzada con éxito. Además, la estructura con botellas facilita la instalación de sistemas hidráulicos, por ejemplo. Como



no es necesario cortar las paredes, simplemente ajustar la estructura entre las botellas y listo. (JUSTO, 2018)



Gráfico 28 Casa Mauro Aparecido Morbidelli FUENTE: <https://ecoinventos.com/wp-content/uploads/2016/03/Casa-con-botellas-de-plastico4.jpg> FECHA: 2018/05/16

La utilización de materiales alternativos en construcciones, el uso de botellas PET en la construcción se inició en la India y en América Latina en los años 2000, y 2011 fue utilizada en Nigeria para resolver dos cuestiones: el déficit de viviendas y el descarte de botellas PET en las calles sin un uso adecuado.

Según su morador, dentro de la casa la temperatura es agradable y las habitaciones reciben luz por botellas de plástico colocados en el techo. Uno de los objetivos del proyecto era tener una casa que almacenara el calor durante el invierno y mantuviera el ambiente fresco durante el verano: esa intención fue alcanzada con éxito. Además, la estructura con botellas facilita la instalación de sistemas hidráulicos, por ejemplo: como no es necesario cortar las paredes, simplemente se ajusta la estructura entre las botellas y listo. (TILLARD, 2016)

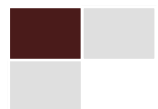
Además, en lugar de emplear materiales tradicionales para el acabado, el constructor utiliza arcilla y el sostén de la base fue realizado con neumáticos reciclados. El resultado es un costo bajo y muy eficiente.



Métodos de fabricaciones del ladrillo PET

CAPÍTULO

5



Capítulo 5

5 Métodos de fabricaciones del ladrillo PET

5.1 “Ladrillos PET” (Rosana Gaggino - Argentina)

Las tecnologías que se utilizan tradicionalmente aplican mampuestos que son producidos por fábricas o cortaderos de ladrillos, los mismos que disponen de terreno, instalaciones, maquinaria y materia prima necesarios e inalcanzables para el auto constructor. (Gaggino, 2008, pág. 139)

Investigadores del CONICET han desarrollado un ladrillo reutilizado de plástico PET. Uno de los residuos más abundantes y no renovables que tenemos, Así que buscar un uso para su reciclado parece algo lógico. (NASER, 2015)

La materia principal es el plástico polietilen tereftalato (PET). El aditivo que se utiliza es cemento Pórtland común. La cuantía es de cemento es de 224,5 kg/m³. Los residuos plásticos se seleccionan, se trituran con un molino especial, y así se incorporan a mezclas cementicias, sin necesidad de un lavado previo (salvo en el caso que se utilicen residuos muy contaminados de basura). No es necesario retirar rótulos y tapas de los envases. (GAGGINO , KREIKER, MATTIOLI, & ARGUELLO , 2015, pág. 40)

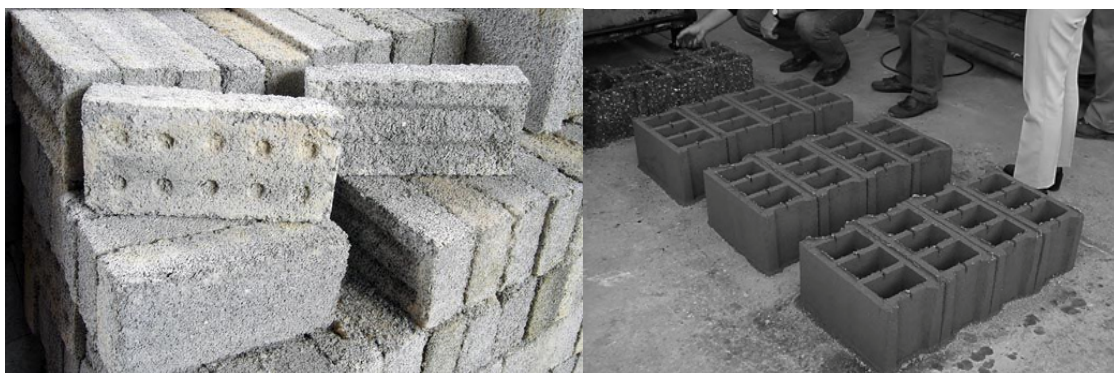


Gráfico 29 Ladrillos PET Argentina FUENTE:<https://lh3.googleusercontent.com/-Fw4DDbl2djU/VgfGTPW6DTI/AAAAAAAAASbw/MmpmPlhoakk/s540-lc42/ladrillo-plastico-2.jpg> FECHA: 2018/03/05

En el proceso desarrollado por, un ladrillo PET se fabrica reutilizando 20 botellas por lo que en ese aspecto cumple sobradamente el lado medioambiental que necesitamos. (NASER, 2015)

Los ladrillos PET tienen ventajas que nos pueden aportar un nivel alto de aislamiento térmico, que es cinco veces mayor que la de un ladrillo tradicional, reduciendo el grosor de los muros por ejemplo de 30 a 15 cm, a su vez este ladrillo es más liviano que un ladrillo tradicional que pesa más de 2 kilos y el ladrillo PET pesa 1,4kg. Esto nos lleva a pensar que en una escala más grande como un edificio puede suponer una reducción significativamente de la cara estructural y con esto la posibilidad de utilizar estructuras más ligeras. (Gaggino, 2008, pág. 138)





Gráfico 30 CONICET Ladrillos PET FUENTE: <http://www.conicet.gov.ar/ong-que-utiliza-tecnologia-del-conicet-ganadora-del-desafio-google-org/> FECHA: 2018/04/19

Características técnicas

Las propiedades físicas y mecánicas de los elementos constructivos desarrollados fueron establecidas mediante ensayos en los laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba.

Peso específico

Los ladrillos, bloques y placas elaborados con plástico reciclado son livianos:

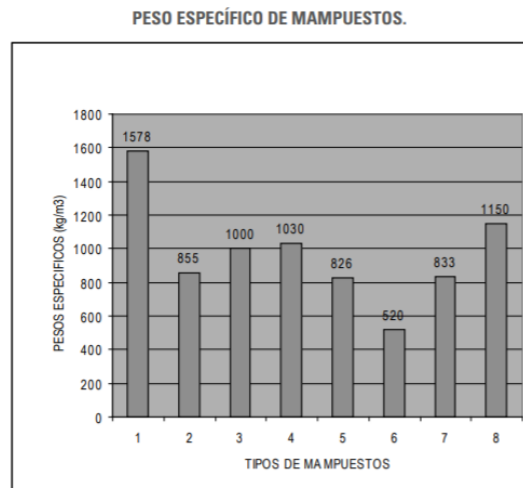


Gráfico 31 Tipos de Mampuestos FUENTE: Revista INVI N°63 <http://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticos-reciclados-Gaggino.pdf> FECHA: 2018/04/18
La tabla es una elaboración de la autora

Referencias

1. Ladrillos comunes de tierra
2. Ladrillos cerámicos huecos
3. Bloques de hormigón común
4. Ladrillos con LDPE reciclado
5. Bloques con PET reciclado
6. Ladrillos con PS reciclado
7. Ladrillo con plástico varios reciclados
8. Ladrillos con PET reciclado

Fuente de los Datos: valores desde 1 a 3 son datos tomados de CHAMORRO H: "Funciones de las Paredes", publicación de la Universidad Nacional de Córdoba, Republica de Argentina, 1980. Los datos correspondientes a los mampuestos 4 a 8



fueron obtenidos en ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Córdoba.

Conductividad térmica

Los elementos constructivos obtenidos son malos conductores del calor, por lo que proveen un excelente aislamiento térmico, superior a la de otros cerramientos tradicionales.

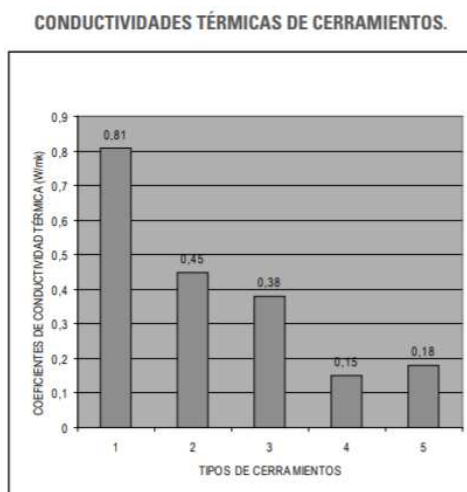


Gráfico 32 Conductividades Térmicas FUENTE: Revista INVI N°63 <http://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticos-reciclados-Gaggino.pdf> FECHA: 2018/04/18
La tabla es una elaboración de la autora

Referencias

1. Mampostería de ladrillos comunes de tierra
2. Mampostería de cerámicos huecos
3. Mampostería de hormigón livianos
4. Mampostería de ladrillos PET
5. Mampostería de ladrillos LDPE

Todos los cerramientos están revocados con mortero común ambos parámetros.

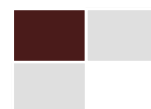
Resistencia mecánica

Los ladrillos y bloques con plástico reciclado tienen una resistencia menor a la de otros elementos constructivos tradicionales, pero suficiente para ser utilizados como cerramientos de viviendas con estructuras independiente sismo resistente. En caso de las placas la resistencia es similar a la de placas fabricadas con ladrillos comunes.

Resistencia al fuego

Los elementos constructivos con PET reciclado tienen buena resistencia al fuego, el material combustible de muy baja propagación de llama.

