

## Propuesta de diseño y desarrollo preliminares de un prototipo de baldosa para piso a partir del PET reciclado y la cascarilla de arroz para una vivienda de interés social.

Alfredo Mora Portilla

**Fecha de recepción:**

24 de marzo, 2014

**Fecha de aprobación:**

2 de junio, 2014

### Resumen

El presente trabajo es un análisis de la importancia, factibilidad y efectos de la reutilización de materia orgánica e inorgánica, considerada de desecho, para la elaboración de baldosas. A partir de ese estudio investigativo, se propone la elaboración del producto en cuestión, como alternativa sustentable y económica al sector de la construcción para la creación de viviendas populares.

**Palabras clave:** baldosa, plástico PET, cascarilla de arroz.

### Abstract

This paper is an analysis of the significance, feasibility, and effects of recycled organic and inorganic matter considered waste, in the elaboration of tiling. This research study proposes the elaboration of tiling as a sustainable and economical alternative for the construction sector in the creation of public housing.

**Keywords:** tile, PET plastic, rice husk.

Lcdo. Alfredo Ismael Mora Portilla, Departamento de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación y Escuela de Diseño de Interiores, Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Av. de las Américas No. 70, Apartado 11-33, Guayaquil-Ecuador, amorap@ulvr.edu.ec

## Introducción

El Ecuador presenta en la actualidad un crecimiento notable dentro del sector de la construcción, principalmente debido a las políticas gubernamentales que lo impulsan, mediante un sistema de créditos y subsidios provenientes de la seguridad social.

El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), impulsa un conjunto de planes habitacionales populares que buscan aminorar las dificultades de la ciudadanía para obtener una vivienda propia y conforme al Plan Nacional para el Buen Vivir. Pero la voluntad política del Estado, como principal socio del constructor apunta no solamente al crecimiento directo de un sector productivo particular, sino a la solución de una problemática que afecta al sector más vulnerable de la población: el déficit de vivienda. Con la creación de programas habitacionales populares, se procura la reducción de esta problemática en conjunto con la iniciativa privada.

Otro de los ejes para el *Buen Vivir* consiste en el manejo sostenible de los recursos naturales y la salud social. Para estimular la práctica del reciclaje, se creó un impuesto reembolsable de dos centavos para las botellas de plástico. Lamentablemente cifras del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) demuestran una realidad poco alentadora: el 75.9% de los hogares ecuatorianos no recicla (INEC, 2010).

Pensando en la manera de unificar algunas alternativas de solución para

estas problemáticas, la Escuela de Diseño de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil a través de un convenio institucional con la Escuela Superior Politécnica del Litoral para el área experimental, propuso reducir los costos de la construcción, a través de generar un recubrimiento para pisos barato y de alta resistencia, hecho a partir del plástico PET reciclado y un subproducto del arroz, la cascarilla.

El prototipo de baldosa que se pretende obtener, deberá hallarse compuesta de ambos elementos, y presentar la suficiente resistencia, durabilidad y factibilidad de fabricación, que la conviertan en una potencial opción, preferida tanto por el constructor como por el consumidor final. A partir de los futuros procesos experimentales químicos y físicos necesarios para su elaboración, surgirán actividades económicas representativas, que eventualmente mejorarán la calidad de vida de la población y al medio ambiente.

## Generalidades y antecedentes

La elaboración de materiales de construcción a partir de materiales orgánicos e inorgánicos reciclados, se presenta como una oportunidad viable para enfrentar problemáticas de índole social y ambiental.

Como se menciona previamente, la realidad nacional presenta escenarios factibles para emprendimientos que involucren la obtención de materias primas para sectores productivos. Para empezar, está el impacto creciente de la generación de residuos derivados de la utilización del plástico PET destinado a los envases de bebidas.

El consumo mundial del plástico PET se calcula en 12 millones de toneladas por año y registra un crecimiento del 6% dentro del mismo periodo. De dicho volumen, sólo se recicla el 20% mientras que el resto se dispone en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto. En el 2012, se fabricaron 1.460 millones de botellas de plástico en el Ecuador. De acuerdo con cifras del INEC, el 82.5% de los hogares ecuatorianos no clasifican los plásticos y apenas el 25.9% usan productos reciclados (INEC, 2010), lo cual plantea una seria problemática ambiental, debido a la enorme cantidad de residuos generados por las actividades industriales.

