



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

ECO-CONCRETO PARA PLAQUETAS PREFABRICADAS: UN CASO DE USO EN VIVIENDA RURALES DE TOCAIMA CUNDINAMARCA 2020

**Ancízar Barragán Alturo, Carlos Iván Chaves Prieto, Brighyte Tatiana Galindo
Moncada, Juan Sebastián Bueno Calderón**

**Universidad Piloto de Colombia
Girardot, Colombia**

Resumen

El Eco-concreto para plaquetas prefabricadas, o también conocidas como paneles prefabricados de concreto, nace tras la problemática medioambiental causada por el plástico, el cual genera un amplio campo de contaminación a nivel mundial. El Eco-concreto busca darle un nuevo uso a tal contaminante, con ello se pretende aminorar la contaminación del plástico destinándolo como un beneficio para la sociedad.

Se propende por diseñar una mezcla con plástico como agregado, mediante la investigación aplicada, con pruebas de laboratorio con la metodología de ensayo y error, hasta encontrar resultados conforme a la norma NCR 10 que permitan aproximarse a la exigencia de las plaquetas para casas prefabricadas, las cuales sean aptas para brindar total beneficio en su debido uso, en viviendas rurales de Tocaima – Cundinamarca. Este proyecto hace parte del macro proyecto que adelanta el semillero SENTRAM en el sector rural de Tocaima – Cundinamarca denominado MATERIALES RECICLADOS COMO UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE EN LOS COMPONENTES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS RURALES EN TOCAIMA- CUNDINAMARCA. El incorporar el plástico a la mezcla convencional de concreto, buscando apropiarse un nuevo diseño que conlleve a un aumento de volumen, otorgando una mayor producción de plaquetas, así mismo, según los estudios pertinentes, sin perder de vista los posibles beneficios de flexibilidad, resistencia, y peso, que dicha mezcla pueda brindar, fue la principal hipótesis a verificar durante el proceso de investigación.

Para poder llevar a cabo la autenticidad de dicho diseño, es necesario recolectar el plástico que muchas veces no llega a los distintos sitios de reciclaje, para ello se hará un plan de trabajo que básicamente consistirá en primera instancia en ubicar puntos de acopio, uno en la sede del

colegio departamental El Tequendama (Mesitas del colegio-Cundinamarca), y el otro en el colegio departamental salesiano Miguel Unía (Agua de Dios-Cundinamarca), a partir de un determinado tiempo se hará la recolección del material recaudado; por consiguiente, se buscare un convenio con los recicladores informales, el cual se iniciara con la compra del plástico a un valor justo, y cuando las pruebas de laboratorio indiquen el tipo de plástico más eficiente para la mezcla modificada de concreto , se establecerá unos talleres que permitan una caracterización básica del plástico, para que a mediano plazo los recicladores informales sean los principales proveedores de plástico. Una vez obtenido el plástico, se dimensionará a un tamaño que sea similar al de la arena, por medio de un proceso de trituración. Una vez establecida la proporción de cemento, arena, agua y plástico, se harán diferentes prototipos de plaquetas, las cuales serán destinadas para beneficio de un determinado personal.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado la intención principal del eco-concreto es encontrar una manera de utilizar gran parte del plástico en futuras construcciones, adicional a ello, un beneficio de vital importancia a la hora de entrar en el mercado como un producto con valor agregado será gracias a sus propiedades.

Palabras clave: plástico; contaminación; concreto

Abstract

Eco-concrete for precast plates, or also known as precast concrete panels, was born after the environmental problem caused by plastic, which generates a wide field of contamination worldwide. The Eco-concrete seeks to give a new use to such a pollutant, with this it is intended to reduce the contamination of the plastic destined as a benefit for society.

It aims to design a mixture with plastic as an aggregate, through applied research, with laboratory tests with the trial and error methodology, until finding results according to the NCR 10 standard that allow us to approximate the requirement of platelets for prefabricated houses, which are suitable to provide full benefit in its proper use, in rural homes in Tocaima - Cundinamarca. This project is part of the macro project carried out by the SENTRAM seedbed in the rural sector of Tocaima - Cundinamarca called MATERIALS RECYCLED AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE IN THE COMPONENTS OF THE CONSTRUCTION PROCESS OF RURAL HOUSING IN TOCAIMA-CUNDINAMARCA.

