

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Master Titulado:

**“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN
DIFERENTES PROCESOS.”**

Realizado por:

PEDRO MANUEL CARRILLO PUENTE

Director del proyecto:

ING. KATTY VERÓNICA CORAL CARRILLO

Como requisito para la obtención del título de:

MASTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 14 de marzo de 2019

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, PEDRO MANUEL CARRILLO PUENTE, con cédula de identidad # 1720625712, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional y de maestría; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA

Pedro Carrillo

1720625712

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS”

Realizado por:

PEDRO MANUEL CARRILLO PUENTE

Como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Ha sido dirigido por la profesora

KATTY VERÓNICA CORAL CARRILLO

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

JOSÉ SALAZAR

WALVERTO GALLEGOS

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



Quito, 14 de marzo de 2019

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres y a todo el personal de la Universidad Internacional SEK.

AGRADECIMIENTO

A mis padres que han sido una parte fundamental en mi desarrollo personal y académico.

A mi hermana que me ha brindado su apoyo incondicional durante el desarrollo de la maestría.

A los profesores de la Universidad SEK por los conocimientos impartidos en clases.

Gracias totales a la Universidad SEK

Para someter a:
To be submitted:

Alternativas de reutilización de los desechos sólidos de construcción como materia prima en diferentes procesos.

Pedro Carrillo¹, Katty Coral^{1*}, José Salazar,
Walverto Gallegos ¹,

¹Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito,
Ecuador. 21/02/2019

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Katty Coral Carrillo, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.
Teléfono: +593-983084617; email: katty.coral@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Reutilización de desechos sólidos de construcción

Resumen.

En el Ecuador existen varios proyectos de construcción, generando desechos sólidos que no tienen buena disposición final, lo cual afecta al ambiente y al paisajismo del país, por lo que se requiere buscar alternativas estratégicas para la reutilización de los mismos en diferentes procesos constructivos, lo que disminuirá la carga ambiental de las escombreras, recolectoras de este tipo de desechos.

El presente estudio tuvo por objetivo investigar alternativas de reutilización de los desechos sólidos de la construcción, para la aplicación de los mismos en la edificación de viviendas sencillas.

Se identificaron aleatoriamente tres proyectos de construcción ubicados en la parroquia Urcuquí, siendo la construcción de una edificación, una línea de subtransmisión eléctrica y un soterramiento eléctrico. . Se realizó un inventario, clasificación y medición del volumen de los desechos sólidos generados y se obtuvo una mayor cantidad de material pétreo sobrante (excavaciones, preparado de hormigones, enlucidos, etc), chatarra (preparación y figurado de hierro, latones de cerramientos provisionales, hojas de zinc de las instalaciones provisionales), madera (encofrados, apuntalamientos, pasos provisionales, rampas, etc), plástico (envolturas de los materiales, protecciones de equipos eléctricos y electrónicos, retazos de tuberías, plástico negro, botellas, envases de materiales líquidos, etc), papel y cartón (procesos administrativos, impresión de planos, informes, cajas de cartón de los equipos y materiales, etc). Posteriormente se analizaron y propusieron estrategias de gestión y utilización de estos materiales, para transformarlos en materia prima para diferentes procesos constructivos.

Se desarrolló la alternativa de gestión para el plástico debido a la importancia que presenta por su escasa degradabilidad, a pesar de que no es el más abundante. La propuesta de gestión consistió en realizar bloques o ladrillos de plástico para su aprovechamiento en procesos de construcción como mampostería, pisos, bordillos, jardineras entre otros. Se determinó que el costo de elaboración del ladrillo es de 0,53 dólares por unidad, en tanto que el costo de un ladrillo tradicional es de alrededor de 0,35 dólares por unidad. Desde el punto de vista ambiental esta diferencia económica tiene un gran valor, debido a que reducirá la cantidad de plástico generado por las construcciones y que tiene como disposición final las escombreras, botaderos de basura, ríos y océanos, así como el desalojo clandestino a terrenos privados y quebradas.

Palabras clave: Arquitectura reciclable, plástico reciclable, producción limpia, reciclaje, ladrillos ecológicos, proceso constructivo.

Abstract.

In Ecuador there are several construction projects, generating solid waste that does not

have a good final disposal, which affects the environment and landscaping of the country, so it is necessary to look for strategic alternatives for the reuse of them in different construction processes, which will reduce the environmental burden of waste dumps, collectors of this type of waste.

The objective of this study was to investigate alternatives for the reuse of solid waste from construction, for the application of same in the construction of simple dwellings.

Three construction projects located in the Urcuquí parish were randomly identified, with the construction of a building, an electric subtransmission line and an electrical underground. . An inventory, classification and measurement of the volume of the generated solid waste was made and a greater amount of leftover stone material was obtained (excavations, preparation of concretes, plaster, etc), scrap (iron preparation and figuration, lattices of temporary enclosures, zinc sheets of temporary installations), wood (formwork, shoring, temporary steps, ramps, etc.), plastic (wraps of materials, protection of electrical and electronic equipment, pieces of pipes, black plastic, bottles, containers of liquid materials , etc), paper and cardboard (administrative processes, printing plans, reports, cardboard boxes of equipment and materials, etc.). Subsequently, strategies for the management and use of these materials were analyzed and proposed, to transform them into raw material for different construction processes.

The management alternative for plastic was developed due to the importance of its scant degradability, although it is not the most abundant. The management proposal consisted of making blocks or plastic bricks for their use in construction processes such as masonry, floors, curbs, planters and others. It was determined that the cost of making the brick is \$ 0.53 for unit, while the cost of a traditional brick is around \$ 0.35 for unit. From the environmental point of view this economic difference has a great value, because it will reduce the amount of plastic generated by the constructions and that has as final disposition the dumps, garbage dumps, rivers and oceans, as well as the clandestine eviction to land private and broken.

Keywords: Recyclable architecture, recyclable plastic, clean production, recycling, ecological bricks, construction process.

INTRODUCCIÓN

En los países pertenecientes a la Comunidad Europea, como parte de la conservación ambiental y el ahorro económico en materiales de construcción, se aplican varias alternativas de reutilización de los desechos sólidos de construcción, según el Catálogo Europeo de Residuos publicado en la Decisión No. 2001/573/CE, estos residuos se clasifican según su composición, para posteriormente reciclarlos o reutilizarlos en procesos de construcción (Tobón, 2014).

En Estados Unidos existe la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA Recovery and Conservation Resource Act) dentro del Subtitle D) en el cual se clasifican los desechos en peligrosos y no peligrosos, previo a su disposición final en los vertederos autorizados, los cuales no están sujetos a diseños federales ni a criterios técnicos de operación, no obstante aceptan los residuos cumpliendo con la normativa de monitoreo de agua subterránea y restricciones de localización.(U.S. EPA., “Background document for the CESQG Rule”, EE.UU., EPA/530-R-95-021.1995.)