Otra de las problemáticas que se pretende enfrentar con el empleo de materiales como el PET y la cascarilla de arroz en la construcción, es el de la necesidad de vivienda. En un Estado en que viven 15 millones de personas, se registra un número elevado de ciudadanos que no poseen casa propia. Las cifras del INEC reflejan la realidad nacional en cuanto a temas de vivienda. Si bien esta demuestra que una cantidad significativa de la población posee una vivienda propia o se encuentra pagándola, todavía un 21.4% del los ciudadanos encuestados pagan alquiler por la residencia en que viven.

Entre los problemas inherentes a las causas inmediatas de la demanda insatisfecha de vivienda en el Ecuador, figuran los costos elevados de materiales de construcción, que afectan al precio de venta y por ende, a sus costos fijos. La situación ideal para el constructor sería la reducción de los costos a nivel de la materia prima. A esta necesidad de

generación de recubrimientos asequibles se enfoca el presente documento.

Entre las preferencias de los materiales de construcción (o al menos conforme al grado de frecuencia de su uso), destacan la cerámica, la baldosa, el vinilo y el mármol con un porcentaje global del 36.15%, seguidos por el parquet y los pisos flotantes, con el 14.55% (INEC, 2010). Estos materiales poseen un costo elevado, debido a su resistencia y durabilidad, frente a otros menos populares como la caña o la tabla sin tratar, independientemente de su valor estético.

En lo que respecta al factor resistencia de los revestimientos para pisos, las cifras obtenidas en el Censo de Población y Vivienda realizado en el 2010, revelaron que el estado de los pisos de las viviendas en el país no es necesariamente el mejor en todos los casos. Del total de sujetos encuestados, el 37.56% consideraron que el estado del recubrimiento de piso de su casa es *regular*, mientras que el 7,89% admitieron que su estado es *malo* (INEC, 2010).

La segunda materia prima de importancia en este proyecto es la cascarilla del arroz (*Oriza sativa*), la cual normalmente es considerada como un elemento de desecho, pese a las características físicas e intrínsecas que posee la cascarilla, que permiten que mediante el proceso industrial de quema controlada, se aproveche la presencia de Silicio en su estructura.

### **El Plástico PET**

El Tereftalato de Polietileno, también conocido con el nombre genérico de

PET, es un polímero técnico (poliéster termoplástico) con varias aplicaciones en los procesos industriales, empleado en procesos de fabricación de piezas técnicas, fibras de poliéster y de envases. Fue patentado como un polímero para fibra por J. R. Whinfield y J. T. Dickinson en 1941. Años más tarde, en 1951, comenzó la producción de fibra poliéster.

De acuerdo con Sánchez (2003) el PET se produce a partir de dos formas:

1. Del Ácido Tereftálico (AT) y Etilenglicol (EG)
2. Del Dimetil Tereftalato (DMT) y Etilenglicol (EG)

Sin embargo es la primera forma la que se utiliza con mayor frecuencia.

El PET es un material de gran resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, 100% reciclable.

Entre sus propiedades más características están:

- Alta rigidez y dureza
- Alta resistencia para esfuerzos permanentes
- Superficie barnizable
- Gran indeformidad ante el calor
- Muy buenas características eléctricas y dieléctricas
- Alta resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad.

Estas propiedades mencionadas motivaron a la utilización del PET de manera generalizada, sin embargo,

otra no considerada fue la barrera de gases que conforma. Con el tiempo, aquella cualidad estimuló su empleo como envase de bebidas gaseosas, para posteriormente pasar a otros productos como aceites, mayonesas y cosméticos.

Las características anteriormente mencionadas de este polímero, junto a la simplicidad que representa su obtención y el inmenso volumen de producción del país<sup>1</sup>, hacen del mismo una materia prima ideal para la producción de materiales de construcción a escala industrial.

El proceso de reciclaje del plástico PET involucra su reducción al nivel de gránulos, a través de la trituración de las fuentes del material (Hachi y Rodríguez, 2010). El proceso de recolección de los envases de plástico, genera una importante actividad económica impulsada por los impuestos estatales a la actividad.