Incorporating plastic into the conventional concrete mix, seeking to appropriate a new design that leads to an increase in volume, granting a greater production of platelets, likewise, according to the relevant studies, without losing sight of the possible benefits of flexibility, resistance , and weight, that said mixture can provide, was the main hypothesis to verify during the investigation process.

In order to carry out the authenticity of said design, it is necessary to collect the plastic that often does not reach the different recycling sites, for this a work plan will be made that will basically consist in the first instance of locating collection points, one in the headquarters of the El

Tequendama departmental college (Mesitas del Colegio-Cundinamarca), and the other in the Miguel Unía Salesian Departmental College (Agua de Dios-Cundinamarca), after a certain time the collected material will be collected; therefore, an agreement with informal recyclers will be sought, which will begin with the purchase of plastic at a fair value, and when laboratory tests indicate the most efficient type of plastic for the modified concrete mix, workshops will be established that allow a basic characterization of plastic, so that in the medium term informal recyclers are the main plastic suppliers. Once the plastic is obtained, it will be dimensioned to a size that is similar to that of the sand, through a crushing process. Once the proportion of cement, sand, water and plastic has been established, different prototypes of platelets will be made, which will be used for the benefit of certain personnel.

Taking into account the aforementioned, the main intention of eco-concrete is to find a way to use much of the plastic in future constructions, in addition to this, a vitally important benefit when entering the market as a value-added product. It will be thanks to its properties.

Keywords: *plastic; pollution; concrete*

1. Introducción

Eco-concreto para plaquetas prefabricadas es un proyecto el cual se inició con el propósito de ayudar a disminuir la contaminación y realizar una idea innovadora para un producto convencional conocido como mezcla de concreto; principalmente el proyecto se basa en implementar un material como el plástico a la mezcla de concreto convencional, el plástico que se desea emplear es el PET y el 5 PP, para ello se necesita un método efectivo en la cual se obtenga el plástico pulverizado, y de esta manera poder reemplazar los materiales básicos del concreto con este nuevo agregado.

Por consiguiente; en este proyecto también se pretende innovar las plaquetas para casas prefabricadas, más conocidas como paneles de concreto, las cuales se encuentran ensambladas mediante perfiles metálicos, a base de la mezcla de eco- concreto. Mezcla la cual cuenta con la adición de productos que estén perjudicando el medio ambiente como lo es el plástico. La idea fundamental es que a futuro la mezcla de eco-concreto pueda ser empleada para la fabricación de plaquetas para casas prefabricadas ubicadas en sectores rurales de Tocaima – Cundinamarca, que sean tan resistentes como las tradicionales y siendo más amigables con el medio ambiente.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado la intención directa de eco-concreto es encontrar una manera de utilizar gran parte del plástico en futuras construcciones.

“Reciclar no es la única solución. Hay que avanzar de manera mucho más decidida en la prevención y la reducción de los materiales de envasado, por ejemplo, a través del eco diseño. Pero si no fuera por el valioso gesto de Juan, ese gesto voluntario, esa muestra de civismo y de compromiso personal con el medio ambiente, el problema de las basuras sería mucho mayor. Por eso cuando

hablamos de medio ambiente insistimos en remarcar que los pequeños gestos son poderosos, y el de reciclar lo es". (Gallego, 2018)

1. Objetivos

Diseñar plaquetas para casas prefabricadas a base de mezcla de concreto convencional con una resistencia de 2400 PSI que contenga en sus componentes plástico PET Y 5PP en un 5% como agregado, dichos requisitos los cumple la mezcla de eco-concreto, lo que se comprende entonces como el diseño de paneles de eco-concreto, de esta manera poder incentivar un aprovechamiento diferente de tal contaminante.