En el Ecuador no existen normativas específicas ni técnicas de reutilización de desechos sólidos de construcción, por esta razón se produce la afectación al ambiente debido a la acumulación de desechos sólidos de construcción en escombreras o quebradas del país.

En el Distrito Metropolitano de Quito es común que los desalojos de desechos sólidos de la construcción sean trasladados a escombreras autorizadas, en las cuales se utiliza como relleno del suelo o quebradas, sin brindar ningún tipo de tratamiento, lo cual genera una afectación al ambiente debido al cambio que genera en las condiciones del suelo y quebradas de la ciudad, como consecuencia del espacio que utilizan por su gran volumen. En algunos casos, inclusive, los desalojos se utilizan para hacer rellenos de suelo en terrenos privados sin que se realice ningún estudio técnico o ambiental, lo que genera complicaciones futuras en caso de que existan asentamientos poblacionales y construcción de viviendas (Tobón, 2014).

En todo proyecto de construcción se generan desechos sólidos provenientes de los residuos de los materiales utilizados en los diferentes procesos constructivos, dentro de estos materiales se puede encontrar material pétreo, tierra producto de excavaciones o

nivelación de terrenos, madera, chatarra metálica, residuos de bloques, ladrillos, restos de hormigones, plásticos, entre otros; mismos que pueden ser aprovechados estratégicamente en diferentes procesos de construcción para realizar viviendas básicas de una planta, evitando ser desechados a las escombreras.

Si estos materiales se los clasifica y se realizan diferentes procesos o alternativas de aprovechamiento, pueden ser utilizados como materia prima para la construcción, lo que reduciría costos de materiales y ayudaría al ambiente, reduciendo la cantidad de desechos sólidos reduciendo la cantidad de desechos que se disponen o se botan al ambiente .

La hipótesis del proyecto de investigación es conocer si los desechos sólidos de construcción pueden ser utilizados como materia prima para el uso estratégico y aprovechamiento, para los diferentes procesos constructivos.

Como objetivo general del proyecto se propusieron alternativas de reutilización de los desechos sólidos de construcción, a través del análisis de su composición y su nivel de contaminación, para su aprovechamiento como materia prima en diferentes procesos.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) provienen principalmente de las ciudades, que resultan de las actividades domésticas en los domicilios particulares, en los edificios públicos y en mercados, calles, etc. (Najar, 2002). Algunos de los residuos sólidos producidos por las industrias son similares a los urbanos, pero son más peligrosos, puesto que pueden contener sustancias inflamables, radiactivas o tóxicas.

En cualquier caso, la producción de grandes cantidades de residuos sólidos plantea el problema de su eliminación. Son materiales que se acumulan en vertederos, donde aparecen olores desagradables, se producen plagas de roedores o insectos, contaminan el aire, el suelo y agua del subsuelo, entre otros problemas.

Una alternativa es la incineración, misma que permite obtener energía de su combustión, pero para llevar a cabo este proceso es necesario un control muy estricto de las emisiones que pueden originarse durante el proceso, porque algunas pueden ser muy tóxicas y perjudiciales para la salud.

Acorde a lo mencionado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2016):

- En el país no se invierte en protección ambiental a nivel empresarial.
- El 80.26 % de las empresas no poseen ningún tipo de permiso ambiental, mientras que el 19.74% de ellos poseen algún tipo de permiso ambiental.

MARCO TEÓRICO

DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN

Son considerados todos los materiales sobrantes y generados por el proceso constructivo, a los cuales se pueden clasificar en materiales pétreos y no pétreos, productos de excavación, nivelaciones y sobrantes de la adecuación del terreno, productos usados para cimentaciones y pilotajes, recipientes y empaques de los materiales de construcción, entre otros. (Secretaria Distrital de Ambiente, Bogotá, Resolución 1115, 2012).

INVENTARIO DE DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN

Consiste en realizar una búsqueda de información para conformar una base de datos de las empresas constructoras en las que se realizará el estudio y obtener los materiales que se consideran como desechos sólidos para desalojo, los cuales deben ser clasificados para posteriormente poder ser medidos en volumen según el espacio que ocupan en el ambiente (Aiassa,2007).

VOLUMEN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN

En el sector de la construcción es la medición del espacio de terreno que ocupan los mismos para determinar la cantidad de material con la que se cuenta para ser sometido a procesos de transformación y posteriormente a estos sea considerado como materia prima para diferentes procesos de construcción (Shen, 2011).

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

ALTERNATIVAS DE USO Y APROVECHAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN

Las diferentes formas de utilización y aprovechamiento de los desechos para considerarles como materia prima y evitar que sean desalojados del lugar del proyecto de construcción y desechados en el ambiente en las escombreras autorizadas, sin haber tenido tratamiento previo, clasificación y reducción de los mismos, utilizándolos en diferentes procesos (Rocha, 2015).

Cada material reciclable necesita ser estudiado minuciosamente para saber si son aplicables en construcción y cuál es su tratamiento. A continuación se detalla algunos materiales que pueden ser aplicables y sus características:

PAPEL CARTÓN

Estos materiales reciclados pueden tener un gran uso en el ámbito de acabados, debido a su gran manejabilidad; y en términos económicos, una gran ventaja hacia el resto de materiales (Aguirre, 2005).

VENTAJAS

- El uso de una tonelada de papel reciclado evita tumbar 17 árboles (valor promedio).
- Para procesar una tonelada de papel reciclado, se necesita el 10% de la cantidad del agua necesaria para la producción de papel desde la materia prima.
- No se genera emisiones atmosféricas durante el procedimiento de papel reciclado.

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

VIDRIO

Este material puede ser reutilizado en construcción para la formación de ventanas, acabados.

En el caso del armado de muros, se puede utilizar botellas vacías o a medio llenar, para mejorar su aislamiento térmico dependiendo el clima del lugar, colocadas en hilera como si fueran ladrillos (Patmadal, 2000). En la comparación del valor de la conductividad del vidrio 0.8 k (W/mK) y la conductividad del ladrillo rojo 0.6 k (W/mK) se evidencio que el vidrio tiene mayo aislamiento térmico. (Physics for Scientists and Engineers, 2015).

Para su cubrimiento se puede utilizar cemento, adobe, arena, estuco, arcilla, yeso, mortero o cualquier otra masa que mantenga las botellas y el muro estables (Patmadal, 2000).

VENTAJAS

- El vidrio de botellas o recipientes es un producto 100% reciclable que no sufre de un deterioro de su calidad por el proceso de reciclaje (Patmadal, 2000).
- Una botella retornable de vidrio puede ser reutilizada entre 17 y 35 veces antes de ser desechada (Patmadal, 2000).
- Permite un gran ahorro de energía, materia prima y se reduce considerablemente las emisiones generadas durante la producción (Patmadal, 2000).