Dichos incentivos resultan atractivos a la empresa privada, de modo que existe una actividad de reciclaje de botellas plásticas que alcanzan los 1.6 millones de botellas diarias. Dicha gestión se realiza a través de pequeños recolectores de botellas (chamberos<sup>2</sup>) y de los centros de acopio en las diferentes ciudades del país.

### Cascarilla de Arroz

En los últimos 30 años, la crisis energética mundial ha obligado a las empresas del sector industrial y agroindustrial a buscar

<sup>1</sup>77 mil toneladas exportadas en el año 2012 según el Instituto de promoción de exportaciones e inversiones, ProEcuador.

<sup>2</sup>Personas que se dedican a reciclar los desechos de los hogares, directamente de los contenedores sin tratamiento. (N. de A.).

nuevas alternativas con menos influencia negativa en el ambiente. El caso de la cascarilla de arroz es emblemático, debido a que en las regiones arroceras del Ecuador, normalmente se emplea como alimento para el ganado, o simplemente se desecha, ignorando su potencial químico.

De este hecho surge la oportunidad de aprovechar productos vegetales que permitan innovar en el área de los materiales de ingeniería, campo en el cual la cascarilla de arroz se perfila como un aislante térmico de alta efectividad, además de tener propiedades abrasivas, de gran resistencia a la degradación, y características de material puzolánico<sup>3</sup> entre otros, que permiten su consideración como materia prima potencial en la obtención de nuevas mezclas de hormigón.

Entre las características de la cascarilla de arroz –y dependiendo de su variedad– es que puede llegar a contener entre el 21.4% al 47% de su peso en sílice, por lo que este residuo agroindustrial pueden tener una mejor afinidad que otras fibras naturales empleadas en la elaboración de materiales compuestos de cemento Portland (Vásquez y Vigil, 2000). Otras investigaciones (Cerón, 2011-2012), determinaron que no se requiere de la aplicación de un tratamiento químico a la cascarilla, para obtener una buena resistencia a la compresión.

### **Proceso de elaboración de la baldosa**

La composición de la baldosa requerirá de la mezcla de ambos materiales (PET

<sup>3</sup>Aglomerante hidráulico que se produce por la mezcla íntima de un material conocido como puzolana y el Hidrato de Cal.

y cascarilla de arroz) con una sustancia que las unifique y actúe como solvente (Figura 1).

Se trituraría el plástico PET hasta reducirlo a un estado granular. Luego se mezclarían los gránulos obtenidos con la cascarilla utilizando un medio aditivo que facilite la unión molecular. El compuesto empleado se mezclaría con un agente –como el cemento Portland o la resina– que haga la función de adhesivo.

Teóricamente, la mezcla se colocaría en un molde y reposaría siete días al aire libre hasta compactarse. El resultado potencial, es una baldosa *ecológica*, altamente resistente y hecha a base de materiales reciclados.

Un segundo método para la elaboración de la baldosa, implicaría la combustión de la cascarilla con miras de extraer el sílice existente en su biomasa, la cual contiene un pequeño nivel de azufre. Aunque este procedimiento se considera controvertido por la emisión de gases de efecto invernadero, la investigación privada logró demostrar la posibilidad de su extracción mediante quemas controladas que permitan la eliminación de la materia orgánica de este elemento.

Sin embargo, a partir la combustión del sílice, se puede obtener un material denominado microsílíce, que actúa como una super puzolana cuando se mezcla con cemento Portland.

El humo del sílice se define como un muy fino y cristalino sílice producido en hornos de arco eléctrico como un subproducto del elemento o de su sintetización. Se trata de un mineral compuesto de Dióxido de silicio amorfo

y ultrafino, que involucra la reducción en hornos de arco a temperaturas superiores a los 2000 C.

El microsílíce tiene un importante papel en las reacciones internas de la pasta de hormigón, aumentando sus propiedades adherentes y brindándole fluidez a la mezcla. Aumenta la permeabilidad del hormigón, incrementado su durabilidad. El proceso final será el mismo.

A la mezcla obtenida se agregarían otros elementos tradicionales en la elaboración de baldosas para mantener su aspecto convencional.