Resistencia acústica



Un muro de 0.15 m. de espesor construido con ladrillos PET reciclado, revocado del lado receptor del ruido, tiene una resistencia acústica de 46 db, superando a la de un muro del mismo espesor construido con ladrillos comunes de tierra sin revocar 45 db

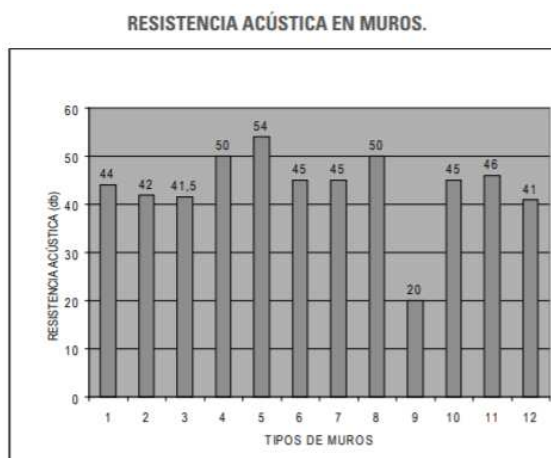


Gráfico 33 Resistencia Acústica en Muros FUENTE: Revista INVI N°63 <http://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticos-reciclados-Gaggino.pdf> FECHA: 2018/04/18

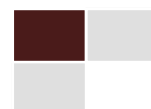
La tabla es una elaboración de la autora

1. Ladrillo cerámico de 18 cm ambas caras revocadas
2. Ladrillo cerámico hueco de 12 cm ambas caras revocadas
3. Ladrillo cerámico hueco de 8 cm ambas caras revocadas
4. Ladrillo común de 12 cm ambas caras revocadas
5. Ladrillo común de 27 cm ambas caras revocadas
6. Ladrillo común de 12 cm sin revocar
7. Hormigón armado pre moldeado de 10 cm con revoque
8. Hormigón armado sin juntas
9. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm sin revocar
10. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm revocado del lado emisor
11. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm revocado del lado receptor
12. Ladrillo con PET reciclado de 12 cm revocado de los dos lados

Fuente de los datos: los valores de 1 a 8 fueron tomados de la norma, los valores de los ensayos 9 a 12 fueron obtenidos en el Centro de Investigación Acústica y Luminotécnica de la Universidad Nacional de Córdoba.

Una tecnología constructiva se considera apropiadas si no requiere grandes gastos de energía, no causa desechos ni contaminación, es climáticamente aceptable, segura frente a inclemencias de tiempo y peligros naturales, emplea fuerza laboral local tanto para la producción como el mantenimiento y reparación, usa materiales locales, requiere fácil manipulación, evita herramientas especializados o equipos de alto costo, es de fácil aprendizaje. (Gaggino, 2008, pág. 139)

Esto nos muestra la facilidad con la que facilita el utilizar este tipo de material nuevo e innovador para utilizar en la construcción, proporcionando un nuevo estilo de desarrollo sustentable la zona en la que este se vaya a edificar.



5.2 “Ladrillos PET” (Óscar Méndez - Colombia)

El colombiano Fernando Llanos, logro encontrar una solución al utilizar el plástico en la arquitectura, creando ladrillos con residuos de este material, teniendo múltiples beneficios para el ámbito en la construcción. (GRACIDUEÑAS, 2016)

El material desarrollado fue un elemento liviano, y con esto se dio cuenta que reutilizando este material el costo de un ladrillo costaba 13 veces menos que el de un ladrillo normal. Los bloques se obtienen por medio de un proceso llamado extrusión, el cual se trata de un proceso de derretir al plástico para colocarlos en moldes.

“Los bloques de plástico funcionan como fichas de Lego. Cada familia puede construir su casa por su cuenta. Es sencillo. El material contiene aditivos que lo hacen resistente al fuego y, por tratarse de una estructura cuya base es el plástico, es sismo-resistente”. (MEDINA, 2016)

Después de crear este material de construcción, desarrollo un empresa llamada Conceptos Plásticos, con el objetivo de solucionar el déficit habitacional en zonas vulnerables, ya que estas viviendas son de fácil ensamblaje y de mayor rapidez en terminaras, amenorando el tiempo, el peso siendo más livianas y el dinero. (GRACIDUEÑAS, 2016)



Gráfico 34 Construcción de una casa con ladrillos PET Colombia FUENTE: <http://www.eltiempo.com/contenido/estilo-de-vida/ciencia/IMAGEN/IMAGEN-16582136-2.jpg> FECHA: 2018/05/19

La empresa de Méndez, de Conceptos Plásticos, fabrica actualmente ocho tipos de productos para construir una vivienda. Terminar una casa de 40 metros cuadrados requiere del trabajo de cuatro personas durante cinco días. (MEDINA, 2016)

“Estas casas tienen un costo 30 por ciento menor comparado con las hechas de materiales tradicionales. El precio final ronda los 20 millones de pesos.” (TILLARD, 2017)



Viviendas seguras

Sobre las condiciones de construcción, el arquitecto Méndez explicó que los bloques son fabricados con aditivos que permiten retardar la combustión, haciendo de estos ladrillos sean más resistentes en un incendio.

“En tierra caliente, los ladrillos permiten que al interior de la vivienda la temperatura no sea tan elevada, y en tierra fría ayudan a guardar calor, comparado con el ambiente externo, los sean más resistentes a la combustión en caso de un incendio”. (MEDINA, 2016)



Gráfico 35 Casas de ladrillo PET Colombia FUENTE: <http://www.eltiempo.com/contenido/estilo-de-vida/ciencia/IMAGEN/IMAGEN-16582136-1.jpg> FECHA: 2018/05/19

Impacto Ambiental: Por cada kilo de plástico que se usa, se evitan 39 litros de agua, 5 kilovatios de energía eléctrica y 1,5 kilos de CO₂ dispuestos. Impacto Social: Se mitiga el déficit cuantitativo de vivienda, mejorando la calidad de vida de comunidades vulnerables, involucrando recicladores, asociaciones, fundaciones y empresas responsables socialmente. Impacto Económico: Se genera empleo involucrando a los recicladores primarios como proveedores de materia prima y se le da valor agregado a materiales residuales, generando cientos de empleos indirectos. (MÉNDEZ, 2016)

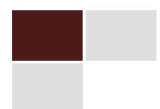
Descripción general del elemento

Se trata de un elemento constructivo no portante para muros exteriores e interiores, prefabricado del tipo liviano, que se produce en fábrica fija.

DIMENSIONES: 5,5 cm. x 12,5 cm. x 26,2 cm.

COMPOSICIÓN: cemento, plástico polietileno, y un aditivo químico.

PESO POR UNIDAD: 1443 gramos.



PESO POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE (considerando que es utilizado en una mampostería de 12,5 cm. de espesor): 79,2 kg/m².

DENSIDAD: 1150 kg/m³.

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN: 2,00 Mpa.

RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO: Es resistente a la acción de rayos ultravioleta y a ciclos alternados de humedad, según ensayo con tratamiento de QUV Panel.

PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA: Entre 1,76 y 3,81 x 10⁻² ± 4% g/mhkPa.

RESISTENCIA AL FUEGO: Se clasifica como Clase RE 2: Material combustible de muy baja propagación de llama.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA: coeficiente: 0,15 W/mK. ADHERENCIA DE REVOQUES: 0,25 MPa.

RESISTENCIA ACÚSTICA: Es de 41 db, en el caso de un muro de 0,15 m. de espesor revocado de ambos lados.

Fuente: (VITORIA, 2013)

5.3 “Ladrillos PET” (Mariano Núñez Álvarez - México)



Gráfico 36blocks de construcción a base de botellas de plástico FUENTE: <http://media.metroscubicos.com/625x415/media/2012/10/24/vivienda-plastico.jpg> FECHA: 2018/05/29

Desde el año 2000, el Ing. Mariano Núñez Álvarez desarrolló una tecnología 100% mexicana (Toluca, Edomex) que suponía iba a revolucionar la construcción y al mismo tiempo mejorar la calidad ambiental. Se trata de tabiques fabricados a partir de desperdicios de Tereftalato de polietileno (PET), los cuales funcionan para construir muros interiores, exteriores y techumbres. (NÚÑEZ ALVARES, 2012)

El sistema presenta varias bondades, la más importante sea la instalación, pues las piezas son muy similar a los LEGO, permite ensamblarlas sin mayor esfuerzo, de una manera muy rápida y sencilla, pues también cuentan con perforaciones por donde pasan las varillas e instalaciones. (Ortigoza, 2011)





Gráfico 37 Imagen de la casa, Tabiques y estructuras FUENTE: <http://3.bp.blogspot.com/-7XSpF-ubxhA/ULaQoXtXx3I/AAAAAAAAABC8/BvvaB9KbzQs/s400/07.jpg> FECHA: 2018/05/27

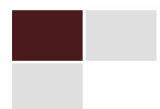
Las normas existentes para la utilización del plástico en la arquitectura, solo se dirigen a la principal utilización que es en tubos, mangueras, y cisternas, con uso creciente de plástico en la construcción la creación de alguna norma debería existir, “se ha solicitado la creación de alguna norma mexicana para estandarizar la calidad de los productos ni verificarla”, señaló José Manuel Zamudio, ex presidente del Consejo Técnico del Organismo Nacional de Normalización de la Construcción. (Ortigoza, 2011)



Gráfico 38 Proceso de fabricación FUENTE: <https://www.expoknews.com/wp-content/uploads/2011/03/1tabiquepetb.jpg> FECHA: 2018/05/26

La durabilidad del pavimento hecho de PET es similar al tradicional en países del sur, sin embargo, en el norte es mayor debido a que el producto resiste más el frío. Los ladrillos de polímero se producen a una velocidad de 2 mil al día, entre las ventajas del producto, el especialista señaló que es posible reutilizar fracciones de polímeros que no son adecuadas para la recuperación de polímeros limpios, por lo que se reduce la cantidad de plástico que se envía a basureros y la que se quema, además, con este tipo de materiales se reduce el uso de cemento y se ahorran los recursos naturales que se emplean para producirlo. (NÚÑEZ ALVARES, 2012)

Las casas construidas con los ladrillos de PET reciclado pueden ser candidatas a recibir una nueva normativa, ya que las normas que existen se dirigen principalmente a la utilización de plásticos en tubos y tinacos, pero no en este nuevo estilo de construcción.