HIERRO, ACERO Y ALUMINIO

Los productos de hierro son 100% recuperables y no pierden su calidad o sus características higiénicas con la fundición (Toxicday, 2011).

El producto férreo más común en los desechos domiciliarios son las latas de productos alimenticios que son generalmente estañadas para proteger el producto que contienen. Para poder recuperar el acero, se deben desestañar previamente (Toxicday, 2011).

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

El aluminio se puede reciclar a un 100% sin disminuir su calidad. Los productos más comunes compuestos de este material y que se encuentran en la basura domiciliaria son:

- Latas de bebida (cerveza, gaseosas)
- Ollas y sartenes usados

Además se recicla aluminio grueso, por ejemplo en construcción: como perfiles de ventana, puertas, etc, muebles de aluminio, tubería o partes de automóviles, camiones o aviones (Toxicday, 2011).

VENTAJAS

- Se reduce considerablemente la cantidad de materia prima, ya que para la producción de una tonelada de aluminio se necesita cuatro toneladas de bauxita (Toxicday, 2011).
- se reducen los gastos ambientales y económicos de transporte, energía, agua, etc., vinculados al procesamiento de la bauxita.
- La energía para el reciclaje del aluminio es solamente un 5% de la energía necesaria para producir aluminio de la materia prima (bauxita).

MADERA

Una de las características de sustentabilidad de la madera, es que, al finalizar su vida útil en los procesos constructivos, puede convertirse en biomasa, o ser usada para construir aglomerado (compuesto de maderas recaladas) (Patmadal, 2000).

Si se va a usar en la construcción, se debe procurar que sea autóctona, para evitar el consumo energético que implica la importación de maderas exóticas, y evitemos el uso de especies en peligro de extinción (Aguirre, 2005).

Entre los materiales posibles de reciclar en construcción se encuentra:

- La mampostería en la forma de escombros triturados para hacer contrapisos o pozos romanos (Aguirre, 2005).

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

- Maderas de diversas escuadrías de techos, paneles y pisos.
- Hormigón de pavimentos, se vuelve a triturar y usar en estructuras de menos compromiso de cargas (Aguirre, 2005).
- Puertas, ventanas y otras aberturas.
- Aislantes termo acústicos.
- Mayólicas y otros revestimientos cerámicos.
- Cañerías metálicas.
- Cubiertas de chapa para cercos de obra.
- Hierro estructural para obras menores.
- Hierro fundido para las líneas de agua y gas.
- Rejas.

PLÁSTICO

El plástico es un conjunto de materiales poliméricos orgánicos (los compuestos por moléculas orgánicas gigantes) que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado (Rocha, 2015).

Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno y el nylon. Los materiales empleados en su fabricación son resinas en forma de bolitas o polvo o en disolución. Con estos materiales se fabrican los plásticos terminados (Rocha, 2015).

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes (Rocha, 2015).

Existen tres métodos para el reciclaje de plásticos y su recuperación:

Reciclaje Mecánico: es realizado por medio de presión y calor. Es importante la clasificación minuciosa ya que la composición del plástico debe ser homogéneo (Rocha, 2015)

Reciclaje Químico: es la descomposición de los plásticos usados clasificados en sus

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

componentes más sencillos. Para ello se utiliza procesos como: la pirolisis, la hidrogenación, la gasificación o el tratamiento con disolventes (Rocha, 2015)

Recuperación de Energía: se lo realiza debido a que los plásticos se producen a base de petróleo y tienen un valor calorífico elevado, a veces incluso más elevado que el del carbón o del fuelóleo (Rocha, 2015)

VENTAJAS

- **Ahorro de energía:** La fabricación a partir de envases reciclados, supone un ahorro energético del 84% en el caso de los plásticos con respecto a la fabricación a partir de materiales vírgenes (Rocha, 2015)
- **Reducción de las necesidades de materia prima:** Por cada tonelada de envases plásticos reciclados se ahorra 1 tonelada de petróleo (Rocha, 2015)
- **Ahorro de recursos:** Con todos los envases reciclados se podría abastecer a la industria de la fabricación de plástico en casi el 9% de los recursos que se necesitan (Rocha, 2015).
- Descenso de los residuos destinados a incineración
- Reducción de residuos que acaban en vertedero (Rocha, 2015).

VALORIZACIÓN ECONÓMICA

Provee una alternativa de uso y aprovechamiento de desechos sólidos de construcción, consiste en dar un precio referencial a las alternativas investigadas y consideradas útiles para la disminución y reutilización de los desechos sólidos de construcción como materia prima para los diferentes procesos constructivos (Alvarado,2003).

REUTILIZAR UN DESECHO SÓLIDO

La acción por la cual el residuo sólido con una previa limpieza, es utilizado directamente para su función original o para alguna relacionada, sin adicionarle procesos de transformación. No siempre es posible recuperar todos los residuos que se quiere puesto

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

que no se cuenta con tecnología apropiada. La participación en campañas para la separación de residuos, lleva en aumentar la cantidad de material recuperable y reducir el volumen que se lleva al relleno sanitario (Bettino, 1988).

RECICLAJE DE DESECHOS

Es un proceso a partir del cual un producto usado, generalmente de desecho, es sometido a un tratamiento especial que le devuelve su utilidad y por tanto se convierte en un nuevo producto para utilizar o bien permite emplear su materia prima para la generación de otros productos u objetos (Bedoya, 2002).

MINIMIZACIÓN DE DESECHOS

La minimización es la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir -hasta niveles económica y técnicamente factibles- la cantidad y peligrosidad de los subproductos y contaminantes generados, que precisan un tratamiento o eliminación final (Bettino, 1988).

En el Ecuador no existe legislación ambiental específica para la gestión de desechos sólidos de la construcción contemplando dentro de esta la reutilización de los mismos, únicamente existe legislación general para el almacenamiento y la disposición final de desechos peligrosos, no peligrosos, sanitarios e industriales según lo que especifica la Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria Acuerdo Ministerial no. 061. Dentro de la legislación también está el Reglamento para la Prevención y Control de la contaminación de desechos peligrosos.

Analizando la realidad del país es importante determinar alternativas para la reutilización de los desechos sólidos de la construcción en función de los procesos que se llevan a cabo diferentes países.