### Los materiales de construcción y el Buen Vivir

La mejora de la calidad de vida de los ecuatorianos, es una de las nuevas prioridades del Estado. Por lo que las acciones de la industria –para el cambio de la matriz productiva– deben estar orientadas a cumplir la agenda establecida por el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.



**Figura 1.** Proceso de mezcla de los componentes para la placa de la baldosa.

Dentro de los objetivos del nuevo modelo normativo de la política Nacional de Desarrollo se involucra:

- Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial en la diversidad.
- Mejorar la calidad de vida de la población.

Mediante la toma de medidas efectivas que respondan a las necesidades de la ciudadanía, originado principalmente en la falta de recursos económicos que permitan satisfacer el déficit de vivienda propia, se lograría un impacto positivo y acorde a los nuevos principios del Estado.

Como el Plan Nacional del Buen Vivir, contempla el impulso al cambio de la matriz productiva, se estima que con esta propuesta, sería factible la aparición de una nueva industria de producción de materiales de construcción ecoamigables, que fomente el reciclaje y que converjen con el período de crecimiento del sector de la construcción al servicio de los ecuatorianos.

Finalmente, la reducción de precios de la construcción (como resultado de los aciertos de esta propuesta económica de elaboración de materiales de recubrimientos para piso) conseguiría teóricamente la disminución del costo final para el consumidor. Además, se considera que estimularía la aparición de la figura del reciclaje como una alternativa redituable de trabajo.

### Conclusiones y Recomendaciones

Las necesidades ciudadanas de obtener una vivienda propia todavía existen, y se contrastan con los ingentes esfuerzos gubernamentales que impulsan al sector de la construcción.

Entre las principales causas del déficit de vivienda, figuran las carencias económicas de las familias y los precios elevados de los materiales de construcción, que a su vez incrementan el precio del bien terminado.

La propuesta de este estudio preliminar, implica el desarrollo de un recubrimiento de pisos a partir del plástico PET granulado y la cascarilla de arroz o en su defecto del microsílíce, producto de la combustión de la cascarilla. Esta baldosa representa un esquema nuevo y económicamente inclusivo, que impactaría en el precio final de las construcciones, reduciendo las desigualdades en el acceso a una vivienda propia.

El recubrimiento es también un proceso ecoamigable, puesto que involucra materiales residuales de otras actividades como la cosecha del arroz, además del reciclaje de la gran cantidad de botellas de plástico PET que se generan en el país.

En conclusión, el éxito de la propuesta de generación de baldosas a partir del reciclaje del plástico PET, constituye una importante aportación al desarrollo ciudadano y el buen vivir.

### Referencias

- Cemento Puzolánico. (2014). En *Eco Sur/South, la red para el hábitat económico y ecológico*. Recuperado de <http://www.ecosur.org/index.php/ecomateriales/cemento-puzolánico>
- Censo Nacional de Población y Vivienda. (2010). Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/sistema-integrado-de-consultas-redatam/>
- Cerón, S. (2011-2012). Uso eficiente de la cascarilla del arroz mediante la implantación de un sistema de comercialización orientado al sector público y privado en el cantón de Babahoyo (Monografía). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.
- Sistema Agroalimentario del Arroz. (n. d.). Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Arroz.pdf>
- Hachi, J. y Rodríguez, J. (2010). *Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil* (Monografía). Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2450/20/UPS-GT000106.pdf>
- Sánchez, J. (2003). *Comportamiento Térmico y Mecánico del Poli (Etilén Tereftalato) (PET) Modificado con Resinas Poliméricas Basadas en Bisfenol-A* [Tesis Doctoral]. Recuperado de [http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6037/01Parte\\_A.pdf?sequence=1](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6037/01Parte_A.pdf?sequence=1)
- Vásquez, R. y Vigil, P. (2000). *Las cenizas de la cáscara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto*. Recuperado de [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/cenizas\\_cascara.pdf](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/IC/ADI/cenizas_cascara.pdf)

Para citar este artículo utilice el siguiente formato:

Mora, A. (junio, 2014). Propuesta de diseño y desarrollo preliminares de un prototipo de baldosa para piso a partir del PET reciclado y la cascarilla de arroz para una vivienda de interés social. *YACHANA, Revista Científica*, 3(1), 84-90.