Propuesta

CAPÍTULO

6



Capítulo 6

6 Propuesta del bloque de plástico reciclado PET

El planteamiento del diseño de un bloque se debe considerar las dimensiones, forma y para qué es el uso que se vaya a realizar ya sea para mampostería o como para interiores.

El propósito es que a través de un diseño arquitectónico de la vivienda y del bloque, en base al reúso de los materiales de desechos plásticos, la obra en el mismo, genere una conciencia de interés al reciclaje.

Se toma todo el proceso desde el reciclaje hasta la utilización en la vivienda social, permitiendo el uso del material reciclado de las botellas plásticas, planteando una propuesta adecuada para los usuarios interesados.

6.1 Referencia bloques de hormigón

El hormigón es un material muy adecuado para una construcción más sostenible porque proporciona:

- Inercia térmica y reduce la demanda energética de la construcción y, por tanto, el consumo de energía que realizará el usuario durante toda la vida útil de la construcción.
- Vida útil muy elevada a la construcción (los bloques pueden mantener sus propiedades durante siglos).
- Elevada resistencia al fuego, aumentando la seguridad de las personas y de los bienes materiales y evitando daños colaterales de gran relevancia social.
- Aislamiento acústico suficiente para asegurar el confort del usuario, ahorrando el consumo de otros materiales.

Además reduce los gastos de conservación y mantenimiento, durante la vida útil de la construcción, a valores irrelevantes y al final de su vida útil, es reciclable, pudiendo formar parte, como material granular reciclado, de nuevas construcciones.

BLOQUE NORMAL serie 40

| código | Medidas modulares | Medidas reales | Peso kg. unidad | Peso kg. palet | Unidades M2 | Unidades palet |
|--------|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|-------------|----------------|
| B1240 | 12 x 20 x 40 | B 12 x 19 x 39 | 11.5 | 1.500 | 12.5 | 126 |
| B1540 | 15 x 20 x 40 | B 14 x 19 x 39 | 12.5 | 1.400 (G) | 12.5 | 110 (G) |
| B2040 | 20 x 20 x 40 | B 19 x 19 x 39 | 15 | 1.110 | 12.5 | 72 |
| 0106 | 25 x 20 x 40 | Q 24.5 x 19.5 x 39 | 19 | 1.000 | 12.5 | 60 |



Gráfico 39 Bloques catalogo FUENTE: <http://www.eiros.es/catalogos/cat5/5.pdf> FECHA: 2018/06/25



BLOQUE NORMAL serie 40

| código | Medidas modulares | Medidas reales | Peso kg. unidad | Peso kg. palet | Unidades M2 | Unidades palet |
|--------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------|----------------|
| B1240 | 12 x 20 x 40 B | 12 x 19 x 39 | 11.5 | 1.500 | 12.5 | 126 |
| B1540 | 15 x 20 x 40 B | 14 x 19 x 39 | 12.5 | 1.400 (G) | 12.5 | 110 (G) |
| B2040 | 20 x 20 x 40 B | 19 x 19 x 39 | 15 | 1.110 | 12.5 | 72 |
| 0106 | 25 x 20 x 40 Q | 24.5 x 19.5 x 39 | 19 | 1.000 | 12.5 | 60 |



Gráfico 40 Bloques catalogo FUENTE: <http://www.eiros.es/catalogos/cat5/5.pdf> FECHA: 2018/06/25

6.2 Proceso de creación del bloque PET

1. **Reciclaje** de las botellas plásticas deberá ser el principal material para la elaboración de los bloques, dando al reciclaje una relevancia por su atractivo ambiental, económico y comercial.



Gráfico 41 Reciclaje y almacenamiento de botellas plásticas para su futuro reutilización FUENTE: <http://www.plastico.com/documenta/imagenes/3094510/xhojuela-de-PET-g1.jpg.pagespeed.ic.NcJYBp9wE8.webp> FECHA: 2018/08/17

2. **Molino** triturador para botellas y envases PET, este molino corta, desgarrar, rompe todo tipo de botellas plásticas.

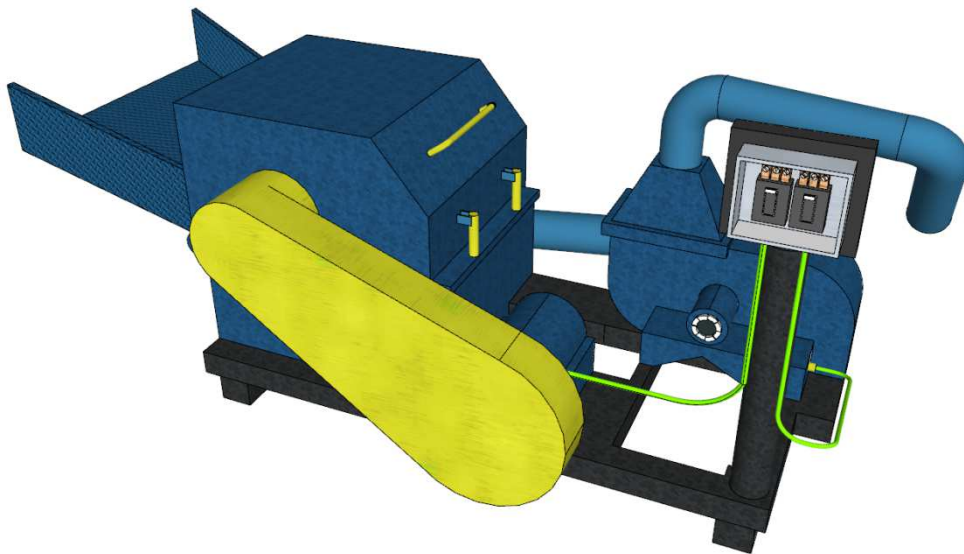


Gráfico 42 Trituradora Plástico PET FUENTE: <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/5845f5665df13abe44844cb2c36318c4/Trituradora-Plastico-PET> FECHA: 2018/08/18



Posteriormente el material ya triturado del plástico se calienta a altas temperaturas se puede mezclar con algún aditivo como el cemento, luego se introduce hacia los moldes de hierro previamente diseñados.

3. **Moldes** de hierro, se introduce la formula plástica derretida que será mediante un proceso de calentamiento a altas temperaturas con ayuda de agua, esta agua será reutilizable para varios procesos de calentamientos.

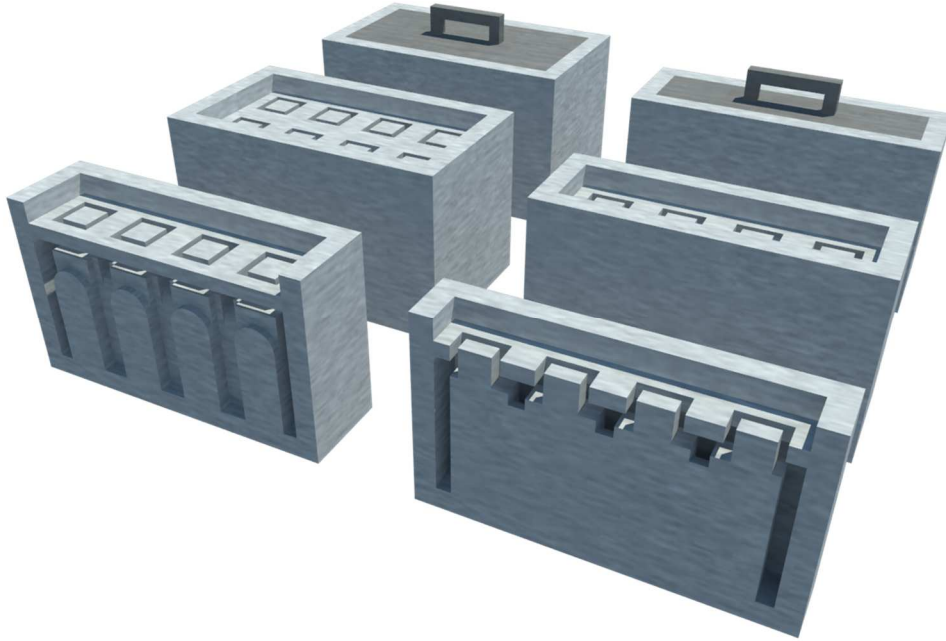


Gráfico 43 Módulos FUENTE: Elaboración propia

6.2.1 Propuesta de diseño bloque de plástico Serie A-000

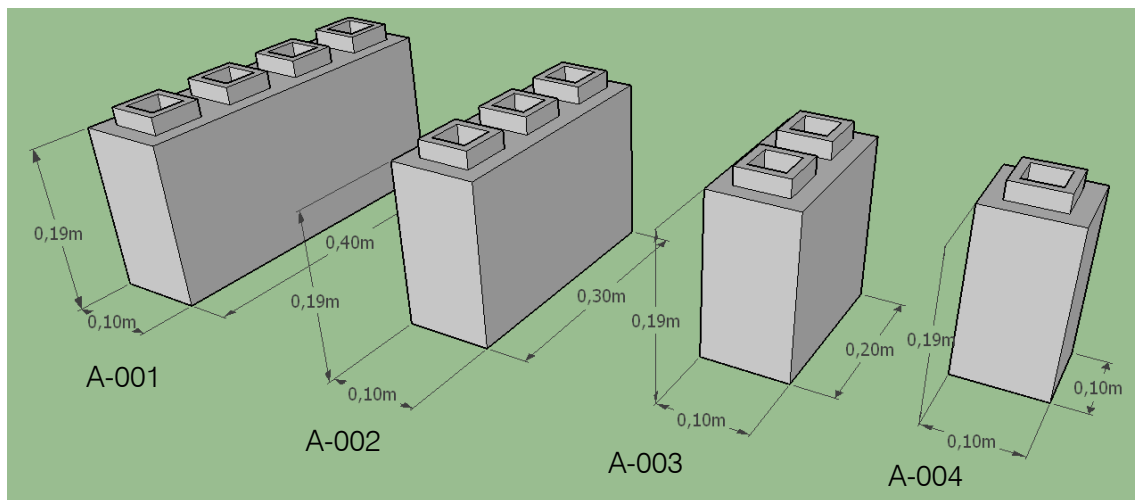
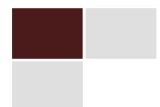


