

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADICION DE RESIDUOS PLASTICOS EN LA FABRICACION DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO

Samuel Garcia¹, Nicolino Bracho², William López²

1: Departamento técnico, Polipropileno de Venezuela, Propilven S.A. Maracaibo, Venezuela

2: Gerencia de Manufactura, Polipropileno de Venezuela, Propilven S.A. Maracaibo, Venezuela

* e-mail: samueljacco@hotmail.com, samueljacco@gmail.com, sgarcia@propilven.com**RESUMEN**

Los plásticos con mayor presencia en los residuos generados a nivel industrial son: polietileno (PE), policloruro de vinilo (PVC) y el polietilentereftalato (PET), ya que representan la mayor proporción en los materiales de uso cotidiano. Con la finalidad de aprovechar la abundancia de estos residuos, se ha planteado como alternativa eficiente el uso de ellos en la construcción, ya que al ser utilizados como agregados en las mezclas para fabricar diversas estructuras, Modifican significativamente ciertas propiedades físicas y mecánicas: disminución de peso en las estructuras fabricadas, aumento en la resistencia a la compresión de las mismas y proveen aislamiento térmico y acústico. En el siguiente trabajo se estudió el efecto de la adición de residuos de PVC y PET en la fabricación de bloques huecos de concreto artesanales. Se fabricaron bloques con 27% PET, 10.24% y 14.61% PVC respectivamente, como agente de relleno, estos fueron comparados con bloques sin residuos plásticos. A los bloques se le realizaron ensayos a la compresión, según lo dicta la norma COVENIN 42-82. Los resultados obtenidos en este ensayo muestran que la adición de los residuos favorece la disminución de peso, carga y resistencia a la compresión soportada en los bloques, sin embargo el porcentaje de absorción de humedad no presentó una tendencia concreta.

Palabras Claves: Residuos plásticos, reciclado, construcción.

STUDY OF THE EFFECT OF ADDING PLASTIC RESIDUES IN THE MANUFACTURE OF CONCRETE HOLLOW BLOCKS

SUMMARY

Plastics with the highest presence in industrial waste are: polyethylene (PE), polyvinyl chloride (PVC) and polyethylene terephthalate (PET), since they represent the highest proportion of materials used in everyday use. In order to take advantage of the abundance of these residues, it has been considered as an efficient alternative the use of them in the construction, since when used as aggregates in the mixtures to manufacture various structures, they significantly modify certain physical and mechanical properties: Weight in the manufactured structures, increase in the resistance to the compression of the same and provide thermal and acoustic insulation. In the following work the effect of the addition of PVC and PET residues in the manufacture of hollow concrete blocks was studied. Blocks with 27% PET, 10.24% and 14.61% PVC respectively were manufactured as a filler, which were compared to blocks with no plastic residues. Compression tests were performed on the blocks, according to the COVENIN 42-82 standard. The results obtained in this test show that the addition of the residues favors the reduction of weight, load and compressive strength supported in the blocks, however the percentage of moisture absorption did not present a concrete trend.

*Keywords: Plastic waste, recycling, construction.***1. INTRODUCCIÓN**

Los plásticos pueden ser empleados en la fabricación de una gran variedad de productos gracias a sus excelentes propiedades: baja densidad que permite la fabricación de objetos ligeros, fácil moldeo para adquirir formas variadas rígidas o flexibles, gran resistencia a la corrosión y degradación, reducción de conductividad térmica y eléctrica, entre otros. Por esta razón en los últimos años se han incrementado drásticamente el uso de plásticos han sustituido en gran parte al papel como material de embalaje así como a los metales y el vidrio

como materiales para recipientes [1].

El incremento en el uso de materiales plásticos ha planteado una nueva problemática, ya que ha consecuencia de la fabricación y utilización de productos plásticos de corta vida útil, se ha agudizado la generación de desechos de este tipo; se estima que alrededor del 50% de los plásticos que se producen se destina a aplicaciones de un solo uso, entre 20 y 25% se emplean en la construcción y el resto en la fabricación de otros productos, como electrónicos, muebles y vehículos. Los plásticos con mayor presencia en los residuos son el polietileno, PVC y el PET, debido a que representan la mayor proporción en los materiales de uso cotidiano [2].

El plástico constituye hoy en día el material más desechado a nivel mundial, ya que su proceso de reciclaje es muy complicado y costoso. Mediante un estudio realizado por la Universidad Simón Bolívar, se determinó que en Venezuela el plástico constituye el 40% del total de los desechos generados [3].