2. Marco de antecedentes

A lo largo de los últimos años ha sido de vital importancia el deseo de cuidar el medio ambiente, es por esto que se han planteado soluciones que acoplen la construcción y la utilización del plástico, tal es el caso de la doctora en ciencias del diseño; Rosana Gaggino, que diseñó unos ladrillos a base de concreto y plástico.

(...)La tecnología constructiva desarrollada es simple, económica, no contaminante, reduce el consumo de recursos naturales (como tierra fértil, madera o piedra); y además aprovecha los residuos producidos abundantemente por otras industrias (plásticos). La evaluación de la misma permite afirmar que es sustentable desde los puntos de vista ecológico, económico y social. (Gaggino, (2008), pág. 150)

A nivel de Latinoamérica, la necesidad de diseñar estudios que revelen la compatibilidad del plástico en el concreto ha ido en aumento, ingenieros, arquitectos y científicos de diversos países han establecido tablas de acuerdo a la dosificación del concreto con adición porcentual del plástico, a continuación, se expresara gráficamente la relación de resistencia del plástico PET agregado al 5% a la mezcla de concreto.

Cuadro n° 1: resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos elaborados adicionando 5% de materiales plásticos PET.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA 5% PET				
	F'c 175 Kg/cm ²		F'c 210 Kg/cm ²	
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 01	Testigo 02
Asentamiento Slump	3.5"		2.5"	
Trabajabilidad	Mezcla Plástica Trabajable de fácil vibrado		Mezcla Plástica Trabajable de fácil vibrado	
Resistencia a los 7 Días	109.41 kg/cm ²	108.12 kg/cm ²	133.52 kg/cm ²	146.09 kg/cm ²
% de Resistencia a los 7 Días	62.52%	61.78%	63.58%	69.57%
Resistencia a los 14 Días	127.74 kg/cm ²	129.51 kg/cm ²	164.94 kg/cm ²	152.80 kg/cm ²
% de Resistencia a los 14 Días	72.99%	74.01%	78.54%	72.76%
Resistencia a los 28 Días	148.72 kg/cm ²	139.12 kg/cm ²	184.00 kg/cm ²	183.51 kg/cm ²
% de Resistencia a los 28 Días	84.98%	79.50%	87.62%	87.39%

Ilustración 1 Resistencia a la compresión Lector, M y Villareal, E (2017)

Los estudios de laboratorio realizados por los ingenieros Lector y Villareal indicaron que a medida que se aumentaba el porcentaje de PET en la mezcla de concreto, la resistencia por compresión se oponía a la hipótesis planteada por ellos. Lector y Villareal (2017) afirman; "Si utilizamos materiales plásticos de reciclaje triturados (PET) como adición en la elaboración de concreto, se obtendrá un concreto con mejores propiedades físicas y mecánicas".

A nivel nacional en la universidad de Santander, Bucaramanga, los ingenieros civiles Raúl Di Marco y Hugo León realizaron la adición de plástico PET en ladrillos, lograron afirmar; "Además, después de realizar los ensayos de Absorción y Flexión se hallaron partículas de PET que no tuvieron adherencia con la mezcla de cemento-arena, es decir no se observó unión ni cohesión homogénea al cemento por parte de algunas partículas en la superficie.", de lo anterior se propone la siguiente hipótesis: la reducción del tamaño de las partículas del plástico influye favorablemente en la adherencia homogénea con el concreto.

De acuerdo con la investigación desarrollada, uno de los beneficios que se quieren demostrar en la reducción de peso de las plaquetas a base de Eco-concreto, para ello es imprescindible saber la densidad del concreto. "...El concreto convencional, normalmente usado en pavimentos, edificios y otras estructuras, tiene un peso específico (densidad, peso volumétrico, masa unitaria) que varía de 2200 hasta 2400 kg/m³ (137 hasta 150 libras/piés³)". (Steven H. Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, y Tanesi. (2004), Pag.9), de acuerdo a esto se establece que el concreto por si solo tiene una densidad elevada, es allí donde la densidad del plástico (1,38 g/ cm³) influye favorablemente para disminuir el peso de las plaquetas.