Gráfico 44 Bloques Serie A FUENTE: Elaboración propia

| Código | Medidas modulares | Medidas reales | Unidades m2 |
|--------|--------------------|--------------------|-------------|
| A-001 | 0.19 x 0.10 x 0.40 | 0.21 x 0.10 x 0.40 | 0.076 |
| A-002 | 0.19 x 0.10 x 0.30 | 0.21 x 0.10 x 0.30 | 0.057 |
| A-003 | 0.19 x 0.10 x 0.20 | 0.21 x 0.10 x 0.20 | 0.038 |
| A-004 | 0.19 x 0.10 x 0.10 | 0.21 x 0.10 x 0.10 | 0.019 |



6.2.2 Propuesta de diseño bloque de plástico Serie B-000

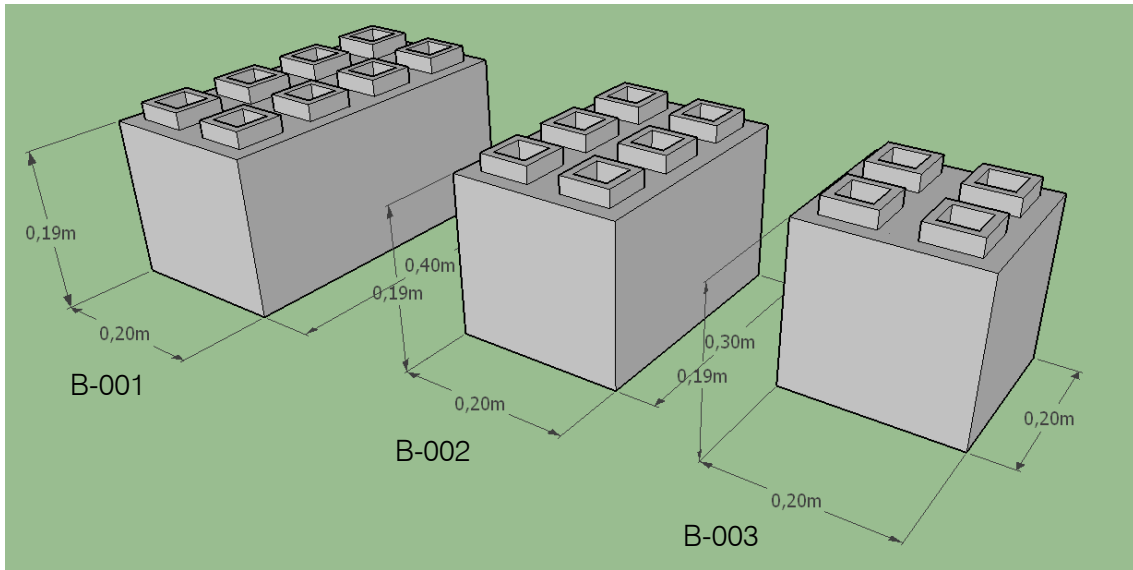


Gráfico 45 Bloques Serie B FUENTE: Elaboración propia

| Código | Medidas modulares | Medidas reales | Unidades m2 |
|--------|--------------------|--------------------|-------------|
| B-001 | 0.19 x 0.20 x 0.40 | 0.21 x 0.20 x 0.40 | 0.076 |
| B-002 | 0.19 x 0.20 x 0.30 | 0.21 x 0.20 x 0.30 | 0.057 |
| B-003 | 0.19 x 0.20 x 0.20 | 0.21 x 0.20 x 0.20 | 0.038 |

6.2.3 Propuesta de diseño bloque de plástico Serie C-000

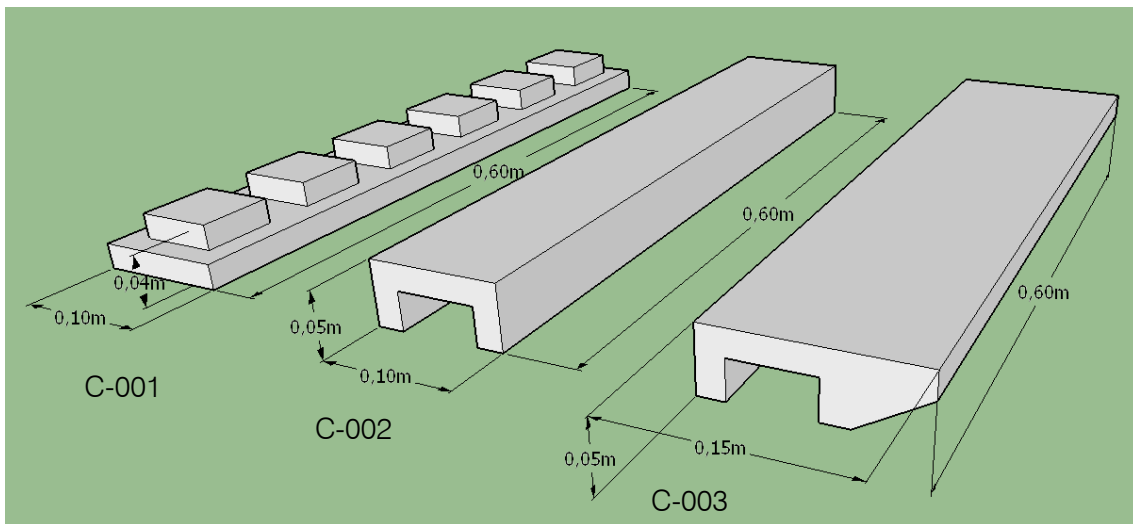
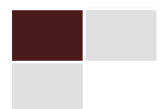


Gráfico 46 Bloques Serie C FUENTE: Elaboración propia

| Código | Medidas modulares | Medidas útiles | Unidades m2 |
|--------|--------------------|--------------------|-------------|
| C-001 | 0.04 x 0.10 x 0.60 | 0.02 x 0.10 x 0.60 | 0.012 |
| C-002 | 0.05 x 0.10 x 0.60 | 0.05 x 0.10 x 0.60 | 0.030 |
| C-003 | 0.05 x 0.15 x 0.60 | 0.05 x 0.15 x 0.60 | 0.090 |



6.3 Diseño de la vivienda

La vivienda que se diseñara se establecerá mediante un proceso de construcción de madera fácil y rápida, que se construirá con los materiales previamente diseñados en este proyecto que son los bloques plásticos, esto permitirá que sea más rápida en la construcción de la vivienda.

La vivienda será modular y la estructura será adecuada para el diseño, además el espacio deberá permitir la integración social entre habitantes del hogar y al mismo tiempo relacionándose con los del medio.

Ya que será una vivienda modular si el dueño quiere aumentar sus dimensiones será facial por el método de construcción que será por su armado tipo lego. Esta propuesta permite tener una vivienda evolutiva y de varios diseños, la vivienda será digna para el usuario, permitiendo de este un crecimiento modular. Según el número de habitantes que tendrá la vivienda podrá ser re-diseñada, aumentando hacia la altura, dando una mayor adaptabilidad y flexibilidad para los ocupantes.

Esta vivienda permitirá que se adaptarse de manera rápida a los usuarios, dando una flexibilidad de la necesidad de una vivienda social.