Además de los problemas asociados a su manejo como desechos, los plásticos generan impacto en el ambiente, ya que, de disponerse en un relleno sanitario y/o un botadero, perdurarían por 500 años aproximadamente, adicionalmente su acumulación trae como consecuencia innumerable cantidad de problemas relacionados con la salud. Otro de sus efectos más notables es su contribución al agotamiento de los recursos no renovables, ya que se calcula que 4% del petróleo y gas extraídos se usa como materia prima para la producción de plásticos, y entre 3 y 4% para generar la energía requerida en su manufactura [2].

Por lo antes mencionado y gracias a sus características físicas y químicas, el reciclaje de los plásticos constituye una opción viable para disminuir el impacto en el ambiente originado por su uso. Además de disminuir los costos asociados a la disposición de desechos, la necesidad de materias primas vírgenes, en síntesis el reciclar, en la mayoría de los casos, resulta muy atractivo desde el punto de vista ambiental y económico [2].

Se ha planteado como alternativa eficiente el uso de residuos plásticos en la construcción con la finalidad de reciclarlos y reutilizarlos, por ejemplo en Argentina [4] se fabrican ladrillos, bloques y placas elaborados con plásticos reciclados principalmente PET [5], en Republica Dominicana se estudia la fabricación de bloques de 6" con plástico ABS [7], en Estados Unidos se modifican químicamente los residuos de plástico, para producir resinas insaturadas de poliéster mezclado con materiales de construcción, para producir hormigón de poliéster, también se estudia el polipropileno en forma de fibras, para darle mayor resistencia al hormigón [7]. A nivel nacional existen pequeños emprendimientos, pudiendo destacar la Bloquera Ecológica Capitán Chico, Maracaibo-Edo Zulia donde fabrican bloques mezclando cemento con partículas de botellas de PET.

De acuerdo a diversos estudios realizados sobre las propiedades físicas y mecánicas de materiales de construcción reforzados con plásticos reciclados, se ha determinado que la adición de estos residuos le confiere mejoras en ciertas propiedades importantes; por ejemplo: Los ladrillos, bloques y placas elaborados con plásticos reciclados son livianos por el bajo peso específico de la materia prima. Debido a que estos residuos son malos conductores del calor, proveen una excelente aislación térmica, superior a la de otros cerramientos. Tienen una resistencia menor a la de otros elementos constructivos tradicionales, pero suficiente para ser utilizados como cerramientos de viviendas con estructura independiente antisísmica. Poseen buena resistencia al fuego y presentan una resistencia acústica superior a los ladrillos y bloques comunes [5].

Por lo antes expuesto y en concordancia con la política de protección medioambiental de la empresa PROPILVEN. SA. Este trabajo estudió el efecto de la adición de residuos de PVC y PET en la fabricación de bloques huecos de concreto artesanales y de esta forma reutilizar 16 toneladas de pasivo ambiental de termoformado de PVC dispuesto en las instalaciones de esta empresa.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Para evaluar la influencia de la adición residuos de PVC y PET en las propiedades físicas y mecánicas de bloques artesanales, se fabricaron mezclas donde se incorporaron los diferentes residuos a concentraciones variables.

2.1 Materiales

Residuos plásticos post consumo:

- PVC proveniente del remplazo del material de empaque de la torre de enfriamiento de la empresa

PROPILVEN.SA. Este material se clasificó en dos tipos:

Relleno: Son láminas delgadas y de baja densidad, dispuestas de forma secuencial sobre las cuales las gotas de agua chocan para disipar el calor de las mismas

Soporte: Proviene de las estructuras del marco que mantienen unidas las láminas del relleno

Se emplearon los materiales típicos para la construcción de bloques de concreto artesanales: Agua, arena, cemento y piedra.

Se utilizaron bloques cargados con PET reciclado hechos en la Bloquera Ecológica Capitán Chico utilizando la siguiente fórmula 49% de arena, 8% de cemento, 16% de agua y 27% de PET reciclado.

2.2 Metodología

El material plástico reciclado, fue molido en diferentes maquinarias:

- El PET fue molido en la Bloquera Ecológica Capitán Chico, con un molino mecánico de cuchillas que giran a baja velocidad.
- El PVC se molió en la línea industrial de reciclado de plástico, Covenplast ubicado en la zona industria de Maracaibo.

