

Diciembre 2019 - ISSN: 1696-8352

## **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE LA FABRICACIÓN DE LOS MISMOS, CON MATERIALES RECICLADOS COMO EL PET, CASCARILLA DE ARROZ, BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y CÁSCARA DE MANÍ**

**Sharon Michelle Jácome Valhubert<sup>1</sup>**,  
estudiante egresada de Diseño de Interiores

**María Julia Suntaxi Aluisa<sup>1</sup>**,  
estudiante egresada de Diseño de Interiores

**María Eugenia Dueñas Barberán, Mg Dis.**,  
Tutora académica Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Sharon Michelle Jácome Valhubert, María Julia Suntaxi Aluisa y María Eugenia Dueñas Barberán (2019): "Análisis de las propiedades de bloques de construcción a partir de la fabricación de los mismos, con materiales reciclados como el pet, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar y cáscara de maní", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana (diciembre 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/12/propiedades-bloques-construccion.html>

### **RESUMEN-**

El presente análisis trata sobre las propiedades de los bloques de construcción obtenidos con materiales reciclados tales como el; PET, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar y cáscara de maní con el fin de aprovechar los residuos orgánicos e inorgánicos en un proceso de elaboración de nuevos materiales, aprovechando la composición de los mismos al transformarlos en otros productos con iguales o mejores características que los elementos tradicionales a través de ensayos establecidos en las normas de construcción que validan la calidad del producto.

A través de la revisión documental realizada por varios autores en relación a este tema se da a conocer la importancia de la utilización y factibilidad de elaborar bloques alejados de los materiales tradicionales, por ejemplo la cascara de maní es un buen material para llevar a cabo este objetivo el mismo que puede ser tratado con cal, verificando que este proceso de transformación haya disminuido el contenido orgánico de las fibras, permitiendo de esta manera poder adherirse a los otros materiales que se utilicen en la mezcla de materiales para la fabricación de los bloques a base de la cascara de maní.

La innovación dentro de los procesos productivos resulta un factor importante ya que los mismo se orientan a diversificar los estándares de control de contaminación por parte de las industrias que se llevan a cabo sus

actividades económicas dentro del territorio nacional, por ello, la propuesta fue orientada a desarrollar este nuevo tipo de productos preocupándose en el medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales como un factor de repotenciación de los objetivos de los desarrollo sostenible.

## **PALABRAS CLAVE-**

Construcción, bloques de construcción, residuos agroindustriales, materiales reciclados, PET, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar, cáscara de maní, diseño de interiores, medio ambiente.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad el reciclar se ha convertido en uno de los principales retos a los que se enfrentan las sociedades dentro del territorio nacional, este proceso consiste en tratar de eliminar todo tipo de residuo que exista en el planeta como resultado de las actividades diarias que realizan las poblaciones. Lastimosamente la sociedad de hoy en día, aun no hace conciencia de la importancia de los recursos naturales y que la mayoría de ellos no son renovables, atribuyéndose a esto que existen productos de cultivos de largo plazo de cosecha y que por ende demora mucho tiempo en obtener sus frutos o beneficios residuales.

Se vive en una sociedad de consumo masivo y los residuos resultados de este proceso representa una gran problemática para el medio ambiente, dado que por inercia o inconscientemente las personas consumen productos plásticos y sus envolturas las arrojan a la calle, veredas, lotes baldíos, desde medio de transporte o a medida que transitan por estas zonas, dando a notar que no existe una preparación en términos de reciclaje que concientice a la población nacional en términos de mejoramiento de calidad de vida, responsabilidad social y compromiso con el medio ambiente.

Por ello se busca solucionar los problemas de aprovechamiento de recursos naturales, mediante la determinación de las principales características orgánicas e inorgánicas que poseen estos materiales residuales, elaborar una prueba de los materiales a mezclar para conseguir un producto idóneo para su posterior puesta en el mercado de venta de materiales de construcción, para conseguirlo se debe hacer un marco de experimentación en donde se puedan apreciar y valorar sus características físicas, mecánicas y químicas.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Una de las principales razones por las cuales se lleva a cabo el presente proyecto de investigación se ve reflejado por la preocupación de la existencia de grandes volúmenes de desperdicios como resultado de la actividad industrial dentro del territorio nacional, dado que gran mayoría de ellos no aprovechan de alguna otra manera sus desperdicios, provocando más bien contaminación, escenarios de proliferación de enfermedades, daño al hábitat de algunas especies de animales.

La cultura local no tiene conocimientos arraigados sobre el reciclaje de tales residuos; en la actualidad es posible su reutilización en nuevos procesos para la elaboración de productos con características similares y con las mismas funciones que tienen los bloques utilizados en la construcción; en este caso particularmente se tratará con desechos como el PET, bagazo de caña de azúcar, cáscara de maní y cascarilla de arroz, que debido a la alta producción de los alimentos y plásticos de único uso derivados de estas industrias, son desechos que se encuentran en grandes cantidades y localizados en diferentes zonas dentro del país, lo que permite aprovechar esta oportunidad al buscar alternativas que conlleven a disminuir el impacto en el medio ambiente.