6.4 Módulo

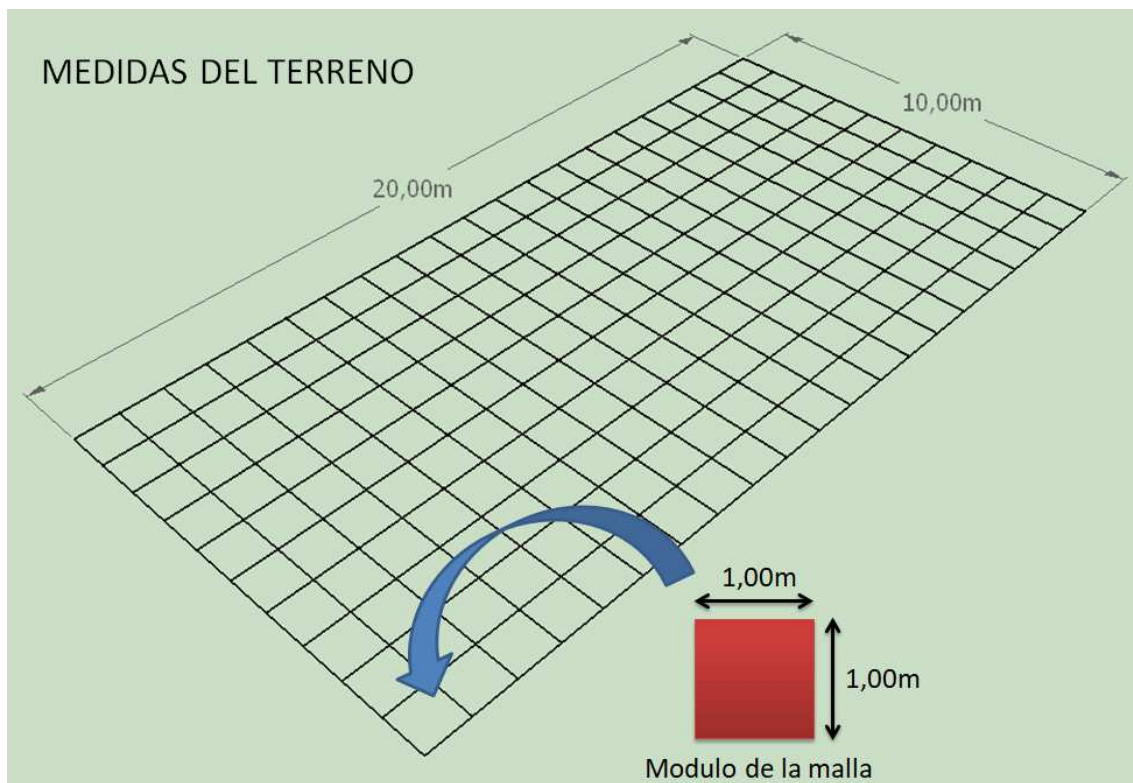


Gráfico 47 Diseño del terreno FUENTE: Elaboración propia

La malla está diseñada siguiendo el módulo 1.00m X 1.00m, las dimensiones del terreno son de 200m² (10.00m X 20.00m), en este espacio será diseñado la vivienda social con la utilización de los ladrillos plásticos.



6.5 Colocación de los ladrillos

Los moldes prediseñados nos permiten la producción de bloques con un control dimensional de una altura y anchura iguales, la coordinación modular de los bloques son aptos para el sistema de mampostería simple, las proporciones nos permiten hacer esquinas o interacciones en "T" sin tener que cortar los bloques o engrosarlas.

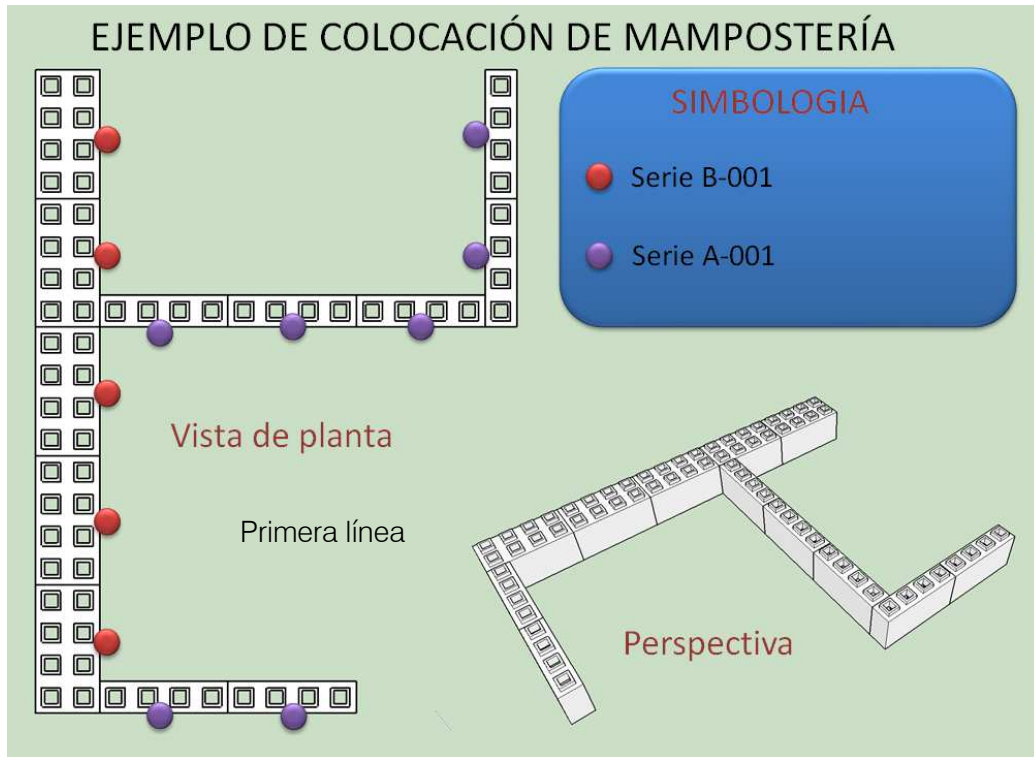


Gráfico 48 Colocación de mampostería FUENTE: Elaboración propia

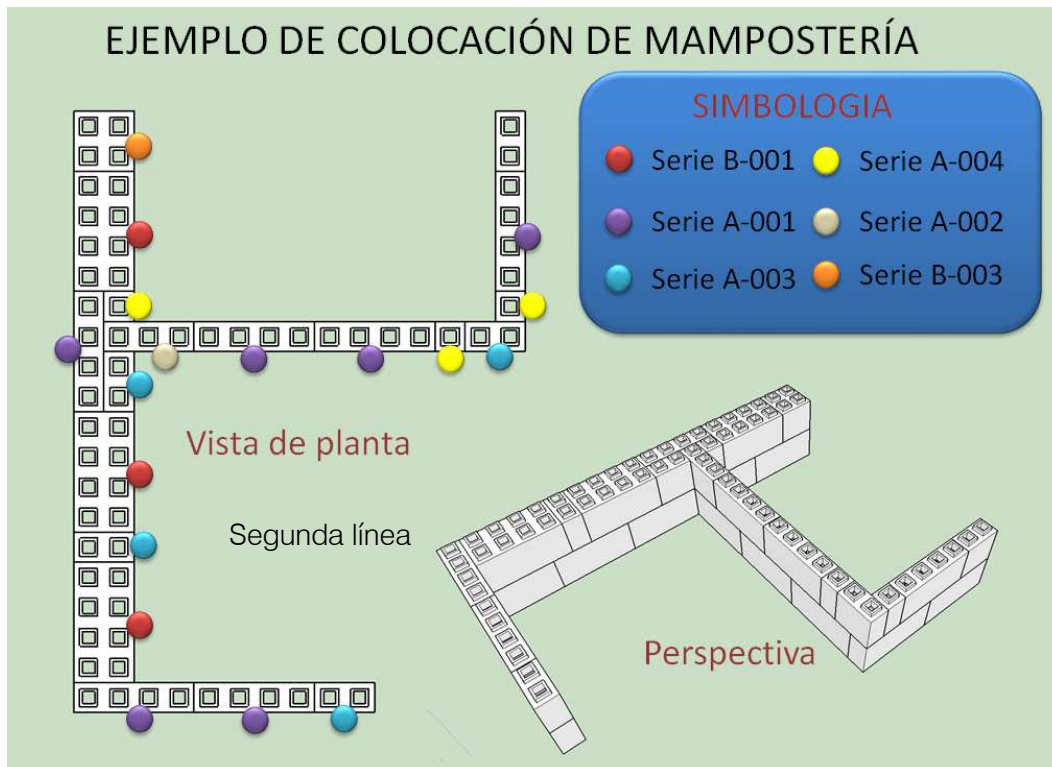


Gráfico 49 Colocación de mampostería FUENTE: Elaboración propia



EJEMPLO DE COLOCACIÓN DE MAMPOSTERÍA

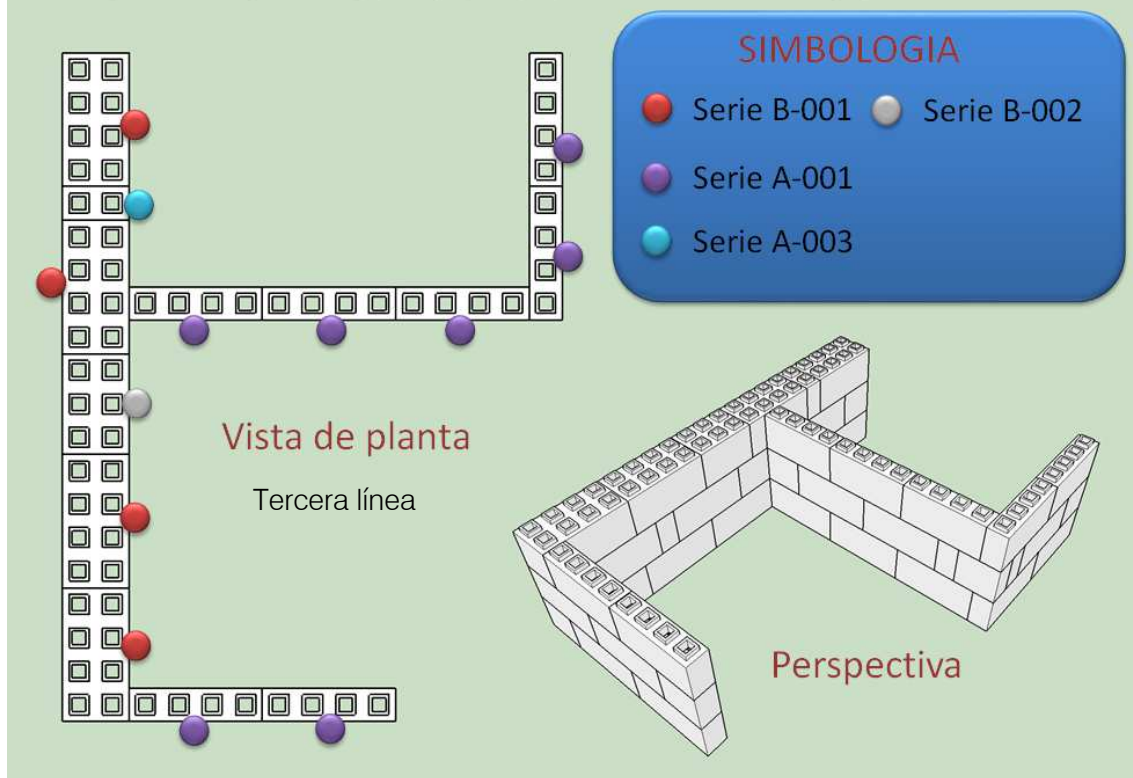


Gráfico 50 Colocación de mampostería FUENTE: Elaboración propia

Ya que la vivienda se puede armar de cualquier manera se han empleado una serie de fases evolutivas que serían la mejor opción para el crecimiento constructivo de la vivienda. Esto solo es un ejemplo que por la forma de armar tipo lego se puede crear diversas formas de vivienda sin necesidad de aglomerantes para su colocación.