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en la presente investigación consistió en:

1. Se determinó los materiales principales que componen los escombros o material de desalojo, esto es por: plástico, madera, chatarra, material pétreo, misceláneo (ripio, arena, polvo fino, material de excavación), papel y cartón.
2. Una vez identificados los desechos sólidos generados se procedió a medir en volumen y peso, dependiendo del material. En el caso del plástico, una vez acumulado en una cantidad considerable, que se identificó a simple vista, se procedió a empaquetar en fundas o saquillos de yute para posteriormente ser pesados y obtener la cantidad de material en kg, previo a su desalojo o donación; con la **madera** se procedió de forma similar midiendo el volumen de espacio utilizado, calculando el área en la que se encuentra depositado el material, multiplicado por la altura a la que se encuentra apilado, una vez que se obtuvo el valor del volumen se procedió a transformar el mismo a peso, multiplicando por un factor de densidad de la madera equivalente a $0,45 \text{ kg} / \text{m}^3$ (INTI-CITEMA,2003), que se obtiene previo a su desalojo o donación; para la **chatarra** una vez que se ha acumulado en una cantidad considerable, identificada a simple vista, se procedió a desalojar en una volqueta, que fue pesada vacía en la báscula del botadero y posteriormente cuando ya estaba cargada con el material, para obtener la cantidad de material en peso; con respecto al material **pétreo misceláneo**, este es reutilizado en los mismos subprocesos constructivos y el sobrante considerado como escombros, el cual se apila en un lugar asignado y se protege con geo membrana hasta ser desalojados, es transportado en una volqueta que realiza los desalojos la cual tiene una capacidad de 8 m^3 , para transformar a peso se considera que 1 m^3 de tierra pesa 1,5 toneladas lo que equivale a 3000 kilogramos (García, 2005). El **papel y el cartón** resultante de las actividades administrativas y de restos de empaques de cemento se van acumulando en el área destinada para estos residuos, y una vez que estén en una cantidad considerable se empaqueta, se pesa y se desaloja, estos son enviados a los recicladores.

**“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN
DIFERENTES PROCESOS.”**

3. Una vez que se realizó el inventario de los residuos sólidos de construcción, considerando tipo de materiales, cantidad en volumen, cantidad en peso, se determinó que el plástico es el residuo que más tiempo perdura en el ambiente pero no genera mayor contaminación a pesar de no ser el que se encuentra en mayor cantidad en los proyectos.
4. Se procedió a clasificar el plástico de acuerdo al tipo de componente en polipropileno, el cual se encuentra formado por fibras sintéticas, siendo un material de alta resistencia; PET formado por fibras sintéticas de baja resistencia; PVC es un derivado del plástico más versátil poco maleable de alta resistencia (Rocha, 2015).
5. Una vez clasificado el plástico se sometió al proceso de transformación, el cual consistió en colocar la materia prima (950 g de plástico) en una paila de bronce ubicada sobre una cocina industrial a fuego lento a una temperatura de 100 °C, adicionalmente a esto se le suministró aire caliente con una pistola de calor domestica que alcanza una temperatura 20 °C, para que la materia prima cambie sus propiedades físicas a un estado maleable. En este momento es colocada en moldes de madera con la forma de ladrillo, al cual previamente se embadurna en las superficies internas con aceite vegetal usado, para evitar que el plástico caliente en estado maleable se adhiera cuando se haya conformado el ladrillo. En este trabajo se consideraron las medidas de seguridad necesarias para minimizar los riesgos existentes en el proceso de elaboración del ladrillo, para prevenir la afectación al ser humano se utilizó los equipos de protección para manos, ojos y vías respiratorias, dentro de los cuales están: guantes, gafas claras, respirador media cara con filtro para gases y vapores orgánicos e inorgánicos. En cuanto a la parte ambiental para evitar la generación de gases y vapores como dioxinas y furanos, en el proceso se controló la temperatura suministrada evitando que el plástico llegue al punto de fundición y únicamente se calentó hasta que se haga maleable y se pueda insertar y compactar en el molde, colocando este en cantidades pequeñas hasta que se llene el mismo. La elaboración del ladrillo se realizó en un lugar abierto para evitar la concentración de calor y posibles gases

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

que se pudieron generar. La temperatura alcanzó los 120°C, razón por la cual no se generaron dioxinas y furanos ya que no alcanzo una temperatura de 200°C.

6. Una vez colocado en el molde, el cual es cerrado completamente, se puso en reposo entre 4 y 5 horas que duró el proceso de enfriado del plástico, finalizado el tiempo mencionado se efectuó el desmolde para la obtención del ladrillo tipo LEGO.



Figura 1: Acumulación de escombros



Figura 2: Acumulación de madera para Desalojo



Figura 3: Acumulación de madera para desalojo



Figura 4: Acumulación de madera (caña) para desalojo

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”



Figura 5: Acumulación de material pétreo para desalojo



Figura 6: Acumulación de plástico para desalojo



Figura 7: Acumulación de plástico para desalojo

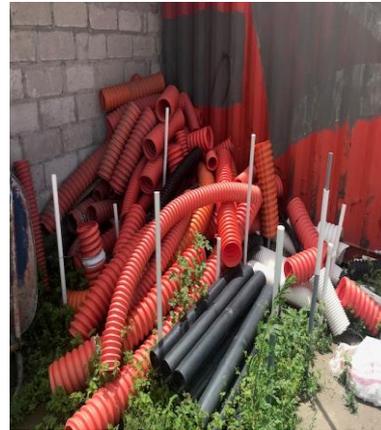


Figura 8: Acumulación de plástico para desalojo



Figura 9: Acumulación de plástico para desalojo



Figura 10: Acumulación de plástico para desalojo

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”



Figura 11: Plástico resultante de corte de tubería de polipropileno utilizada para soterramiento de cables



Figura 12: Plástico resultante de corte de tubería de polipropileno resultante de tubería utilizada para conducción de agua potable



Figura 13: Plástico resultante de corte de tubería de polipropileno resultante de tubería utilizada para conducción de agua potable



Figura 14: Plástico de reciclaje de tapas de polipropileno



Figura 15: Fundición del plástico reciclado



Figura 16: Molde del ladrillo para preparación

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

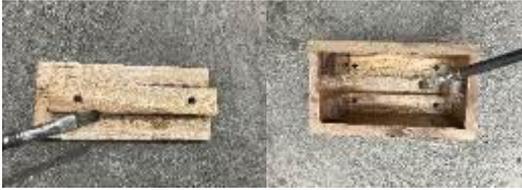


Figura 17: Colocación de aceite de cocina reciclado en el molde, para evitar que el plástico se pegue



Figura 18: Colocación del plástico en estado maleable, en pequeñas cantidades



Figura 19: Colocación del plástico en estado maleable, en pequeñas cantidades y presión manual para que adopte la forma del molde



Figura 20: Colocación del plástico en estado maleable, en pequeñas cantidades y presión manual para que adopte la forma del molde



Figura 21: Molde lleno del material plástico y compactado el mismo para que adopte la forma de ladrillo



Figura 22: Molde cerrado completamente listo para la espera de enfriado del plástico y obtención del ladrillo

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

Características y dimensiones del molde:

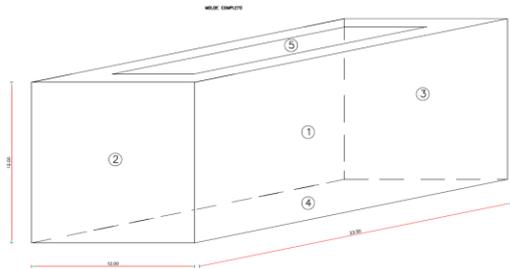


Figura 23: Molde completo vista frontal

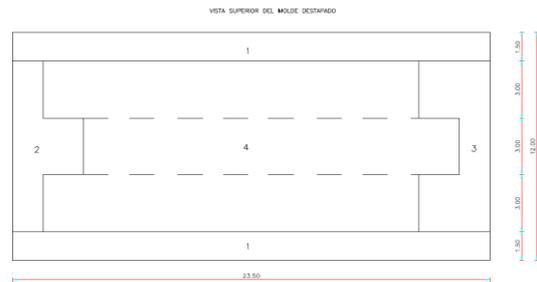


Figura 24: Molde destapado vista superior

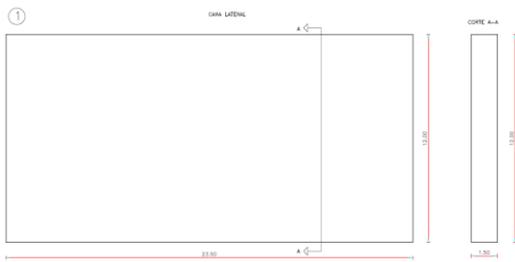


Figura 25: Molde vista lateral delantera

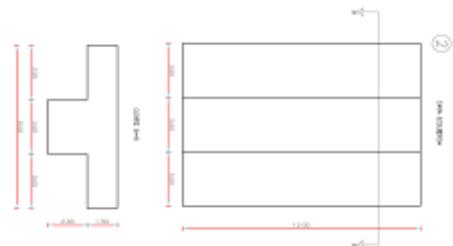


Figura 26: Molde vista cara izquierda

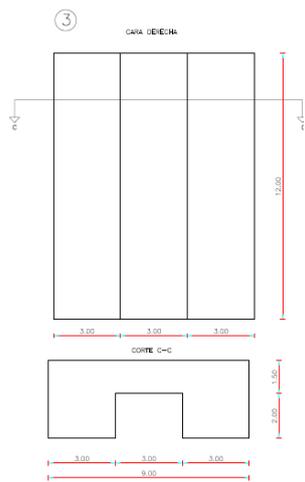


Figura 27: Molde vista cara derecha

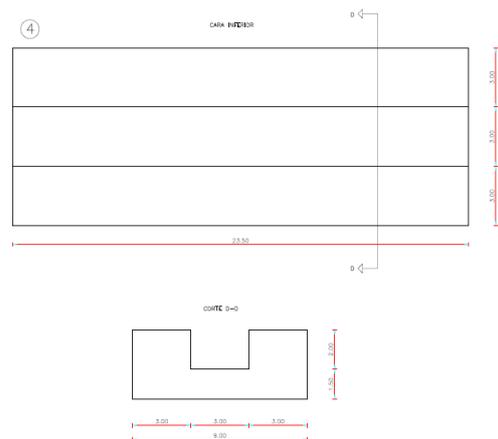


Figura 28: Molde vista cara inferior

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

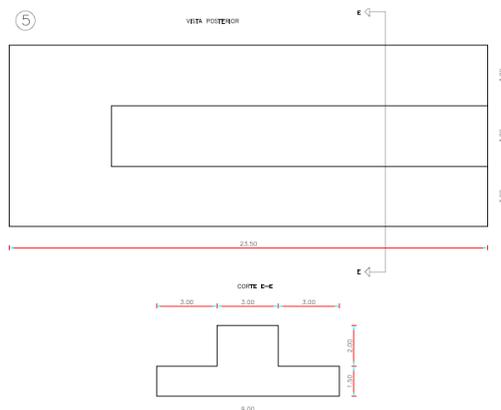


Figura 29: Molde vista cara posterior

RESULTADOS

Como resultado de la medición y cuantificación de los desechos generados en los procesos de construcción en cada uno de los proyectos se obtuvo los siguientes datos:

EDIFICACIÓN 2016					
Periodo	Plástico (kg)	Madera (kg)	Chatarra (kg)	Material Pétreo (kg)	Papel y Cartón (kg)
Enero	5,25	0	1,5	0	69,9
Febrero	0	0	3290	0	8
Marzo	0	0	2330	60000	89
Abril	4	0	1210	0	38,5
Mayo	0	0	0	0	7
Junio	6	0	900	0	29
Julio	0	0	2240	0	20
Agosto	6,1	0	146	0	18
Septiembre	0	0	1770	0	35
Total	21,35	0	11887,5	60000	314,4

Tabla N° 1: Cantidad de materiales obtenidos en el Proyecto Edificación año 2016

Fuente: Gezhoubá 2016

**“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN
DIFERENTES PROCESOS.”**

EDIFICACIÓN 2017					
Período	Plástico (kg)	Madera (kg)	Chatarra (kg)	Material Pétreo (kg)	Papel y Cartón (kg)
Enero	0	0	1300	0	15
Febrero	0	0	1590	0	94
Marzo	0	0	1300	0	0
Abril	15	0	4810	0	24
Mayo	7	0	860	0	239
Junio	0	0	1300	0	0
Julio	3	0	2770	0	26
Total	25	0	13930	0	398

Tabla N° 2: Cantidad de materiales obtenidos en el Proyecto Edificación año 2017

Fuente: Gezhoubá 2017

SOTERRAMIENTO 2017					
Período	Plástico (kg)	Madera (kg)	Chatarra (kg)	Material Pétreo (kg)	Papel y Cartón (kg)
Enero	150	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0
Marzo	9	0	380	0	42
Abril	0	0	0	60000	0
Total	159	0	380	60000	42

Tabla N° 3: Cantidad de materiales obtenidos en el Proyecto Soterramiento año 2017

Fuente: CEIEC 2017

LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN ELECTRICA 2017					
Periodo	Plástico (kg)	Madera (kg)	Chatarra (kg)	Material Pétreo (kg)	Papel y Cartón (kg)
Enero	2	0	0	0	0
Febrero	5,5	0	0	0	72
Marzo	0	36	0	0	0
Abril	0	3,6	380	0	0
Total	7,5	39,6	380	0	72

Tabla N° 4: Cantidad de materiales obtenidos en el Proyecto Línea de Subtransmisión

Eléctrica año 2017

Fuente: CEIEC 2017

TOTALES					
Material	Plástico (kg)	Madera (kg)	Chatarra (kg)	Material Pétreo (kg)	Papel y Cartón (kg)
Total	212,85	39,6	26577,5	120000	826,4

Tabla N° 5: Cantidad total de materiales obtenidos en ejecución de proyectos a partir del año 2016