En un análisis económico de la elaboración de bloques con PET realizado en Colombia, se encontró que además de que se está produciendo un bloque liviano, los valores económicos son positivos para los inversionistas, permitiendo recuperar la inversión al cabo de un año y medio, además de que la textura obtenida con este material es lisa por la que tiene aplicaciones en el diseño utilizando el bloque al desnudo (Piñeros & Herrera, 2018).

Un bloque con residuos sólidos innovador y elaborado dentro del territorio nacional representa una gran oportunidad de diversificación en el ámbito de la construcción, además de ser un producto orientado a satisfacer las necesidades de abastecimiento de alcance del público en general y que con el tiempo se consiga que estos desechos sean la fuente para la fabricación de bloques que cumplan con los estándares de calidad y sustentabilidad, con la posibilidad de llegar a obtener un producto con bajos costos aportando a un beneficio social y económico en pro de la ciudadanía y de la conservación del medio ambiente.

### **3. ANTECEDENTES**

Los primeros registros del uso del cemento se dan en la región del norte de Chile hace unos 5000 años, donde se encontró que las chozas de los aborígenes indígenas estaban formadas por piedras unidas por un conglomerante resultado de la calcinación de algas. Los egipcios utilizaban para sus juntas morteros de yeso y cal en las uniones de sus pirámides. Los troyanos habrían tenido muros constituidos por piedras unidas con mortero de arcilla. El primer cemento de elaboración técnica aparece 100 años a. C. en bóvedas construidas en Roma. Los romanos realizaron su cemento mezclando cenizas volcánicas con cal viva, y fue una parte importante en su arquitectura, dando lugar a construcciones muy conocidas como el Panteón de Roma, construido en el año 27 a. C. destruido y reconstruido el siglo siguiente. Con la caída del imperio romano se habría perdido la fórmula que usaban para su cemento, y sería en el siglo XVIII que volviera a trabajarse en este preciado conglomerante (ProMateriales, 2017).

Según lo dispuesto por Matthey (2015), la ceniza de la cascarilla del arroz posee características de granulometría similar a los agregados que tienen los bloques tradicionales, mediante el 20% de un agregado al momento de realizar la mezcla para su elaboración permite que el producto sea más resistente ante la compresión, pero tiene una desventaja que puede ser utilizado únicamente para mampostería no estructuradas.

#### **3.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

En Córdoba, Argentina se propone la elaboración de bloques que luego de la experimentación concluye en que, además de tener densidad menor a las de los bloques tradicionales, tienen mayor resistencia a la compresión, dependiendo de si la cáscara de maní reciba tratamiento con cal, previo al mezclado de los materiales, esto posiblemente porque el lavado con cal disminuye el contenido orgánico en las fibras, aumentando así su adherencia a los otros materiales contenidos en la mezcla (Gatani & Argüello, 2015).

En un análisis económico de la elaboración de bloques con PET realizado en Colombia, se encontró que además de que se está produciendo un bloque liviano, los valores económicos son positivos para los inversionistas, permitiendo recuperar la inversión al cabo de un año y medio, además de que la textura obtenida con este material es lisa por la que tiene aplicaciones en el diseño utilizando el bloque al desnudo (Piñeros & Herrera, 2018).

Otro estudio, realizado en Guayaquil, experimenta con varias combinaciones de mezcla con diferentes niveles de porcentaje de cascarilla de arroz, concluyendo en que no siempre el mayor porcentaje de agregado residual conlleva mayor ahorro y recalca la importancia de escoger bien la dosificación a utilizar, además de revelar que no es recomendable adicionar ceniza de cascarilla de arroz a la mezcla del mortero, pues lo vuelve menos resistente a la compresión (Boanerges de la Pared, 2016).

Una investigación de factibilidad económica realizado en Guayaquil, concluye en que el negocio de elaboración de bloques con cascarilla de arroz para construcción de viviendas de interés social es factible, ya sea por la cantidad de desechos de esta industria encontrados en los alrededores de la provincia, como por la alta demanda de las familias por su requerimiento de tener vivienda propia; planteando además un tiempo de tres años para la recuperación de la inversión (Astudillo, 2015).

En una investigación para la elaboración de paneles de construcción realizado en Portoviejo, se concluye en que los materiales orgánicos como la cáscara de maní, son viables en la construcción de paneles termo-acústicos, ya que al concluir su elaboración, estos paneles presentan porosidades en su núcleo; el mismo estudio realizó

entrevistas encontrando que más de dos terceras partes de la población entrevistada le parece agradable la idea de utilizar materiales reciclados para abaratar costos (García & Quiroz, 2018).

## DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES

**Materiales Reciclados;** Se entiende por materiales reciclados aquellos que son resultado de algún proceso industrial previo y que de no ser aprovechados serían quemados y desechados, o bien desechados con la posibilidad de terminar contaminando el ambiente o siendo acumulado en algún vertedero municipal. Los materiales a utilizar y los procesos de los que fueron rescatados serán descritos a continuación:

**Cascarilla del Arroz.** - El subproducto de la industria arrocera es la cascarilla de arroz, ésta presenta la misma forma del grano, ya que al madurar no se desprende de su semilla, al igual que las de otras cereales cariósides, como por ejemplo el trigo y la cebada. Es de consistencia quebradiza y densidad baja; al microscopio su exterior se ve rugoso y su interior liso, esto contribuye a que el grano como tal conserve su humedad. Debido a su rápida capacidad de ignición es utilizada como combustible, sin embargo, su composición química con base en el silicio (Si) y celulosa, además de un porcentaje significativo de lignina, la vuelven un aditivo ideal en mezclas de concreto. Al someter la lignina a altas temperaturas, ésta “desarrolla una propiedad aglomerante en la cascarilla de arroz, transformándola en una pasta sólida difícil de romper” (Valverde, 2017).

**Bagazo de Caña.** - Se obtiene luego del proceso de obtención del jugo del azúcar y es el residuo a la salida del último molino de la fábrica. Este subproducto de la industria azucarera suele ser utilizado como complemento a la fertilización de los cultivos de caña y en la industria del alcohol derivado de la misma. En Ecuador el desecho es además parte de la producción de energía tanto de la fábrica, como de la red del sistema nacional, esta energía tiene la característica de ecológica y ha contribuido en el cambio de la matriz energética nacional; por esta investigación Ingenio San Carlos (2018) consiguió el reconocimiento de la Organización de Naciones Unidas (ONU) como primer proyecto ecuatoriano de generación eléctrica a partir de biomasa, reemplazando en su totalidad el uso de combustibles fósiles por energía proveniente del vapor producido por la quema de este desecho en calderas acuotubulares.

En Ingenio San Carlos existen además investigaciones para producción de papel reciclado a partir del bagazo. La producción en el 2016 alcanzó 72,423 ha de caña de azúcar cosechadas, con una productividad de 83 t/ha. Del total de producción de caña el 18 al 32% corresponde a bagazo según lo sostenido por Méndez (2018), por lo que se estima que para Ecuador una producción aproximada de entre 1'082,000 y 1'923,500 t de bagazo obtenidos en el 2016.

**Cáscara de Maní.** - El maní es un producto de gran importancia en la industria confitera, y en general como rubro agronómico, por su valor nutricional y económico. Tiene un aroma particularmente fuerte y sabor bastante agradable. Cuando es consumido sin aditivos y en porciones moderadas, tiene grandes beneficios para la salud, como la reducción de los niveles de colesterol en la sangre, disminuyendo así el riesgo de padecer patologías generadas por enfermedades cardiovasculares (SCA, 2018).

En Ecuador se estima una producción de entre 15,000 y 20,000 ha, y es conocido que se siembra cuatro variedades de maní, la variedad INIAP-380, llamada también Tarapoto, es de rendimiento alto, puede llegar a producir cantidades de hasta 2,956 Kg/ha, es de crecimiento semierguido, alcanza una altura de 40 a 70 cm y su tiempo de espera entre siembra y cosecha es de entre 100 y 105 días (INIAP, 2019).

**Tereftalato de Polietileno o PET.** - Los plásticos son grandes átomos conformados por la unión de cientos de miles de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Por este motivo se dice que los plásticos son polímeros, tienen elevado peso molecular y la gran fuerza de atracción que hay entre sus moléculas les brinda altas resistencias mecánicas. El PET es un tipo de plástico producido por poli condensación a partir del Ácido Terftálico y Etilenglicol, por su capacidad de aislar los gases, y sus características de liviano, transparente, irrompible y no tóxico, es ideal como envase para bebidas y alimentos de todo tipo, fibras textiles, cintas de audio, vídeo y placas radiográficas (OCW-USAL, 2016).

## METODOLOGÍA

La finalidad de toda investigación científica es la búsqueda del conocimiento, y para tal fin se pueden tomar varias rutas. Hace aproximadamente cien años las diversas corrientes de pensamiento convergieron en dos enfoques que con sus similitudes y diferencias son la base de toda investigación científica hoy en día. Estos son el enfoque cuantitativo del latín *quantitas* que hace referencia a conteo, y el cualitativo del latín *qualitas*, que va orientado mayormente a las cualidades de los fenómenos estudiados. Las similitudes que se encuentran entre estos enfoques se explican en que ambos buscan generar conocimiento, por lo que se determina que los dos llevan a cabo la observación de fenómenos, realizan suposiciones con base en estas observaciones, demuestran el nivel de verdad que existe en dichas suposiciones, las revisan con base en métodos analíticos, y proponen nuevas observaciones generan nuevas ideas, o bien que esclarecen, modifican o fundamentan las ideas existentes (Hernández, 2015).