CRECIMIENTO DE LA VIVIENDA

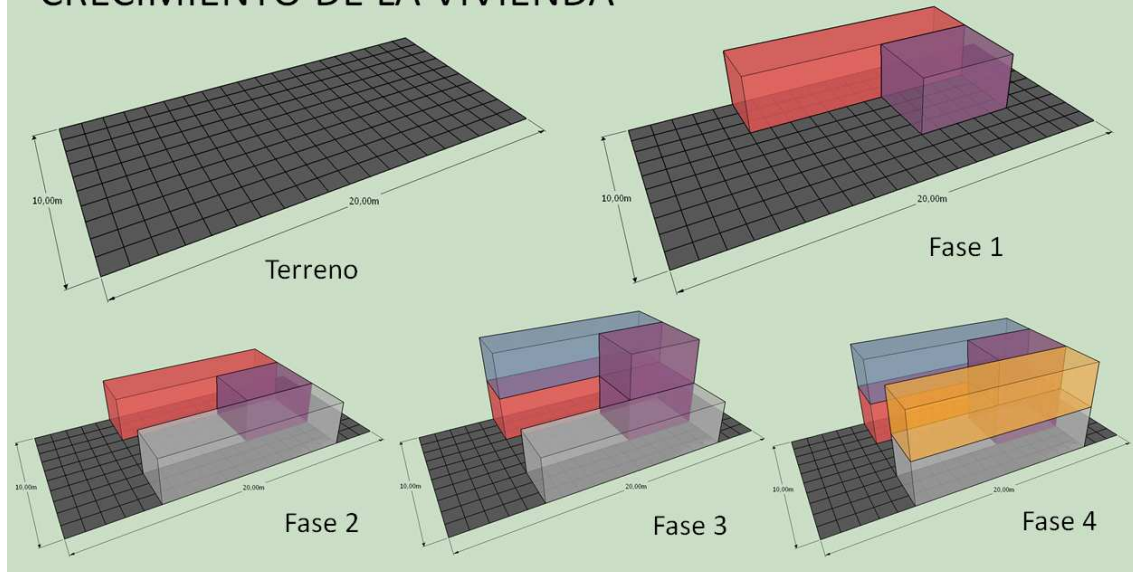
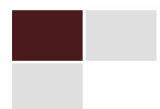


Gráfico 51 Fases de la evolución de la vivienda FUENTE: Elaboración propia



6.6 Diseño de una combinación de la planta arquitectónica

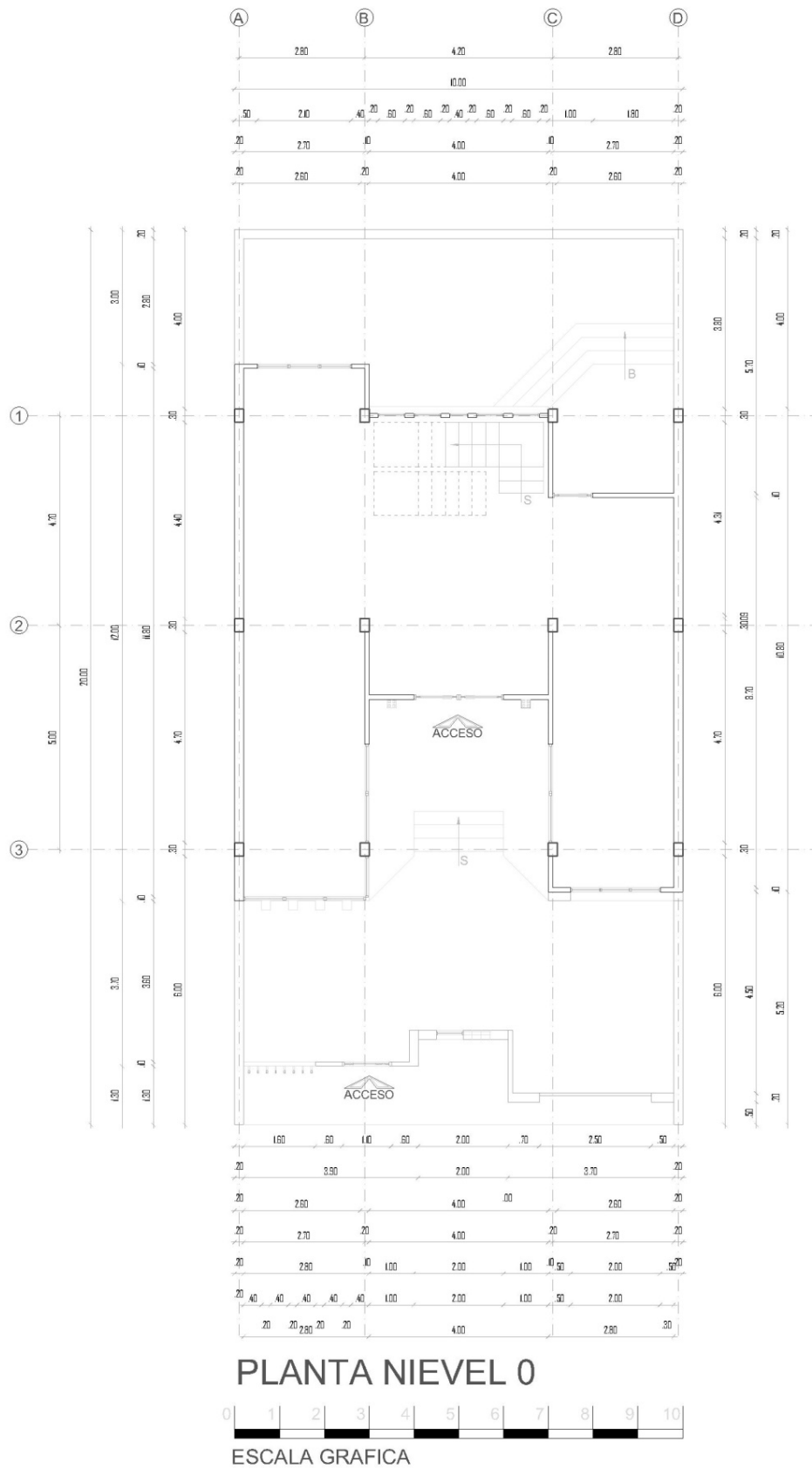
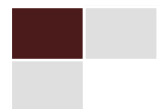