3. Metodología

Se implementa una metodología de investigación aplicada de carácter científico, con enfoque cuantitativo basado en los autores Gaggino, Rosana: "Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción", (Rosana, 2008) artículo publicado en la revista INVI, vol. 23, núm. 63, agosto, 2008, pp. 137-163 Universidad de Chile Santiago, Chile. Sánchez de Guzmán Diego: "Tecnología del concreto y del mortero", Cap. 4, p.65, Biblioteca de la construcción, información suministrada por la universidad piloto de Colombia,

seccional del Alto Magdalena y de otros autores y libros sugeridos por el tutor del trabajo y otros docentes del programa de ingeniería civil, de donde se plantearon los siguientes pasos:

1. En primera instancia se lleva a cabo la mezcla de concreto convencional; (arena, agua, cemento y grava), para luego agregarle el plástico y así crear la mezcla de eco-concreto.



2. Ya luego con la mezcla de eco-concreto, se procede a agregar la mezcla en los moldes, los cuales se obtienen por medio de una máquina, donde se deben dejar completamente compactos con la ayuda de un centrifugo, para que su resistencia no se vaya a alterar.



3. Por medio de la maquina se obtiene en este caso el bloque, como primera prueba, ya que luego se procede a agregar la mezcla en un molde diferente para obtener las plaquetas, y por último se dejan a temperatura ambiente para que realicen el proceso de fraguado.



En el caso de Colombia, se rigen bajo las Normas Técnicas Colombianas (NTC). Para la toma de muestras de concreto, la norma es la NTC 454 – Ingeniería Civil y Arquitectura. Concretos. Concreto Fresco. Toma de Muestras, y para los agregados es la NTC 129 –Ingeniería Civil y Arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados” (AGROS, 2018), la NTC 396 – Ingeniería Civil y Arquitectura para analizar la manejabilidad del concreto, la NTC 550 – Concretos para estudiar la resistencia de la compresión, NTC 1377 – Ingeniería Civil y Arquitectura la cual se basa en los ensayos de elaboración y curado de especímenes, NTC 4026- Ingeniería Civil y Arquitectura. Unidades (Bloques y Ladrillos) de concreto, para mampostería estructural, NTC 2446 - Ingeniería Civil y Arquitectura. Paneles Prefabricados. Clasificación y requisitos. Todo con el fin de concluir la eficacia respectiva a los porcentajes establecidos, para así identificar si es viable la implementación de las fibras de plástico polipropileno (5 PP) como agregado. Con base a los estudios científicos se pretende determinar la viabilidad de un nuevo componente implementado a la mezcla convencional del concreto, esto con el fin de aumentar el volumen de concreto para así proporcionalmente aumentar la cantidad de unidades del producto que se va a realizar. Adicional a ello, cuenta también con una investigación descriptiva pues está se ve reflejada atreves del marco teórico. El proyecto se efectúa en un espacio apto para una

mayor efectividad a la hora de obtener sus resultados, y poder hacer los análisis que se requerían. Para ello se empleó medios de investigación alternos como los libros, la web y con ayuda de los conocimientos que hemos adquirido.

4. Marco teórico

4.1. Plástico PP

El polipropileno comparte muchas características y propiedades con el polietileno. El propileno tiene un grupo metilo más que el etileno, y este carbono extra mejora en general las propiedades mecánicas y térmicas del polipropileno en comparación con el polietileno. “Existen diferentes tipos de polipropileno, cada uno con un peso molecular, cristalinidad e isotacticidad diferente que influyen en las características finales del polímero”. (curiosando)

4.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL PLÁSTICO PP

PROPIEDADES FÍSICAS DEL PLÁSTICO PP			
Material ligero: es uno los plásticos con menos densidad, entre 0.895 y 0.92 g/cm ³ .	Estructura cristalina: las formas isostáticas tiene mayor grado de cristalinidad y mayor resistencia mecánica.	Baja absorción de humedad: el polipropileno no se daña con el agua por la bajísima absorción de humedad.	Alta resistencia mecánica Excelente aislante eléctrico
Alto punto de fusión: el punto de fusión del polipropileno está en torno a los 160 °C, lo que hace que se pueda utilizar en aplicaciones de alta temperatura a las que no se pueden utilizar otros polímeros. Para el uso continuó se recomienda una temperatura máxima de 100 °C. (Curioseando, s.f.)		Resistencia química: el polipropileno es altamente resistente a la corrosión tanto por agentes ácidos como por agentes alcalinos. También es muy resistente a la acción de detergentes y sustancias electrolíticas.	