Hernández (2015), se dice que una investigación es exploratoria cuando aborda temas poco estudiados, sobre los cuales se tienen aún muchas dudas, o bien se desea entregar una nueva perspectiva sobre la problemática planteada. Este proyecto es un trabajo de investigación exploratorio, porque se tiene contacto de acercamiento con el problema, abordándolo de manera superficial por lo que se está trabajando con materiales poco convencionales para la construcción, materiales que si bien se ha realizado un sin número de proyectos. Aún se plantea dudas de acuerdo a estos temas relacionados.

Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con las especificaciones determinadas de un estudio, en tal caso se debe previamente determinar las características que se van a medir para que la delimitación sea la adecuada, de modo que no se realicen generalizaciones incorrectas. Una buena delimitación proporciona de manera clara el contenido, lugar y tiempo, excluyendo a los individuos que no forman parte del estudio realizado (Hernández, 2015).

La población comprende por un lado a estudiantes y docentes de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de la ciudad de Guayaquil, y por otro a individuos particulares que atiendan negocios como: ferreterías, distribuidoras de materiales de construcción y demás negocios que podrían comercializar bloques, en sectores aledaños y circundantes al centro del cantón Durán.

**Tabla 1. Cantidad de muestreo a las personas involucradas en la investigación**

<b>PERSONAS INVOLUCRADAS</b>	<b>N.º DE MUESTRA</b>	<b>TÉCNICA DE MUESTRA</b>
Distribuidores de materiales de construcción del cantón Durán.	50	Encuesta
Profesionales de Ingeniería, Construcción	40	Entrevista

*Elaborado: (Jácome, M. & Suntaxi, J, 2019)*

## 4. DESARROLLO DEL PRODUCTO

En la propuesta que se presenta a continuación, contará con el desarrollo de la obtención del bloque de construcción alcanzado a partir de residuos agroindustriales, para lo cual se efectuará una previa descripción del proceso de obtención de los insumos (residuos agroindustriales), el tipo de material y herramientas de apoyo, así como también el resultado obtenido en las pruebas del laboratorio. Cabe mencionar que los bloques fabricados con materiales reciclados son provenientes de procesos industriales previos; tres de ellos específicamente son residuos orgánicos de procesos agronómicos (cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar y cáscara de maní), mientras que uno es inorgánico procedente de la industria del plástico (PET).

En este caso, los residuos agrícolas se obtuvieron al granel y posteriormente fueron triturados y secados para la obtención del material para la mezcla, mientras que, en el caso del plástico, fueron pulverizados para obtener la composición deseada. Los materiales de construcción descritos anteriormente son sostenibles, así como el tratamiento realizado y las técnicas empleadas para su fabricación.

A continuación, se procede a explicar de manera detallada la obtención de cada uno de estos materiales:

- **Bagazo de caña de azúcar:** Para este material se acudió hasta el Ingenio San Carlos, el cual es uno de los productores de caña de azúcar del país y se encuentra ubicado en el cantón Marcelino Maridueña de la provincia del Guayas. Por lo general el bagazo de caña de azúcar dentro de esta productora se lo reutiliza para la combustión de sus mismas maquinarias e investigaciones a un posible nuevo uso, no tiene otro fin adicional, por lo que se evidenció la posible oportunidad de ser donados a las cantidades adecuadas.
- **Cascarilla de arroz:** En cuanto a este insumo se obtuvo entre Daule y Santa Lucía justificándose que en estos cantones se da una alta producción y calidad de este producto, a su vez se comercializa con un precio relativamente bajo frente a cantones como Durán y Guayaquil. La compra de los sacos de arroz se efectuó directamente en las píladoras de referencia de ambos cantones.
- **Cáscara de maní:** Para este material fue necesario acudir hasta el cantón Pedro Carbo, donde la producción del mismo se da en los alrededores, así como la comercialización del producto sin cáscara, esto permitió obtener consecuentemente la materia prima ya que este producto restante es arrojado formando cerros en los sectores y nos permitió obtener razonablemente este residuo de forma gratuita. Para conseguir el estado pulverizado, se tuvo que acudir a la píladora de Daule donde se adquirió el arroz y costear el precio del proceso de la cáscara de maní pulverizado.
- **Plástico (Tereftalato de Polietileno):** Este insumo fue donado por la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil en estado triturado. Se llevó el plástico hacia la vía Daule para pulverizar el material donde existen varias bodegas de reciclaje en las cuales además de servir como centro de acopios son fuentes de comercialización de varios tipos de productos destinados para proyectos como el que se presenta en este documento.

A continuación, se presentará de forma gráfica un breve procedimiento que hará conocer los pasos que se realizaron para llegar a la fabricación de los bloques, más adelante se expondrá el proceso descriptivo de forma más detallada para llegar al proceso final del mismo.