Se prepararon mezclas de los materiales para la construcción de bloques de concreto (agua, arena y cemento) adicionando PVC tanto de relleno como de soporte a diferentes concentraciones, presentadas en la tabla 1.

Tabla 1. Concentraciones de mezclas preparadas con PVC.

Tipos de mezclas	Tipo de PVC agregado (kg)		% p/p (PVC)
	PVC Relleno	PVC Soporte	
Blanco	0	0	0
MPVC-1	6	0	10,24
MPVC-2	9	0	14.61
MPVC-3	3	3	10,24
MPVC-4	0	6	10,24

Nota: Mezcla para bloques artesanales con PVC como residuo plástico (MPVC-). La cantidad de cemento (12.6 kg) y arenilla (40.0 kg) fueron constantes para todas las muestras.

Posterior al moldeo de los bloques, se dejaron reposar por un día, seguido de la etapa de curado con agua, la cual se prolongó por siete días, finalizado el proceso de fraguado se realizaron ensayos a la compresión, según lo dicta la norma COVENIN 42-82.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran valores promedios de los resultados obtenidos de los ensayos a la compresión. Como se observa en esta tabla, la adición de los residuos plásticos genera una disminución en el peso de los bloques siendo los que utilizaron PET, los que presentaron una mejora más evidente en esta propiedad.

Así mismo la carga y la resistencia a la compresión soportada por los bloques, es favorecida en gran medida por esta adición, destacándose los bloques fabricados con la mezcla MPVC-1, generando valores que superan a los del blanco hasta por 10 unidades. Sin embargo el porcentaje de absorción de humedad no presentó una tendencia concreta, en el caso de los bloques fabricados con las mezclas MPVC-1 y MPVC-2 se apreció una mejora leve en esta propiedad.

Debido a las características en cuanto a volumen y peso del PVC soporte, comparados con el PVC de relleno, es posible que PVC de soporte no pudiese mezclarse de forma homogénea con el cemento, contribuyendo a la formación de aglomerados de materiales por separado, creando fallas estructurales en los bloques,

disminuyendo la carga soportada y a su vez la resistencia a la compresión, esto se evidenció en los resultados obtenidos. Según lo dicta la norma COVENIN 42-82, los bloques utilizados en esta investigación fueron del tipo A1, que debieron cumplir las especificaciones presentadas en la tabla 3.

Tabla 2. Resumen de los resultados de los ensayos a la compresión.

<i>Tipos de mezclas</i>	<i>Peso(Kg)</i>	<i>Carga (Kg)</i>	<i>Resistencia a la compresión (Kg/cm²)</i>	<i>Absorción de Humedad (%)</i>
Blanco	7169	2385	3,3	10,8
MPVC-1	6952	8933	11,7	8,4
MPVC-2	6526	5466	7,5	9,2
MPVC-3	6228	6366	8,7	10,6
MPVC-4	6516	7510	10,3	10,1
MPET	6047	3600	5,0	14,6

Nota: Mezcla para bloques estándar con PET como residuo plástico (MPET). El área de aplicación de carga para todos los bloques fue igual (731 m²).

Tabla 3. Especificaciones técnicas para Bloques A1 según la norma COVENIN 42-82

Bloque pesado A1 de 10cm	<i>Peso(Kg)</i>	<i>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</i>		<i>Absorción de Humedad (%)</i>
		<i>Promedio 3 bloques</i>	<i>Mínimo 1 Bloque</i>	
	Mayor de 2000	70	55	Menor a 14

Nota: Bloque A1: bloque empleado para paredes exteriores sobre el nivel del suelo expuesto a la humedad. Bloque pesado: bloque fabricado con agregados normales, con peso unitario del concreto seco mayor a 2000 kg/m³. Bloque de 10cm: bloque con dimensiones morales de 40x20x20 (cm).

Al comparar los valores obtenidos en los ensayos realizados con las especificaciones dictadas por esta norma, se hace evidente que los bloques fabricados no cumplieron con los valores mínimos establecidos. Sin embargo según estudios previos [9], se ha determinado que los valores medios de resistencia a la compresión de los bloques huecos de concreto producidos en empresas de producción automatizada están alrededor de 20.73 kg/cm² mientras que los fabricados de forma artesanal presentan valores de 7.94 kg/cm². Es decir, que los bloques que presentan de mayor resistencia alcanzan el 69% de la resistencia mínima establecida de la norma COVENIN, esto como consecuencia de la utilización de materiales deficientes además de técnicas y normativas de producción dirigidas a la fabricación de grandes volúmenes de bloques y no a asegurar la calidad del producto terminado.