Gráfico 52 Planta de la vivienda nivel 0 FUENTE: Elaboración propia



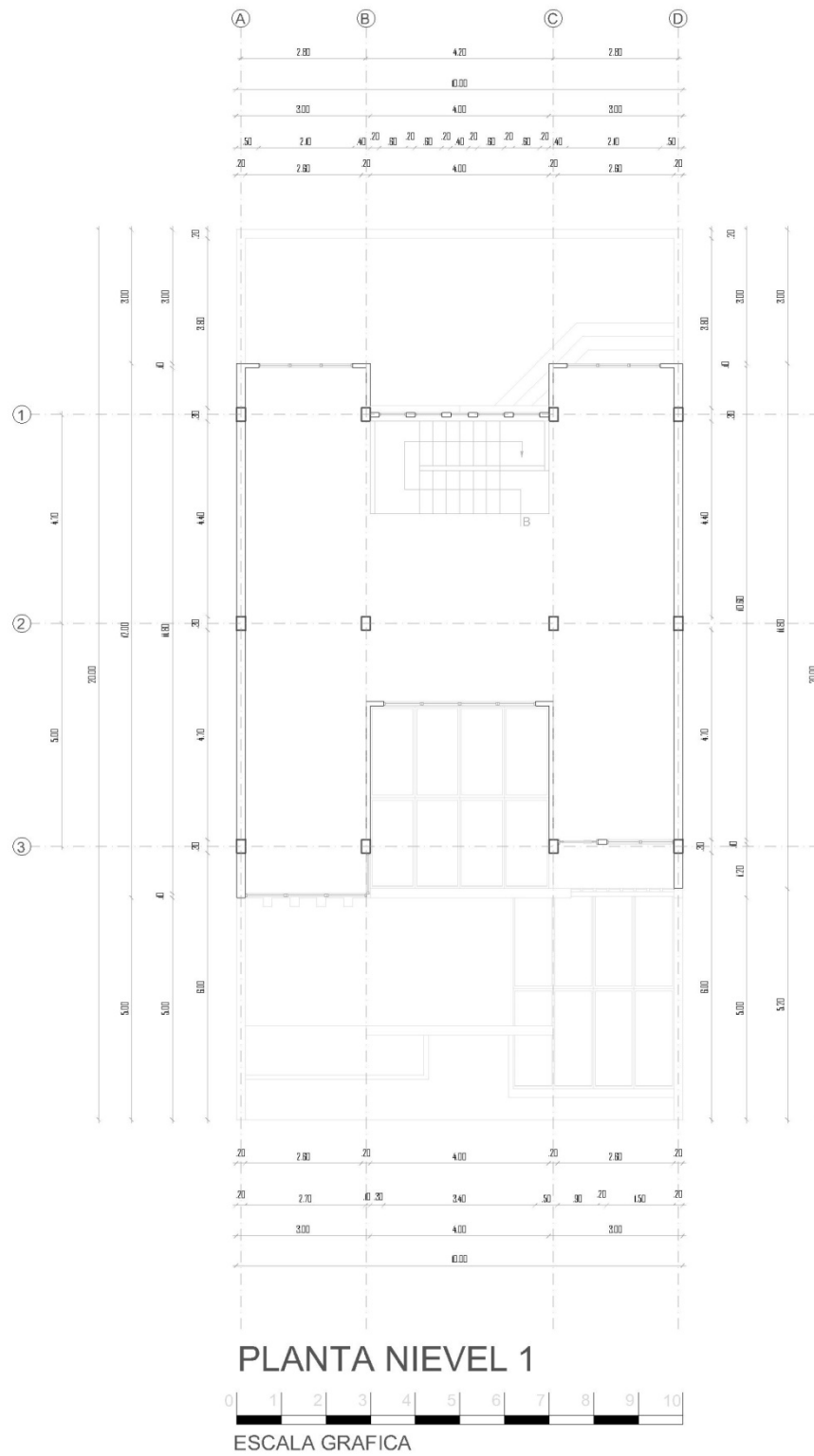
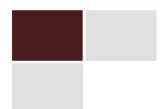


Gráfico 53 Planta de la vivienda nivel 1 FUENTE: Elaboración propia



6.7 Fachadas de la vivienda y vistas 3d



Gráfico 54 Fachada frontal FUENTE: Elaboración propia



Gráfico 55 Fachada posterior FUENTE: Elaboración propia

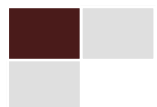
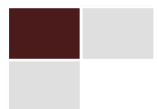




Gráfico 56 Vista frontal FUENTE: Elaboración propia



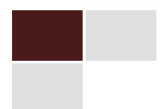
Gráfico 57 Vista posterior FUENTE: Elaboración propia



Conclusiones

CAPÍTULO

7



Capítulo 7

7 Conclusiones

- Hablando del reciclaje el tema ambiental mencionado en este trabajo, nos muestra la gran importancia de generar un plan de reciclaje a gran escala involucrando a los habitantes de la zona y a los gobiernos actuales, generando actividades económicas en las sitios donde se realice la construcción, solucionando uno de los principales problemas ambientales que este material plástico genera.
- El proceso de construcción de los ladrillos con botellas de plástico PET, genera así una conciencia de desarrollo sostenible reduciendo así el impacto que este material genera, dando características y componentes necesarios para este tipo de materiales reciclados sean utilizados y que sirva en el futuro arquitectónico.
- Los motivos a la hora de elegir este material de botellas recicladas de plástico PET para la creación de bloques y con esto construir una vivienda, siendo las botellas un material económico y de fácil acceso para el usuario, el costo al respecto del total de la obra es significativo, y teniendo algunas ventajas se encuentra la ecología, el confort térmico y la posibilidad de construir gracias a la sencillez de la propuesta.
- La evaluación de las propiedades de los ladrillos de plástico reciclado PET, podemos observar y el grado de resistencia, peso, permeabilidad que presenta son tan eficientes que pueden sustituir de manera factible al bloque y ladrillo tradicional, proporcionando diferentes soluciones en la arquitectura de viviendas sostenibles, o de cualquier construcción deseada.
- El material plástico PET tiene un tiempo de degradación en el medio ambiente estimado entre los 200 y 300 años, lo que nos garantiza que nuestra construcción sea de larga vida, siendo este un material muy maleable, se plantea la creación de diversos moldes por la manera fácil de utilizar el material plástico siendo este muy versátil, admitiendo que el diseño con el bloque de plástico permita libremente que en la construcción se pueda instalar servicios básicos como en cualquier vivienda común.
- El sistema constructivo permite ahorrar tiempo y mano de obra por su modo de construcción, en comparación con las construcciones comunes que se requiere mano de obra calificada, proporcionando una solución para los problemas de habitabilidad con bajos recursos, dando una posibilidad de realizar viviendas sociales, la calidad del bloque de plástico posibilita su utilización tanto en el exterior como en el interior de viviendas.
- El proceso de diseño de una edificación que incorpora este tipo materiales y productos reciclados no es muy diferente al método convencional de la

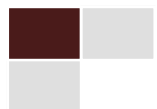


arquitectura, este tipo de diseño genera beneficios ambientales a la comunidad, al aprovechar la basura y los desechos en la construcción, reusando los elementos constructivos sin necesidad de invertir grandes recursos con un gran manejo de la creatividad por la forma del bloque plástico que es tipo LEGO, permitiendo el manejo fácil de diseño, dando una facilidad para su uso que permita ser utilizado tanto por el exterior como el interior de la vivienda.

- La facilidad del molde permite tener diversidad, no simplemente un tipo de dimensión especificada sino tener un cambio según el diseño lo requiera, considerando que se necesite alguna forma especial el molde podría cambiar y con esto se realizaría unos nuevos bloques de plástico para ocupar en los diseños que se requieran.
- El único problema que se puede generar, es el reunir la cantidad de botellas necesarias para la creación de los bloques plásticos, y contar con los recursos suficientes para poder terminar la obra, por este motivo se han planteado la creación de la vivienda sea en diversas etapas, facilitando que el recurso sea adecuado para la construcción, y con esto evitar que el material sea insuficiente.



BIBLIOGRAFÍA



8 Bibliografía

Libro

BAHAMÓN, A., & SANJINÉS, M. C. (2008). *Rematerial del Desecho a la Arquitectura*. España: Parramón Paidotribo S.L.

VERDEJO, E, & BOTICA SEVILLA, G. (2014). *Guía de Ecodiseño para el Sector del Plástico*. Valencia: ISBN Digital.

CARRULLA, C. S. (2003). *Arquitectura sustentable*. Barcelona: Edicions UPC

CASO, A. D. (2016). *La casa autosuficiente*. Mexico DF: Concepto. S.A.

EUROPEA, C. (2015). *Plan de Acción de la Unión Europea para la Economía Circular*. Bruselas: ES.

VARGAS, J. TORREALVA, D. BLONDET, M. (2007). *Adobe reforzado*. Perú: Printed Peru.

Revista

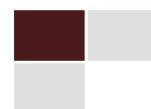
Emprendimiento de fabricación de ladrillos con plástico reciclado involucrando actores públicos y privados. (2015). N° 21 Revista Anual. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. (2008). Vol. 23 N° 063 Revista INVI. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

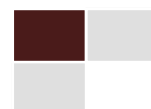
Referencias electrónicas (libro, revista, o artículo)

ABRUZZESE, L., BANDURA, R., & LIMITED, T. E. (2017). *Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo de Ciudades de América Latina y el Caribe*: https://reciclajeinclusivo.org/wp-content/uploads/2017/05/EIU_Inclusive-Recycling_report-SPANISH.pdf [Consulta: 23 de Junio de 2018]

ANDRÉS, M. (2011). *Equipo aparejador, Formación de muros con ladrillos de plástico*: <http://equipoaparejador.com/blog/http://equipoaparejador.com/blog/2011/07/formacion-de-muros-con-ladrillos-de-plastico.html> [Consulta: 29 de Octubre de 2017]



- BALDO, P. (2017). *CLARIN ARQ, Ladrillos de plástico: un metro cuadrado cada tres minutos*: https://www.clarin.com/arq/ladrillos-plastico-metro-cuadrado-minutos_0_rkDpRSj_Z.html [Consulta: 11 de Noviembre de 2017]
- BENEDICTO, E. (2016). *EcoInventos, arquitectura sostenible*: <https://ecoinventos.com/brasileno-usa-11-000-botellas-pet-para-construir-su-propia-casa/> [Consulta: 15 de Mayo de 2018]
- BUSCA, M. (2018). *Arquitectura y empresa, Hemeroteca noticias Arquitectura - 2018*: <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/wat-pa-maha-chedi-kaew-el-templo-de-botella> [Consulta: 11 de Diciembre de 2018]
- CONICET. (2015). *Ciencia & Cemento*: <http://wp.cienciaycemento.com/ladrillos-pet-a-base-de-residuos-plasticos/> [Consulta: 11 de Enero de 2018]
- COMISIÓN EUROPEA, & PLAN DE ACCIÓN PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR. (2017). *Informe de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones*. Bruselas: COM(2017)
- DESARROLLO, P. D. (2018). *PNUD*. <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html> [Consulta: 15 de Septiembre de 2018]
- ESPE, R. I. (2011). *Tecnología de los Plásticos*: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/05/pet.html> [Consulta: 10 de Enero de 2018]
- EUROPEA, C. (2017). *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente*. <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/comision-europea/> [Consulta: 15 de Marzo de 2018]
- FLORES, G. A. (2012). *Leonardo gestión medioambiental*. <https://reciclajesleonardo.com/2012/03/01/caracteristicas-del-pet-poli-etileno-tereftalato/> [Consulta: 15 de Enero de 2018]
- GAGGINO, R. (2015). *Consejo Nacional de Investigaciones*. <http://www.conicet.gov.ar/botellas-descartables-para-casas-sustentables/> [Consulta: 21 de Febrero de 2018]
- GARCIDUEÑAS, P. (2016). *EXPOK, Una solución para la construcción de casas asequible*. <https://www.expoknews.com/conoce-los-ladrillos-hechos-de-plastico-reciclado/> [Consulta: 15 de Enero de 2018]
- HUANG, A. (2010). *EcoARK*. <https://petmat.cz/petribute/ecoark/> [Consulta: 23 de Mayo de 2018]
- PINEDA, J. (2018). *En Colombia, El Problema Ambiental de la Basura*. <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/problema-ambiental-basura/> [Consulta: 14 de Abril de 2018]