4.2. Plástico PET

El plástico PET, **o** polietileno tereftalato-poliéster, es un polímero plástico que se obtiene a partir del etileno y el paraxileno. “Es un material lineal, con una gran transparencia y dureza, muy resistente, tanto al desgaste y a los productos químicos, como al impacto, a la rotura y al fuego**o**”. (Arteplastica, 2017)

4.2.1. Propiedades del plástico PET

PROPIEDADES DEL PLÁSTICO PET			
Es un material impermeable.	Estable a la intemperie ante temperaturas que pueden oscilar entre los -20°C a los +60°C.	Es inerte al contenido.	Su superficie puede barnizarse.

Excelente barrera contra los gases CO ₂ , O ₂ , la radiación UV y la humedad.	Presenta alta dureza y rigidez lo que le hace resistente al desgaste.	Tiene una alta resistencia química con buenas propiedades térmicas.	Es transparente APET o cristalino CPET, admitiendo colorantes en su fabricación.
---	---	---	--

4.3. Dosificación del concreto

El cálculo de materiales varía según las especificaciones, se incrementa proporcionalmente el cemento y se reducen los otros materiales cuando se quieren resistencias más altas, En el caso contrario se reduce el cemento y se aumentan los otros materiales. En la siguiente tabla encontrara las relaciones para concretos de las resistencias de concreto más utilizadas: 3500 PSI, 3224 PSI, 2500 PSI, 2000 PSI y 1500 PSI (construyendo.co)

Cantidades (cmt - ar - gr)	Resistencia			Cemento (cmt)	Arena mt3 (ar)	Grava mt3 (gr)	Agua Lts (promedio)
	kg/cm ²	PSI	Mpa				
1 - 2 - 2	280	4000	27	420	0,67	0,67	190
1 - 2 - 2,5	240	3555	24	380	0,60	0,76	180
1 - 2 - 3	226	3224	22	350	0,55	0,84	170
1 - 2 - 3,5	210	3000	20	320	0,52	0,90	170
1 - 2 - 4	200	2850	19	300	0,48	0,95	158
1 - 2,5 - 4	189	2700	18	280	0,55	0,89	158
1 - 3 - 3	168	2400	16	300	0,72	0,72	158
1 - 3 - 4	159	2275	15	260	0,63	0,83	163
1 - 3 - 5	140	2000	14	230	0,55	0,92	148
1 - 3 - 6	119	1700	12	210	0,50	1,00	143
1 - 4 - 7	109	1560	11	175	0,55	0,98	133
1 - 4 - 8	99	1420	10	160	0,55	1,03	125

Tabla de dosificación de concreto - cantidades por mt3

Ilustración 2 Dosificación del concreto (construyendo.co)

4.4. Clasificación de paneles de concreto (Plaquetas)

Cabe resaltar el significado de un panel prefabricado de concreto, según lo establece la NTC 2446 - Ingeniería Civil y Arquitectura. Paneles Prefabricados. Clasificación y requisitos. "Panel. Elemento prefabricado que se utiliza para construir divisiones verticales en el interior o exterior de las viviendas y otras edificaciones. Debe ser manejable como una sola pieza y su dimensión menor debe ser por lo menos 10 veces mayor que su espesor". (ICONTEC, 1988)



Ilustración 3 formas de plaquetas



Ilustración 4 ensambles con perfiles metálicos

4.4.1. Medidas de los paneles prefabricados de concreto (plaquetas)

Los paneles de concreto o plaquetas presentan diferentes formas geométricas, tamaños y medidas, según lo indicado por el ingeniero Baz se pueden encontrar plaquetas tales como:

- Panel 4-8:**
 - 8M x 12,25cm = 98cm de longitud, por 4M x 12,25=49cm de ancho.
- Panel 2-4-8:**
 - 2M x 12,25cm = 24,5cm, por 8M x 12,25cm=98cm, por 4M x 12,25cm=49cm.
- Panel 2-8:**
 - 2M x 12,25cm = 24,5cm, por 8M x 12,25cm=98cm.
- Panel C3:**
 - 2M x 12,25cm = 24,5cm, por 2M x 12,25cm=24,5cm, 8M x 12,25cm=98cm y 3M al centro.

4.5. Caracterización de unidades de concreto para la mampostería estructural

Teniendo en cuenta el enfoque que tendrá la mezcla de eco-concreto respectivo a plaquetas para casas prefabricadas, cada plaqueta se debe adaptar a los requisitos básicos que comprenden las unidades de mampostería estructural, donde se evidencia la resistencia y los requisitos dimensionales.

Se tendrán en cuenta las unidades de mampostería de concreto, las cuales deben cumplir los requisitos de resistencia a compresión establecidos.

Resistencia a la compresión a los 28 d (R_{c28}) ^B , evaluada sobre el área neta promedia (A_{np})			Absorción de agua (Aa) % según el peso (densidad) del concreto secado en horno, kg/m^3		
Mínimo ^B , MPa			Promedio de 3 unidades, máximo, %		
Clase	Promedio de 3 unidades	Individual	Peso liviano, menos de $1\ 680\ kg/m^3$	Peso mediano, de $1\ 680\ kg/m^3$ hasta menos de $2\ 000\ kg/m^3$	Peso normal, $2\ 000\ kg/m^3$ o más
Alta	13	11	15 %	12 %	9 %
Baja	8	7	18 %	15 %	12 %

Tabla 1 Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación del peso A

El espesor que cumplirán las plaquetas diseñadas con eco-concreto será con base a las unidades de mampostería vertical.

Espesor nominal de las unidades (en)	Espesor de pared (ep)	Espesor de tabique (et)	Espesor de tabique equivalente (ete)
mm	Mínimo ^A , mm	Mínimo ^B , mm	Mínimo, mm/mm ^C
80	20	20	0,150
100	20	20	0,150
120	22	20	0,165
150	25	25	0,188
200	30	25	0,188
250	35 (32 ^D)	30	0,225
300	40 (32 ^D)	30	0,225

Tabla 2 Espesor mínimo de las paredes y de los tabiques

5. Análisis y discusión

En el presente trabajo se lleva a cabo una dosificación de concreto que corresponde a 1-2-4, la cual alcanza una resistencia de 2500PSI, y equivale a 300 Kg de cemento, 5,44Kg de arena por m^3 (metro cubico), 10,89Kg de grava por m^3 y 170 L de agua. Con esta dosificación se procesa a realizar el porcentaje al 5% del nuevo agregado para la mezcla de eco-concreto, de tal modo que la mezcla contara con una dosificación equivalente a 300 Kg de cemento, 5,168Kg de arena por m^3 (metro cubico), 0,272Kg de plástico pulverizado, 10,89Kg de grava por m^3 y 170 L de agua. Lo que quiere decir que cada panel prefabricado de eco-concreto o plaqueta a base de eco-concreto cuenta con el 5% de plástico pulverizado en de la cantidad de arena que se requiere para la dosificación 1-2-4. Adicional a ello; se establece la relación entre el agregado y la mezcla de concreto, dejando como una determinada hipótesis que al implementar dicho agregado a la mezcla convencional de concreto se obtiene en beneficio más cantidad de producción respecto al producto que se va a elaborar, dicha hipótesis sirve positivamente si se

desea dirigir a otros aspectos tanto económicos, sociales y medioambientales. Con esto se comprende que se está llevando a cabo la elaboración de un producto en beneficio múltiple, que cumpla satisfacer las determinadas características que se desea destacar respecto al Eco-concreto en comparativo de la mezcla convencional del concreto. Dicho proceso se lleva a cabo para la elaboración de plaquetas las cuales van dirigidas a la fabricación de una vivienda la cual sus precios serán incrementados entre a otras.