Fuente: Gezhoubá 2016 – 2017, CEIEC 2017

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

A continuación, se pueden revisar los gráficos comparativos de la cantidad de desechos generados por tipo de desecho:

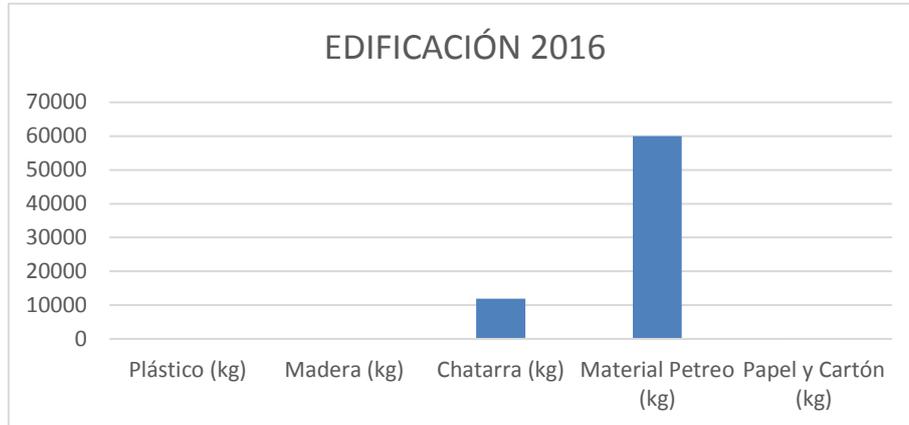


Figura 30: Comparativos de la cantidad de residuos Generados en el Proyecto Edificación 2016



Figura 31: Comparativos de la cantidad de residuos Generados en el Proyecto Edificación 2017

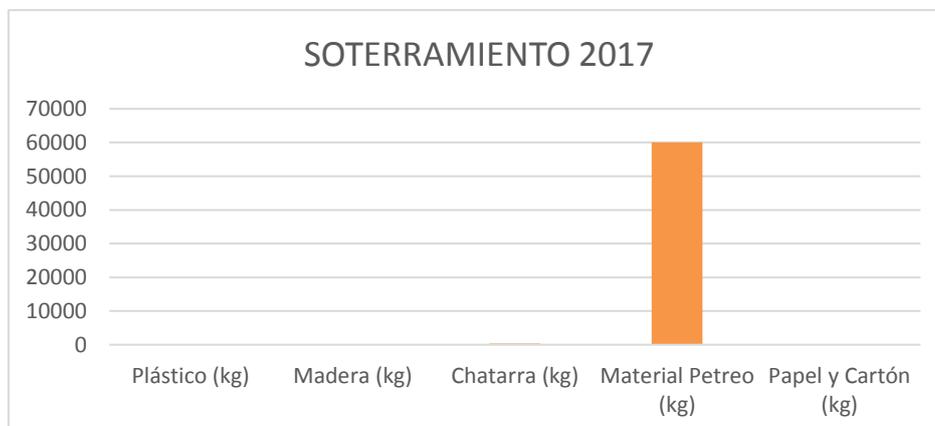


Figura 32: Comparativos de la cantidad de residuos Generados en el Proyecto Soterramiento

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

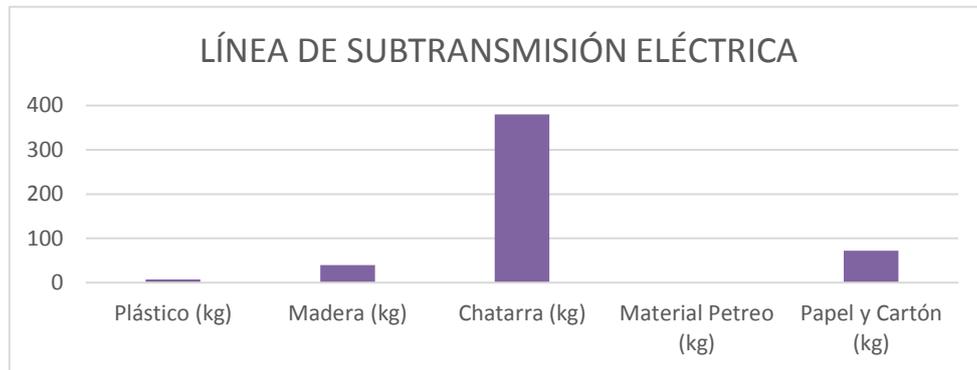


Figura 33: Comparativos de la cantidad de residuos Generados en el Proyecto Línea de Subtransmisión Eléctrica

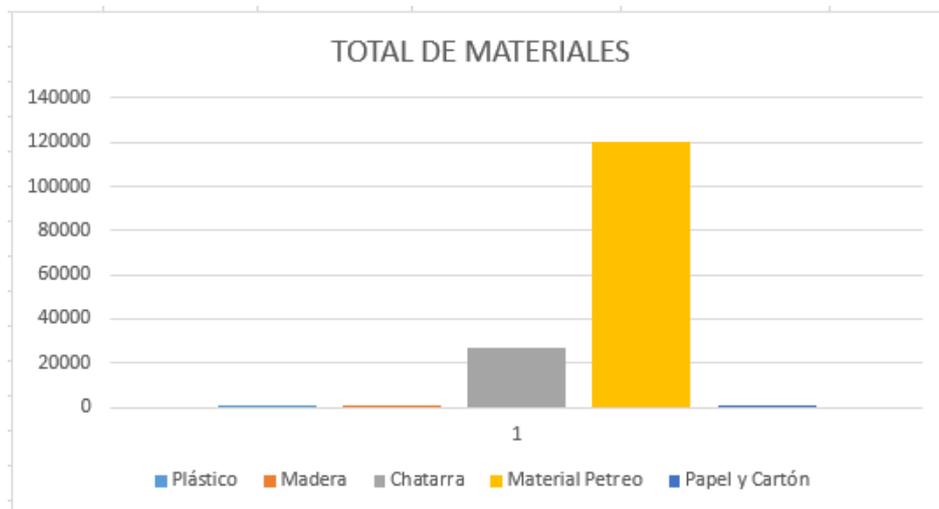


Figura 34: Comparativos de la cantidad total de residuos Generados en los Proyectos

Según la alternativa de gestión de plástico propuesta se realizó un experimento artesanal para demostrar que esta medida es aplicable en el sector de la construcción, para esto se construyeron varios ladrillos de plástico, los cuales pueden ser utilizados en el proceso de construcción de mampostería y de esta manera reducir el volumen de este en las escombreras y botaderos autorizados, el Ecuador cuenta únicamente con la Norma INEN 643 la cual indica la resistencia de los Bloques huecos de hormigón, no existe una Norma que especifique las resistencia de los ladrillos de arcilla.

Por lo mencionado los resultados de las pruebas de resistencia del ladrillo tipo LEGO se comparó con la resistencia del bloque de hormigón.