- UN-Habitat. (2010). *Gestión de residuos sólidos en las ciudades del mundo*.
<http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2918>
 [Consulta: 11 de Diciembre de 2018]
- JUSTO, E. B. (2018). *EcoInventos*. *Wat PA Maha Chedi kaew. El templo de las botellas de cerveza*. <https://ecoinventos.com/wat-pa-maha-kaen-el-templo-de-las-botellas-de-cerveza> [Consulta: 22 de Diciembre de 2018]
- LUPARGON. (2017). *Las cosas simples*. *Ventajas del reciclaje en la construcción de casas*: <http://lupargon.blogs.uv.es/ventajas-del-reciclaje-en-la-construccion-de-casas> [Consulta: 25 de Junio de 2018]
- MARINES, M. (2018). *Las construcciones ecológicas de Andreas Froese*.
<https://www.vanguardia.com.mx/articulo/las-construcciones-ecologicas-de-andreas-froese> [Consulta: 04 de Junio de 2018]
- MARINES, M. (2018). *VANGUARDIA MX*. *Las construcciones ecológicas*:
<https://vanguardia.com.mx/articulo/las-construcciones-ecologicas-de-andreas-froese> [Consulta: 10 de Diciembre de 2018]
- MARTÍN, A. (27 de 7 de 2011). *Equipo aparejador*. *Formación de muros con ladrillos de plástico*:
<http://equipoaparejador.com/blog/http://equipoaparejador.com/blog/2011/07/formacion-de-muros-con-ladrillos-de-plastico.html> [Consulta: 29 de Octubre de 2017]
- MARTÍNEZ DE FUENTES, M. A. (2015). *La prensa*. *Alemán construye casas usando botellas como ladrillos*. <https://www.laprensa.hn/inicio/893923-417/alem%C3%A1n-construye-casas-usando-botellas-como-ladrillos> [Consulta: 10 de Diciembre de 2018]
- MEDINA, É. (2016). *EL TIEMPO*. *Colombianos crean casas con ladrillos de plástico reciclado*: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16488356>
 [Consulta: 16 de Diciembre de 2018]
- MÉNDEZ, O. A. (2017). *ECO INVENTOS*. *Las casas de ladrillos de plástico tipo LEGO que podrás construir tu mismo*: <https://ecoinventos.com/casas-de-ladrillos-de-plastico/> [Consulta: 02 de Noviembre de 2018]
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA, & GOBIERNO DE ESPAÑA. (2016). *Economía Circular, la Comisión Europea*. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/comision-europea/> [Consulta: 14 de Julio de 2018]
- MONTESA, R. (2015). *Reciclado Creativo*. *Lámparas realizadas reciclando botellas de plástico de Reciclado Creativo*. <http://www.recicladocreativo.com/las-mejores-10-lamparas-diy-realizadas-reciclando-botellas-de-plastico-de-reciclado-creativo/>
 [Consulta: 12 de Febrero de 2018]



- NASER, J. (2015). *CONICET, Botellas descartables para casas sustentables*:
<https://www.conicet.gov.ar/botellas-descartables-para-casas-sustentables/>
 [Consulta: 11 de Diciembre de 2018]
- NÚÑEZ ALVARES, M. (2012). *ARQUI-MEXICO. Noticias arquitectura Blocks de construcción a base de botellas de plástico recicladas (PET)*: <http://arqui-mexico.blogspot.com/2012/11/noticias-arquitectura-blocks-de.html> [Consulta: 21 de Diciembre de 2018]
- PAVEZ, A. (2012). *Pabellón EcoARK, Taiwán*. <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/27342-2.pdf> [Consulta: 21 de Mayo de 2018]
- PINEDA, J. (2018). *En Colombia. El Problema Ambiental de la Basura*
<https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/problema-ambiental-basura/>
 [Consulta: 14 de Abril de 2018]
- RECYTRANS. (2017). *RECYTRANS Soluciones globales para el reciclaje*.
<https://www.recytrans.com/blog/clasificacion-de-los-plasticos/> [Consulta: 01 de Enero de 2018]
- RUGGERI, P. (2014). *Espacio Sustentable*. <http://espaciosustentable.com/con-tus-manos-como-realizar-una-cortina-con-botellas-de-pet/> [Consulta: 15 de Febrero de 2018]
- SALOMÓN, J. (2012). *CASSETTE. EcoArk – El edificio de botellas PET más grande del mundo*. <http://cassetteblog.com/2012/10/ecoark-el-edificio-de-botellas-pet-mas-grande-del-mundo/> [Consulta: 15 de Mayo de 2018]
- SÁNCHEZ, A. (2018). *InformaBTL. Las 3Rs del packaging sustentable*.
<https://www.informabtl.com/3rs-del-packaging-sustentable/> [Consulta: 22 de Diciembre de 2018]
- SEGRETIN, R. (2011). *ECOPLAS. Poliestireno. EcoArk – El edificio de botellas PET*
http://ecoplas.org.ar/pdf/news_abrilmayo11.pdf [Consulta: 08 de Diciembre de 2018]
- TILLARD, J. (2016). *La Voz. Una casa hecha con 11 mil botellas PET*:
<https://www.lavoz.com.ar/casa-diseno/una-casa-hecha-con-11-mil-botellas-pet>
 [Consulta: 05 de Abril de 2016]
- TILLARD, J. (2017). *La Voz. La primera casa argentina hecha con ladrillos de plástico reciclado*: <https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/la-primera-casa-argentina-hecha-con-ladrillos-de-plastico-reciclado> [Consulta: 14 de Diciembre de 2018]
- VITORIA. (2013). *VILSSA, Ladrillos de plástico reciclado*: <http://vilssa.com/ladrillos-de-plastico-reciclado> [Consulta: 15 de Diciembre de 2018]



Tesis, proyecto final de carrera, trabajo final de grado, tesina de máster

AGUIRRE RODRÍGEZ, M., & RODRÍGEZ ARANGO, S. (2016). *diseño y construcción de un módulo de vivienda con botellas recicladas*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

CELI SARANGO, M. (2013). *Análisis del sistema constructivo con botellas recicladas PET*. Loja: Universidad Técnica de Loja.

CHALCHY GARCÍA, A. (2008). *Estudio para la Fabricación de Tabiques de Plástico*. México : Instituto Politécnico Nacional.

CRUZ, H., SANTA. B. (2014). *La Vivienda Sostenible*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

HERNÁNDEZ, K. (2013). *Biodegradación de envases elaborados a base de fécula de maíz, papa, caña de azúcar, papel y oxo-biodegradables*. MEXICO DF: Universidad Nacional Autónoma de Mexico

LAGUNA, M. C. (2011). *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción* Navarra: Universidad Pública de Navarra

MALDONADO CASTRO, M. A., & MEDINA CAJAS, C. G. (2008). *diseño y construcción de una extrusora y diseño del producto para el reciclaje mecánico del PET* . QUITO: Escuela Politécnica del Ejército.

MOLINA RESTREPO , S. A., VIZCAINO CAGÜEÑO, A. M., & RAMÍREZ SANTAMARÍA, F. D. (2007). *Estudio de las características físico - Mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado*. Bogotá: Universidad de la Salle

MONTENEGRO VILLAVICENCIO, M. E., & VALVERDE SANDOVAL, J. A. (2010). *Diseño y construcción de un deshumidificador de hojuelas de PET para la extrusora de laboratorio de mecánica de materiales*. QUITO: Escuela Politécnica del Ejército.

NAVARRO BOSH, A. (2016). *Estrategias de reciclaje Arquitectónico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

RIGONAT, S. A. (2015). *Reciclado de material plástico – Taller Protegido*. Buenos Aires: Unidad de Enseñanza Universitaria Quequén

RIVERA MARTÍNEZ, L. E. (2013). *Materiales alternativos para la elaboración de tabiques ecológicos*. Obregón: Instituto Tecnológico de Sonora.

RIVERA TÁVARA, R. (2004). *Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura*. Piura: Universidad de Piura Facultad de Ingeniería .



SANZ ADÁN , F. (2014). *ECODISEÑO un nuevo concepto en el desarrollo de productos*.
La Rioja: La Universidad e la Rioja.

VILLAFUERTE QUISPE, M. M. (2015). *Plan de negocios para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos en lima metropolitana*. Lima - Perú :
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

VILLEGAS ROMERO, A. (2012). *Uso de Materiales Reciclados para la Construcción*.
Xalapa: Universidad Veracruzana.

ZAVALA ARTEAGA, G. J. (2015). *Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado*. Santa Tecla: Escuela Especializada en Ingeniería itca – FEPADE.