A pesar que los bloques fabricados no cumplen con los valores mínimos establecidos por la norma COVENIN 42-82, la adición de residuos de PVC y PET a las mezcla para la fabricación bloques artesanales, generó una disminución en el peso de los bloques, aumentó la carga y por ende la resistencia a la compresión soportada por los mismos, obteniéndose valores que superan a los bloques sin residuos hasta por 10 unidades. Vale la pena resaltar que los bloques patrón tampoco cumplieron con lo establecido en esta norma.

Sumado a lo antes expuesto se determinó que la utilización de residuos plásticos como material de construcción representa una buena alternativa para la disposición final de los mismos.

4. CONCLUSIONES

Los bloques fabricados adicionando solo residuos de PVC de relleno presentaron mejoras en las propiedades físicas y mecánicas, comparados con los fabricados sin residuos plásticos.

Los resultados obtenidos en este ensayo muestran que la adición de los residuos generó una disminución en el peso de los bloques, aumentó la carga y por ende la resistencia a la compresión soportada por los mismos, obteniéndose valores que superan a los bloques sin residuos hasta por 10 unidades. A pesar de este hecho los bloques fabricados, con y sin la adición de residuos de PVC y PET, no cumplieron con los valores mínimos establecidos por la norma COVENIN 42-82. El porcentaje de absorción de humedad obtenido no presentó una tendencia concreta.

PROPILVEN.SA fiel a su política de protección medioambiental y con la finalidad aportar información para el desarrollo de técnicas de reciclado y reutilización de residuos plásticos, se desarrolló de forma exitosa este trabajo de investigación como alternativa eficiente para la utilización de 16 toneladas de pasivo ambiental de termoformado de PVC originado por el remplazo del material de empaque de la torre de enfriamiento.

Manteniendo la proporción mencionada se estima que se podría construir 24.000 bloques aproximadamente a partir del material reciclado disponible, eliminando de esta manera la problemática puntual de la acumulación de pasivo ambiental de PVC, dichos bloques serian utilizado, en la construcción de un galpón para el almacenamiento temporal de desechos.

5. AGRADECIMIENTOS

Al personal del Laboratorio Técnico de **PROPILVEN**: analistas, especialista y jefe de laboratorio, así como la Gerencia de Manufactura.

6. REFERENCIAS

- [1]. Rivera R. Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura. Tesis Ingeniería Industrial. Piura (Perú) Universidad de Piura Facultad de Ingeniería, Diciembre 2004.
- [2]. Vázquez A, Ma R. Valdemar E, Beltrán M, Velasco V, Velasco M. El reciclaje de los plásticos, (Azcapotzalco) México Universidad Autónoma Metropolitana, 2014,
- [3]. Maronese A. Del desecho al hecho. Proyecto de grado, Universidad Simón Bolívar Coordinación de arquitectura (Miranda) Republica Bolivariana de Venezuela, 2012
- [4]. Berretta H, Arguello R, Gatani M, Gaggino R. Nuevos materiales para la construcción: los plásticos reciclados. (Córdoba) República Argentina Centro Experimental de la Vivienda Económica – CEVE, Instituto de Investigación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la República Argentina -CONICET.
- [5]. Gaggino R. Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. (Santiago) Chile, 2008 Universidad de Chile. Revista INVI, número 063, pp. 137-163 ISSN.
- [6]. García E, Martínez M, Pérez A, Mejía A, Olivo A, Morantín B, Ortiz F, Escorbore I, Roberto I, Rodríguez T. Estudio de Factibilidad Bloques de Hormigón con agregado de Residuo Plástico ABS, Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013). (Cancun), Mexico. 2013. International Competition of Student Posters and Paper, August 14- 16,
- [7]. Costa A. Estudio de hormigones y morteros aligerados con agregados de plástico reciclado como árido y carga en la mezcla, Máster en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Cataluña Grande, (Barcelona) España 2012.
- [8]. Norma Venezolana, COVENIN 48-82, bloques huecos de concreto, aprobada el 10-08-1982.
- [9]. Díaz A, Oteiza I. Análisis de la calidad y proceso productivo de bloques huecos de concreto de producción informal. zona norte de Maracaibo, Venezuela 1999 Universidad Nacional Experimental del Táchira. Revista Tecnología y construcción. Vol. 16-2, 2000, pp. 25-36.