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DEL LADRILLO

Para obtener un resultado confiable de los ladrillos, se realizaron varias pruebas con el material, según la clasificación del plástico obtenido.

Se hizo una prueba piloto con residuos de plástico PET obtenido de los envases y botellas de las bebidas que consumen los obreros a diario, el mismo que presento pequeñas fisuras y porosidades en su contextura, una vez que se procedió a ensamblar con el resto de ladrillo este se rompió, debido que es un material de baja densidad



Figura 50: Ladrillo de prueba

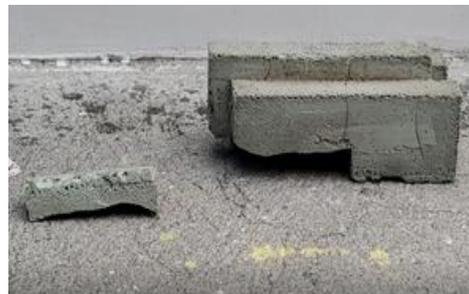


Figura 51: Ladrillo de prueba

Como segunda prueba se realizó el mismo proceso con materia prima (PVC), del cual no se obtuvo un buen resultado debido que en el proceso que se lleva acabo no se dio la debida transformación física para que este tome la forma deseada.



Figura 52: Transformación de plástico PVC

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

Finalmente, en la tercera prueba realizada con materia prima (polipropileno), se obtuvo las propiedades físicas deseadas, el plástico pasa a estar en un estado maleable tipo melcocha el cual se puede moldear y compactar con facilidad para así obtener la forma del ladrillo, debido que es un material resistente de alta densidad.



Figura 53: Transformación de plástico polipropileno

Una vez obtenido el ladrillo de plástico se procedió a manufacturar 40 unidades para armar un metro cuadrado de pared de mampostería y así demostrar que si se puede utilizar esta alternativa de gestión.



Figura 54: Unidad de ladrillo y pared de ladrillo visto y terminada con estuco y pintura

**“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN
DIFERENTES PROCESOS.”**

Realizadas todas las pruebas y muestras del ladrillo de plástico fue importante analizar el costo de producción artesanal del mismo, para lo cual se utilizó una cocina industrial a gas de uso familiar, un cilindro de gas con costo de 3,50 dólares, una pistola de calor con un consumo de luz con su equivalente económico a 8 dólares, material plástico de reciclaje obtenido sin costo alguno, molde de madera con costo de 20 dólares, aceite vegetal usado sin costo alguno. Al ser un experimento artesanal, se utilizó la cocina, cilindro de gas y pistola de calor de uso doméstico, razón por la cual no se considera una inversión inicial, con respecto al costo de producción y los valores económicos totales mencionados para todo el experimento fue de 31,50 dólares sin considerar el costo de la mano de obra debido a que es un estudio de investigación, se realizaron en total 60 ladrillos plásticos por lo que se puede determinar que el costo del ladrillo es de 0,53 dólares por unidad. Esta cantidad de ladrillos están distribuidos de la siguiente manera, 15 para pruebas previo al armado de la pared, 40 para armar un metro cuadrado de pared simulando el trabajo de mampostería y producto final, 5 para exposición y explicación del funcionamiento de los mismos en la sustentación del experimento.

Con la colaboración del Laboratorio de suelos y hormigones ESPINOSA & SILVA CIA.LTDA, se realizaron los ensayos de resistencia según el método ASTM C 140-11, en el cual se obtuvo los siguientes resultados:

(BLOQUE DE 17,8 X 7,2 cm)						
RESULTADOS: BLOQUE PENSADO PARA MAMPOSTERÍA						
Muestra No	Ancho cm	Área neta cm ²	Volumen cm ³	Masa g	Carga kN	Resistencia MPa
1	7,0	128,0	896	974	47	3,67
2	7,0	128,0	896	980	49,2	3,84
3	7,0	128,0	896	975	43	3,36
4	7,0	128,0	896	980	45	3,52
5	7,0	128,0	896	980	46	3,59
6	7,0	128,0	896	978	37	2,89
7	7,0	128,0	896	977	38,2	2,98

**“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN
DIFERENTES PROCESOS.”**

Resistencia Promedio: 3,4 MPa
34,8 kg / cm³

Comparación con la Norma INEN 643- 1993 Bloques huecos de hormigón.

Tipo de Bloque	Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

Tabla 1. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los Bloques huecos de hormigón



Figura 55: Comparación ladrillo de plástico y ladrillo de hormigón

Una vez comparados los resultados de las pruebas de resistencia de los ladrillos plásticos con los parámetros de la Norma INEN 643 se pudo determinar que estos cumplen con la resistencia mínima de compresión en MPa a los 28 días obteniendo como resultado un bloque TIPO C, por tal razón pueden ser utilizados para los procesos de mampostería.

Finalmente se analizó el costo de un ladrillo de arcilla con el ladrillo plástico y se pudo determinar que hay una diferencia de costos de 0,18 dólares debido a que un ladrillo tradicional cuesta alrededor de 0,35 dólares y el costo del ladrillo plástico es de 0,53 dólares, analizando desde el punto de vista ambiental esta diferencia económica de 0,18 dólares tiene gran valor para la naturaleza debido a que se puede reducir considerablemente la cantidad de plástico que tiene como disposición final las escombreras, botaderos de basura, ríos y océanos. Adicionalmente, una producción a gran

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

escala seguramente reducirá los costos haciéndolos competitivos con otros de su misma categoría. En el caso de no utilizar el plástico en la elaboración de ladrillos tipo LEGO y enviar a un gestor ambiental se obtiene un valor de 0.17 dólares por kg, y la gestión de este material se deslinda de responsabilidad de la constructora.

CONCLUSIONES

En función de los datos de los desechos de construcción obtenidos se pudo evidenciar que estos son de diferentes materiales como madera, chatarra, material pétreo, papel, cartón, plástico y que para cada tipo de material existe una alternativa de gestión para evitar que su destino final sea la naturaleza.

En el estudio se pudo evidenciar que existen varias alternativas de gestión para los desechos sólidos de construcción para reutilizar los mismos una vez que sean sometidos a los procesos de transformación y recuperación como materia prima, la alternativa más común es la entrega a gestores de desechos lo que deslinda la responsabilidad de los constructores.

A pesar de que el plástico no es el material que se obtiene en mayor cantidad como desecho en la construcción con un 0,15% del valor total de los desechos sólidos, este es el que perdura más tiempo en el ambiente a pesar de que no es el que genera mayor contaminación y por esta razón se desarrolló la alternativa de gestión para el mismo.

Se puede indicar que la alternativa de reutilización del plástico generado en la construcción planteada es una adecuada manera de reducir la disposición del plástico en los rellenos sanitarios.