6. Conclusión

Mediante este proyecto se busca destacar que los beneficios obtenidos al realizar este proceso es la disminución de la cantidad de los porcentajes de plástico contaminante que está presentando el planeta y mitigar el daño causado por la extracción de arena que se requiere para la dosificación del concreto. Desde la construcción se pretende realizar la debida investigación que conduzcan al desarrollo de diversas hipótesis generadas a través de este proceso, como; el aumento de flexibilidad que pueda tener el concreto al agregarle diferentes porcentajes de plástico PET, y 5PP. De igual manera la reducción de peso que tendrán las plaquetas hechas a base de Eco-concreto y por consiguiente el incremento que reflejara las cantidades de arena. Tales beneficios serán de vital importancia a la hora de entrar en el mercado como un producto con valor agregado. Otro gran aporte destacable en beneficio social es respecto al empleo que se genera para aquellas personas que ejercen el oficio del reciclaje de manera informal, dando así un incentivo para dichos trabajadores.

7. Bibliografía

- AGROS, G. (2018). AGROS. Obtenido de 360 EN CONCRETO : <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-al-concreto>
- arapack. (30 de enero de 2018). Obtenido de <https://www.arapack.com/faq/que-es-el-pet/>
- *Arteplastica*. (27 de julio de 2017). Obtenido de <https://arteplastica.es/el-plastico-pet-para-que-se-usa/>
- *cementos tequendama* . (s.f.). Obtenido de <http://www.cetesa.com.co/que-es-el-cemento-y-cual-es-su-composicion/>
- *CJBLOG*. (s.f.). Obtenido de <https://www.comercturro.com/blog/jardin/tipos-de-palasy-sus-funciones.html>
- *construyendo.co*. (s.f.). Obtenido de <https://construyendo.co/concreto/index.php>
- *curiosoando*. (s.f.). Obtenido de <https://curiosoando.com/que-propiedades-tiene-el-polipropileno-y-para-que-se-utiliza>
- *elaplas*. (2016). Obtenido de <http://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/polipropileno-pp/>
- *INKA*. (s.f.). Obtenido de <http://www.cementosinka.com.pe/blog/construccion-tradicional-placas-concreto/>
- *quiminet.com*. (s.f.). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/propiedades-del-polipropileno-2671066.htm>

- Gallego, J. (3 de 07 de 2018). *Reciclar ayuda a reducir la contaminación por plásticos*. Obtenido de la vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/natural/ecogallego/20180730/451166937508/reciclaje-reducir-contaminacion-plasticos.html>
- Gaggino, R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. Disponible en: [file:///D:/Downloads/8320-1-19045-1-10-20101108%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/8320-1-19045-1-10-20101108%20(1).pdf)
- Léctor, M y Villarreal, E. (21017). Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote. Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2799/43457.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marco, R y León, H. (2017). Ladrillos con adición de pet. Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del socorro. Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>
- Kosmatka, Steven H.; Kerkhoff, Beatrix; Panarese, William C.; y Tanesi, Jussara: *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, EE.UU., 2004. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/49513425/PCA_DisenoyControl_de_Mezclas_de_Concreto.pdf?

8. Sobre los autores

- **Brighyte Tatiana Galindo Moncada:** Estudiante de Ingeniería Civil de pregrado. Universidad Piloto de Colombia, brigalindo.30@gmail.com
- **Carlos Iván Chaves Prieto:** Estudiante de Ingeniería Civil de pregrado. Universidad Piloto de Colombia, carlos-chaves1@upc.edu.co
- **Juan Sebastián Bueno Calderón:** Estudiante de Ingeniería Civil de pregrado. Universidad Piloto de Colombia, juan-bueno3@upc.edu.co
- **Ancízar Barragán Alturo:** Licenciado en matemáticas y física. Magister en educación de la Universidad del Tolima. g-abarragan@unipiloto.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)