### Pre-Lavado

Para asegurar la calidad del producto se recomienda realizar un pre lavado de los materiales orgánicos ya que como son residuos aún conservan sacarosa, lo que hace que se mantenga la humedad en estos desechos y dificulte la experimentación.

Existen varios métodos para realizar estos tratamientos en los desechos orgánicos:

- Tratamiento con Hidróxido de cal viva
- Lavado de flujo continuo
- Aditivo con silicato de sodio + sulfato de aluminio
- Lavado natural con agua
- Remojo con detergente industrial

En este caso se procedió a realizar el lavado, mezclando 220ml de Detergente Industrial más 12lt de agua, agregando la cantidad de 25kg de material, cubriendo totalmente el residuo con el que se va a trabajar de manera separada, cada uno de ellos se mantuvo herméticamente cerrados en recipientes plásticos por un lapso de 24h.

Posteriormente se retiró una capa de espuma que resulta de la fermentación de un compuesto orgánico y la ausencia de oxígeno liberado.

Esto es causa de la descomposición térmica incitada a estos residuos agroindustriales, luego se filtró el agua dejando tamizar el sobrante. Este proceso se realizó las veces que fueron necesarias hasta que el residuo no presente los mismos efectos provocados con anterioridad, es decir; cuando se considere limpio, cuando no haya presencia de espuma ni cambio de color en el agua por remojar.

### Secado

Para el secado de los materiales se procedió a extenderlos por separados en capas delgadas en un solo sitio sino sobre una superficie plana, dispersos para que pudieran recibir los rayos solares durante 9 horas por 3 o 4 días seguidos.

### Fabricación del Bloque

Estos residuos fueron transportados al cantón Durán – parroquia Eloy Alfaro en la fábrica de bloques “construbloq # 4” el día jueves 6 de diciembre del 2018, de lo cual se obtuvieron diferentes resultados en cuanto a coloración, consistencia y acabado de los bloques elaborados, considerando que en algunos casos se realizaron combinaciones de dos o tres materiales, y en otros casos se empleó para la mezcla todos los materiales mencionados para la fabricación. Como ya se ha mencionado anteriormente estuvieron mezclados aleatoriamente para una dosificación adecuada. A continuación, se mostrará un ejemplo de cómo fue el proceso de fabricación para llegar al resultado esperado.

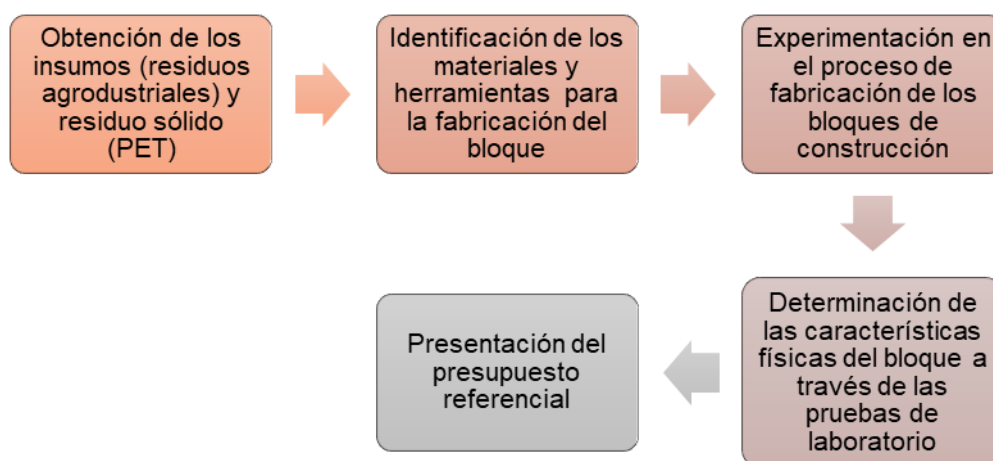


Figura 9. Estructura de la propuesta  
Fuente: (Jácome, M. & Suntaxi, J, 2019)

Los registros obtenidos en la tabla de ensayos determinaron que algunas de las variedades de bloques con materiales pulverizados no presentaron consecuencias que afecten la calidad de los mismos seleccionando así el prototipo con mayor resultado

Los registros obtenidos en la tabla de ensayos determinaron dos tipos de bloques que presentaron las características pertinentes

## 5. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la investigación bibliográfica documental se logró conocer las propiedades de los residuos plásticos y agroindustriales que se utilizarán en la fabricación de los bloques, determinándose que antes de cualquier proceso de experimentación hay que realizar tratamientos o prelavados a este material de desecho, por cuanto se conoce que muchos de ellos poseen aún azúcares y otros compuestos químicos que no permiten que las mezclas fragüen adecuadamente.

2. De acuerdo al desarrollo de la investigación se logró realizar 16 prototipos de bloques con resultados variados, inicialmente se irá describiendo los efectos que causó la producción con materiales pulverizados como lo sucedido en los subproductos.

Con la mezcla de cascarilla de arroz y Pet, se logró bloques livianos con una mezcla no muy compacta.

La Cáscara de maní y Pet, obtuvieron poca resistencia de compresión.

El Bagazo de caña de azúcar y Pet logró mantener más resistencia a la compresión.

Al experimentar Cáscara de maní y Bagazo de caña de azúcar, se consiguió una mezcla no muy compacta y de difícil fraguado.

Los resultados de la Cáscara de maní y Cascarilla de arroz, presentaron cambios en su pigmentación, tornándose de color amarillo.

La combinación de Cascarilla de arroz con Bagazo de Caña de azúcar, demostró una característica porosa en su composición y una mezcla no muy compacta.

La cáscara de maní, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar y plástico PET, permitió que el bloque sea de peso semi liviano y de pigmentación amarilla.

Se determinó que la cáscara de maní, cascarilla de arroz y Bagazo de caña de azúcar, por ser materiales pulverizados creaban baja consistencia en su calidad de bloque.

- La fabricación de bloques con materiales pulverizados suele ser más complicado, por lo que llegar a una mezcla compacta resulta ser más difícil. Pero esto no afecta el resultado final de los bloques, por ello se estima que puede surgir buenos efectos con los mismos, recomendando no descartar la idea de usarlos. Sino más bien encontrar la posible causa que hizo que no tuvieran buenos resultados en las pruebas realizadas.

- Con base en las pruebas efectuadas, algunos bloques tuvieron presencia de moho. Es por ello que se deberá lavar con agua, detergente y cepillo, esto sucede por la descomposición del mismo residuo orgánico y una vez realizado el hidro lavado se lo deberá dejar nuevamente en el horno, para eliminar con esto, cualquier presencia de hongo.

Se inició con la primera dosificación de Subproductos tales como; Cascarilla de Arroz y Pet, resultando de esto mayor resistencia a la compresión.

La Cáscara de maní y Pet, causó que la cáscara se reflejara en la superficie del bloque.

El Bagazo de caña de azúcar y PET, también presentó una buena resistencia a la compresión.

En la Cáscara de maní y Bagazo de caña de azúcar, se logró una mezcla más compacta.

Con la Cáscara de maní y Cascarilla de arroz, Se obtuvo bloques livianos, pero más resistentes que los anteriores. La pigmentación de la Cascarilla de Arroz disminuyó significativamente.

La Cáscara de maní, Cascarilla de arroz y Bagazo de Caña de Azúcar, son materiales que juntos resultan formar una mezcla más compacta, pero no favorables a las pruebas de compresión.



3. De acuerdo a las pruebas físicas y mecánicas se llegó a la conclusión que el prototipo con Cascarilla de Arroz y Bagazo de Caña de Azúcar, lograron ser mejores que los bloques tradicionales. Según resultados del cuadro comparativo en cuanto a peso y resistencia a la compresión y sobre todo en precio.

Se puede decir que el resultado de los bloques A + B4 Y M + A + B4, es gracias a la propiedad brindada del Bagazo, que por ser fibra cumple con un proceso de moldeo por compresión. disminuyendo la degradación inducida de la misma durante la fuerza que recibe, manteniendo los escombros en el mismo cuerpo del espécimen. Lo mismo sucede con la Cascarilla de arroz y la Cáscara de Maní que al ser receptor de una fuerza. Esta tiende a recibirla y a amortiguar su golpe, casi formando un cuerpo elástico ya que al retirar el peso que lo contrae su aspecto es casi el mismo. De manera que estos materiales unidos son una gran ventaja para la calidad del bloque.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda conocer oportunamente las características de los residuos agroindustriales que se emplearán en la fabricación de elementos de construcción, porque de ellas dependerá la calidad del producto final obtenido, así como la garantía y seguridad que este otorgue en las construcciones a los que se destine.
- Se sugiere que luego de las pruebas de laboratorio en cuanto a resistencia, absorción y humedad se clasifique los bloques con mejores resultados por lo que se denominarán como los más aptos del mercado por cumplir todas las normas de construcción y calidad del país.
- De tenerse todas las garantías sobre estos nuevos bloques de construcción obtenidos a partir de residuos agroindustriales, es necesario que se lleve a cabo toda la gestión publicitaria necesaria para introducirlos en el mercado local, destacando para ello las características de este producto.
- Es recomendable profundizar más con el estudio de los residuos agroindustriales por lo que si bien se puede decir son materiales renovables pudiendo encontrar beneficios que aporten para la construcción evitando la descomposición de los mismos para que no logren afectar el estudio de un nuevo material a investigar.
- Se recomienda la idea de generar acopios de materiales pulverizados ya que no se obtiene con facilidad por lo que son escasas las píladoras que realizan este proceso, haciendo difícil tener con frecuencia los residuos en ese estado. Es por ello si existiese la necesidad de obtenerlo en grandes cantidades como una producción de nuevos mercados. Se lograría el uso continuo de los mismos, generando más producción y menos contaminación al medio.
- Se consideraría que en un futuro no muy lejano se empiecen a considerar otro tipo de residuos, donde a través de los estudios que se realicen, se determinen cuales presentan las características idóneas para crear bloques u otro tipo de recurso o producto para destinarlo ya sea al área de la construcción u otras, contribuyendo más que nada a generar modelos de reciclaje y reciclaje de productos de origen orgánico como no orgánicos.
- Se recomienda que el Bagazo de Caña de Azúcar se hidrate con anterioridad para lograr así, que no sea difícil en adherirse a los demás materiales y no causarles solidificación.

## REFERENCIAS

- Abreu, H., González , M., Rico, O., Morales, M., & Espinoza , R. (2016). Evaluación de esquemas de cogeneración de energía a partir de bagazo de caña de azúcar. *Revista Scielo*, 87-98. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612016000100010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000100010)
- Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible . (2018). Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/18/S1700334\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/18/S1700334_es.pdf)

- Boanerges de la Pared, D. (2016). Diseño de Mezclas de Concreto con Ceniza de Cascarilla de Arroz Para Emplearlo en Proyectos de Vivienda de Bajo Costo. *Tesis de Grado Previo a la Obtencion del Título de Ingeniero Civil*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1191>
- Borunda, R., Cepeda, J., Salas, F., & Medrano, V. (2013). *Desarrollo y Competitividad de los Sectores Económicos en México*. México, D.F.: Centro de Investigaciones Sociales.
- Cruz, L., & Cruz, V. (17 de Abril de 2017). *Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional:  
<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjABahUKEwOy4lJPIAhWFF5AKHUAyBFA&url=http%3A%2F%2Fbibdigital.epn.edu.ec%2Fbitstream%2F15000%2F388%2F1%2FCD-0795.pdf&usg=AFQjCNHr5JIvEUFu2GkrhscjbJ-tStFQQA&sig2=a>
- EcoBlock Colonia. (2018). Página de Facebook de EcoBlock Colonia. Colonia, Uruguay. Obtenido de <https://www.facebook.com/ecoblockColonia/>
- García, A. A. (11 de 06 de 2018). *Elle Decor*. Obtenido de 10 MATERIALES BIODEGRADABLES Y SOSTENIBLES PARA LA CONSTRUCCIÓN:  
<https://www.elledecor.com/es/arquitectura/a21247374/construccion-materiales-biodegradables-sostenibles/>
- Gatani, M., & Argüello, R. (junio de 2015). Materiales Compuestos de Cáscara de Maní y Cemento. Influencia de Diferentes Tratamientos Químicos sobre las Propiedades Mecánicas. Córdoba, Argentina. Recuperado el 25 de septiembre de 2018, de [ufpr.br](http://ufpr.br):
- Guilherme, A., Dantas, P., Santos, P., Fernandes, F., & Macedo, G. (01 de Enero-marzo de 2015). Evaluation of composition, characterization and enzymatic hydrolysis of pretreated sugar cane bagasse. *Brazilian Journal of Chemical Engineering (vol32)*, págs. 23-33.
- Hernández Sampieri, D., Fernández Collado, D., & Baptista Lucio, D. d. (2014). *Metodología de la Investigación Sexta edición* (Sexta ed.). México D.F: Marcela I. Rocha Martínez. Obtenido de [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- Hernández, R. (2015). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- INEC. (28 de Julio de 2015). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Ecuador en cifras: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi\\_esGuayaquil\\_cifra\\_a\\_cifra.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf)
- INEN. (2015). *NTE INEN 152*. Quito: INEN. Obtenido de [http://s9eef1914bb0d0924.jimcontent.com/download/version/1289851763/module/4695670866/name/inen\\_152.pdf](http://s9eef1914bb0d0924.jimcontent.com/download/version/1289851763/module/4695670866/name/inen_152.pdf)
- INEN. (2017). *NTE INEN 872*. Quito: INEN. Obtenido de [http://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_872-1.pdf](http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_872-1.pdf)
- Ingenio San Carlos. (3 de noviembre de 2018). *Puntos Verdes/ Cogeneración de energía eléctrica*. Obtenido de San Carlos: <http://www.sancarlos.com.ec/portal/es/web/ingeniosancarlos/punto-verde-cogeneracion>  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2010/1/iniaplsbd437.pdf>

- INIAP. (2019). *INIAP 380: Nueva variedad de maní de alto potencial de rendimiento y buen tamaño de grano*. Guayaquil: INIAP. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1980/1/iniaplsbd257.pdf>
- Isaacs, N. (2016). Building History. *Build BRANZ*, 86-87. Obtenido de <http://www.buildmagazine.org.nz/assets/PDF/Build127-86-Building-History-OnTheBlock.pdf>
- Isan, A. (22 de Noviembre de 2017). *Definición de reciclaje*. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/definicion-de-reciclaje-240.html>
- estrategia de crecimiento en su empresa*. Barcelona: Ediciones Deusto .
- Jodidio, P. (2015). *sHIGERU BAN*. HONG, Colonia: TASCHEN BENEDIKT. Recuperado el 2018, de [https://www.taschen.com/pages/es/catalogue/architecture/all/49285/facts.shigeru\\_ban.htm](https://www.taschen.com/pages/es/catalogue/architecture/all/49285/facts.shigeru_ban.htm)
- MAGAP. (31 de octubre de 2018). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Mattey, P. (2015). APLICACIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ OBTENIDA DE UN PROCESO AGRO-INDUSTRIAL PARA LA FABRICACION DE BLOQUES EN CONCRETO NO ESTRUCTURALES. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 285-294. Obtenido de
- Méndez, J. (2018). Efecto de diferentes combinaciones de sustratos (arena, suelo y/o bagazo de caña de azúcar) sobre la germinación de semillas y altura de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.). *UDO Agrícola*, 121-125. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/47372017\\_Efecto\\_de\\_diferentes\\_combinaciones\\_de\\_sustratos\\_arena\\_suelo\\_yo\\_bagazo\\_de\\_cana\\_de\\_azucar\\_sobre\\_la\\_germinacion\\_de\\_semillas\\_y\\_altura\\_de\\_plantas\\_de\\_guayaba\\_Psidium\\_guajava\\_L](https://www.researchgate.net/publication/47372017_Efecto_de_diferentes_combinaciones_de_sustratos_arena_suelo_yo_bagazo_de_cana_de_azucar_sobre_la_germinacion_de_semillas_y_altura_de_plantas_de_guayaba_Psidium_guajava_L)
- Merino, E. (2015). El Cambio de la Matriz Productiva. *Buen Viaje*, 10.
- Miranda, A., Zambrano, M., & Yaguana, J. (26 de Julio de 2009). *Dspace Espol*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Dspace Espol: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10675/1/D-39734.pdf>
- Mora, J. (Jorge Mora). *Los libros, aporte bibliográfico, las bellas artes e investigaciones históricas*. Nariño: Pasto.
- Morales, R. (2013). *MF1330\_1: Limpieza doméstica*. Málaga: INNOVA.
- Moscoso, S. S. (18 de noviembre de 2018). *El reciclaje favorece sector de la construcción en Ecuador*. Obtenido de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/cultura-reciclaje-ecuador-basura>
- National Masonry. (2016). Design Guide. Obtenido de [https://www.nationalmasonry.com.au/wp-content/uploads/National\\_Masonry\\_Design\\_Guide\\_Book\\_2\\_SQLD.pdf](https://www.nationalmasonry.com.au/wp-content/uploads/National_Masonry_Design_Guide_Book_2_SQLD.pdf)
- Nava, D. (22 de Enero de 2015). *Centro Urbano*. Obtenido de Shigeru Ban recibe Crystal Award en Davos: <https://centrourbano.com/2015/01/22/arquitecto-japones-recibe-crystal-award-en-davos/>
- Objetivos de Desarrollo Sostenible*. (25 de Septiembre de 2015). Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- OCDE. (2014). *Colombia: La implementación del buen gobierno*. Paris: OECD Publishing.

- OCW-USAL. (8 de febrero de 2016). Programa de la materia: Materiales ii. *Materia de Clase: Plásticos*. Salamanca, España. Obtenido de <http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/materiales-ii/programa>.
- OIT. (2018). *Calificaciones para la mejora de la productividad el crecimiento del empleo y el desarrollo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo .
- Peralta, N. (24 de Septiembre de 2016). *Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2695/1/T0878-MT-Peralta-Industria%20maderera.pdf>
- POON, C.-s. (2016). *Eco-Block -Environmentally friendly paving block that can keep the air clean*. Hong Kong: PolyU.
- Pozo, C. (2016). Aprovechamiento de Bagazo de Caña de Azúcar en la Elaboración de Bloques Ecológicos de Mampostería Liviana. Riobamba, Ecuador.
- ProMateriales. (2017). Cemento La base de la construcción. *ProMateriales*, 57-64. Obtenido de <https://promateriales.com/pdf/pm0607.pdf>
- Pullaguari, Á. (Enero de 2016). Diseño de Bloques en base a Polietileno de Tereftalato. *Proyecto Previo a la Obtención del Título de Tecnóloga en Administración de Proyectos de Construcción*. Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1842/1/CD-2787.pdf>
- Quimbiulco, C. (3 de Marzo de 2018). *Dspace Universidad Central del Ecuador*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2018, de Dspace Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/903/1/T-UCE-0003-51.pdf>
- Renarec. (2018). *ReciclaJe del plástico en Ecuador*. Guayaquil: Renarec.
- Rodas, C., & Ordóñez, J. (2016). Desarrollo Tecnológico, Investigativo y experimental de Ecobloques de Hormigón en Base a Vidrio Polietileno de Tereftalato (PET) Reciclado, como Alternativa