Al ser un experimento artesanal, estos son resultados básicos que deben ser considerados como base para estudios posteriores, en los cuales se plantee realizar esta alternativa a nivel industrial, lo que reducirá el costo de producción, considerando una inversión inicial que se debe recuperar a un corto plazo.

Con esta alternativa de gestión del plástico se puede realizar varios tipos de prototipos

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

para la construcción y aplicarlos en diferentes procesos, además del proceso de mampostería con ladrillos de plástico se puede realizar prototipos de adoquines para pisos, ladrillos para bordillos de aceras, ladrillos para jardineras, entre otros, considerando que es un material de buena resistencia y fácil transformación.

En el sector de la construcción se ofertan varios tipos de materiales para acabados, los cuales pueden ser reemplazados por piezas realizadas a base plástico reciclado, lo cual ayuda al ambiente y a la reducción de la contaminación por desechos de plástico en botaderos, vertederos de agua , mares entre otros.

En el proceso de elaboración del ladrillo se evidenció que todo plástico se puede utilizar como materia prima si se realiza esta alternativa de una manera industrial en la cual se peletize el plástico y una vez que este se encuentre hecho polvo y se someta al proceso de transformación se funda de una manera paralela y se inyecte en los moldes respectivos.

Al realizar esta alternativa de manera artesanal se pudo evidenciar que no es posible mezclar el plástico debido a que el material no tiene la misma densidad y consistencia y no se transforma a un estado maleable de manera paralela y se empieza a quemar como se pudo evidenciar en la transformación del PVC.

Analizando la alternativa de gestión del plástico, si se realiza a nivel industrial peletizando la materia prima para obtener una mezcla homogénea, existe la posibilidad de que esta alternativa se puede aplicar para todos los desechos de este material sin considerar el proceso productivo en el que fueron generados debido a que el plástico se puede obtener a un bajo costo, y en algunos casos a costo cero.

La aplicación de alternativas de gestión de desechos de construcción en las empresas constructoras del país es poco común de encontrar, debido a que estas realizan los desalojos de la mezcla de todos los desechos considerados como escombros a los botaderos, sean estos autorizados o clandestinos sin considerar que si se los clasifica pueden ser utilizados como materia prima para otros procesos constructivos.

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

RECOMENDACIONES

Para trabajos posteriores es importante realizar los estudios de resistencia de temperatura y resistencia contra el fuego para considerar estos ladrillos como material principal para la construcción de edificaciones en general y no solo para viviendas sencillas.

Es importante hacer una muestra de vivienda con este tipo de ladrillos y realizar un estudio de mercado y aceptación de la gente para determinar si es viable construir viviendas con este tipo de material.

Se debe analizar el tipo de materiales acabados de construcción, los cuales pueden ser elaborados y reemplazados por el plástico ya que es un material resistente de alta duración.

Concienciar a las constructoras en el país y recomendar la clasificación y reutilización de los desechos de construcción en diferentes procesos constructivos.

Desarrollar las diferentes alternativas de gestión planteadas y determinar su aplicación y factibilidad en los procesos de construcción.

Realizar una toma de datos aleatoriamente en las constructoras del país para determinar la gestión realizada con los desechos de construcción y en base a esto proponer las diferentes alternativas de gestión para ayudar al ambiente.

Analizar los costos para la aplicación de alternativas de gestión de desechos de construcción y cuanto pueden incrementar en el proceso constructivo.

Analizar el costo beneficio de utilizar materiales obtenidos de productos reciclados mediante alternativas de gestión de desechos de construcción.

Considerar las alternativas de gestión planteadas para el desarrollo de trabajos de titulación futuros y determinar la aplicabilidad en el país.

**“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN
DIFERENTES PROCESOS.”**

Incentivar a la gente a realizar la clasificación de desechos en general para la posterior aplicación de alternativas de gestión las cuales beneficien al ambiente y reduzcan la contaminación.

“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN DIFERENTES PROCESOS.”

Bibliografía

- Aiassa, G. &. (2007). Diseño de mezclas de suelo compactado para la construcción de terraplenes. *Revista EIA- Medellín*, 200-310.
- Alvarado, M., & López, I. (2003). Vivienda de emergencia con residuos reciclados. *Vivienda de emergencia con residuos reciclados*, 105-300.
- Bettini, V. (1998). Elementos de ecología urbana. *Elementos de ecología urbana Trotta*, 10-15.
- Botero, L. (2003). Sostenibilidad de la disposición de escombros de construcción y demolición en Bogotá. *Tesis universidad de los Andes*, 56-66.
- Breccolotti, m. &. (2010). Structural reliability of eccentrically-loaded sections. *Recycled aggregate concrete. Engineering structures*, 55-75.
- Castellanos, & Quiroga. (2010). Concretos Agregados Provenientes de la Demolición. *Estudios de Construcción*, 45-60.
- CONGET. (2003). Tratamiento de Residuos de Construcción. *Alternativas de Aprovechamiento*, 50
- Ardis García, (2005). Densidades de materiales pétreos, Barcelona-España
- INTI-CITEMA, (2003). Densidad de maderas, Argentina, 1-8
- Juste, I. (10 de 2008). *Ecologiaverde*. Obtenido de Ecologia Verde: ecologiaverde.com
- Mauricio, B. M. (2002). Confec tion of recycled concrete with rubbles. *Ecomaterials in Colombia*, 833-840.
- Medellín, A. d. (2008). Gestión Integral de Residuos Sólidos. *GIRS Medellín*, 502-66.
- Nicolás, B. (2008). Concreto sostenible como alternativa estructural, ambiental y económica en la construcción. *Construcción de obras civiles*, 32-44.
- POPULAR, A. S. (2005). ESTUDIO PARA EL DISEÑO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE ESCOMBROS. *SISTEMA DE GESTÓN INTEGRAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA - CIUDAD DE MEDELLÍN*, 98.
- RECEMSA. (2014). APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN. *Alternativas de Aprovechamiento*, 150

**“ALTERNATIVAS DE REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIA PRIMA EN
DIFERENTES PROCESOS.”**

Shen. (2011). A model for cost-benefit analysis of construction and demolition waste management through the waste chain . *Resources Conservation and recycling* , 56-80.

Standars, B. (2000). Concretos con Agregados Provenientes de Escombros . *asociación Colombiana de Ingenieros* , 35-40.

Tobón, J. C. (2014). Instrumentos Para El Mejoramiento En La Gestion De La Política De Aprovechamiento De Residuos De Construcción y Demolición. *Percepciones De Los Constructores de Obras Públicas* , 100-305.

Yuan, F. S. (2011). Energy analysis of the recycling options for construction and demolition waste. *Waste Management*, 150-168.

* *Técnico Superior en Gestión Ambiental y Técnico Superior en Comunicación Social.*
Tte. Gral. Juan D. Peron 2049 7mo. "55" (C1040AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires