

## I. PRESENTACIÓN

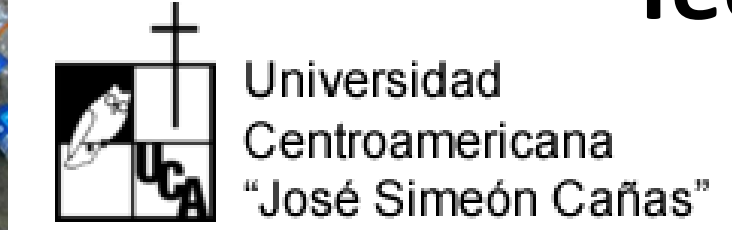
# “ECO- materiales”

## Fondo de Investigación UCA

Lizeth Rodríguez Rodríguez. Investigadora Departamento de Organización del Espacio DOE-UCA [lrodriguez@uca.edu.sv](mailto:lrodriguez@uca.edu.sv)  
 Carlos Arturo Cisneros Mayen. Investigador Departamento de Organización del Espacio DOE-UCA [acisneros@uca.edu.sv](mailto:acisneros@uca.edu.sv)



Categoría: Medio Ambiente-Ingeniería y Tecnología



## II. INTRODUCCIÓN

ECO-MATERIALES, es un proyecto de investigación y desarrollo I+D que da paso a dos líneas de producción: 1. “Sistema constructivo para cubiertas y envolventes livianos de baja conductividad térmica derivados del reciclaje de plásticos” y 2. “Sistema constructivo sostenible: Bloques y adoquines de concreto con agregado de celulosa”. En términos cognitivos, el proyecto de investigación busca responder a la pregunta de investigación central: “¿Cuáles son los procesos de transformación no industrializado y qué características debe poseer el plástico PET y el lodo de celulosa LC reciclados para que sean reutilizados como materia prima para la producción de nuevos materiales de construcción?”. Para intentar responder la pregunta de investigación, se parte de la hipótesis central; que si es posible controlar los parámetros térmicos y mecánicos que inciden en el proceso de transformación no industrializado del plástico PET y del lodo de celulosa LC reciclados, para garantizar que las propiedades físicas cumplan con los parámetros que son requeridos a los materiales de construcción de cubierta de techo y en paredes.

## II. ANTECEDENTES

En El Salvador, la industria y el comercio han tenido que diversificar sus productos para ampliar la cobertura de sus mercados, ofreciendo productos más pequeños a menor precio, empacados generalmente con materiales cuya vida útil es corta, comparada con su proceso de degradación, aumentando así, el volumen de manejo de desechos sólidos. Para el manejo integral de estos desechos, el ciclo de tratamiento debe contemplar las siguientes actividades: 1. Control en la generación, 2. Separación de desechos y reciclaje: El Salvador solo recicla 15% del volumen total. 3. Recolectión y transporte: El Salvador tiene una cobertura de recolectión de 80%. 4. Tratamiento: Implica la alteración física, química o biológica de los desechos. 5. Disposición final: El Salvador tiene cobertura para disposición final a través de rellenos sanitarios de 78% del volumen total de desechos y aproximadamente el 10% de ese volumen total lo ocupa el Tereftalato de Polietileno PET y el 20% lo ocupa lodos de desecho de la industria del papel, reduciendo la eficiencia y vida útil del sistema de disposición final, porque son plásticos no biodegradables en el corto plazo. [1]  
 Para el manejo eficiente de los desechos sólidos se requiere de estrategias tecnológicas para procesar materiales con gran potencial reciclable y que por sus propiedades y características puedan convertirse en nuevas materias primas, en la fabricación de nuevos productos, este hecho no es nuevo para los países de Latinoamérica, pues desde hace más de una década en Argentina se han desarrollado investigaciones para la fabricación de componentes de construcción livianos, de buena aislación térmica, y resistencia mecánica suficiente para cumplir la función de cerramiento lateral de viviendas utilizando materiales plásticos reciclados, promoviendo el uso racional de recursos disponibles en lugar de enterrarlos, quemarlos o acumularlos en basureros al aire libre. [2].

## III. METODOLOGÍA

### Proceso experimental para desarrollo de las nuevas cubiertas y envolventes de PET reciclado

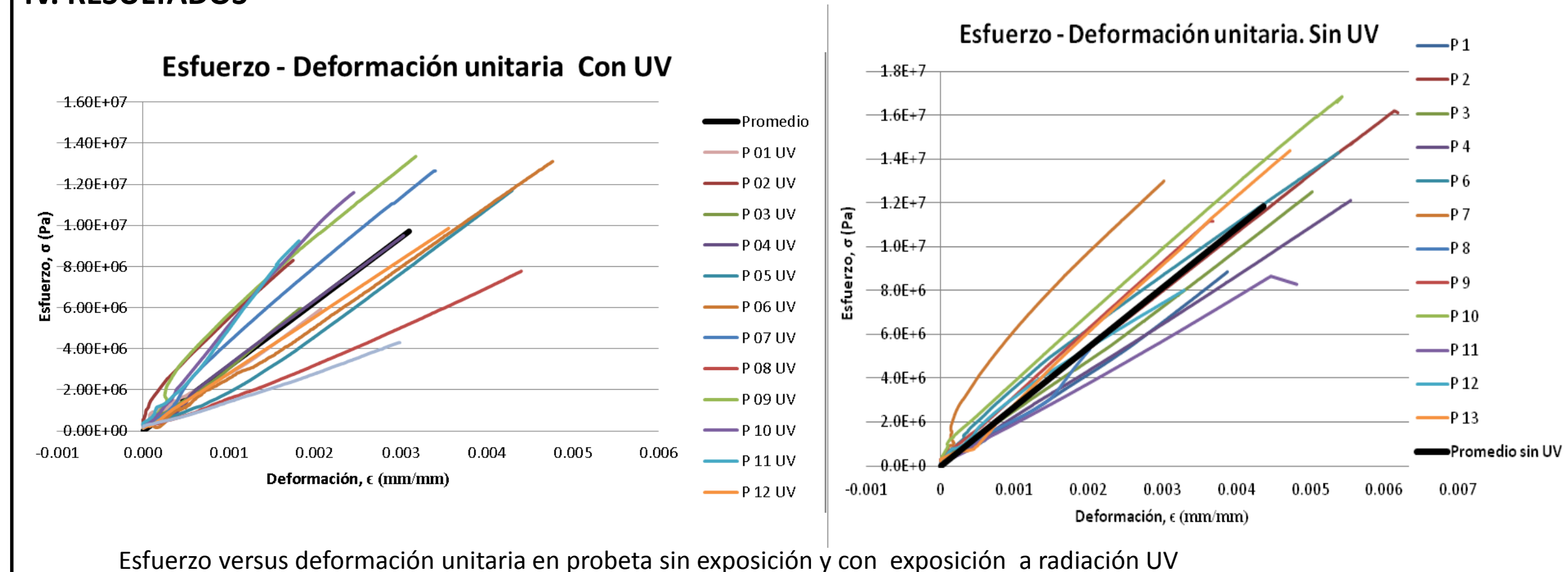
- Preparación de materia prima: Reciclaje de 2000 botellas de PET, embalajes para agua y bebidas carbonatadas. Las botellas se purificaron, se secan a la intemperie, se trituraron, transformándose en 47 Kg de PET triturado, en promedio 23.5g de hojuelas por botella.
- Proceso Experimental para la fabricación de probetas para ensayos: Se realizaron 75 experimentos controlados: Peso, volumen, fuente de calor, tiempos de precalentamiento, fundición, temperatura, tiempo de enfriamiento.
- Proceso de fabricación de probetas en forma de tejas para exponer a intemperie: Se realizaron dos sesiones de fundición, en la primera se fabricaron tejas curvas plásticas cuyas dimensiones son de 15cmx30cm en la segunda sesión de fundición se fabricaron tejas curvas plásticas cuyas dimensiones son de 35cmx45cm.

### Proceso experimental para desarrollo de los nuevos bloques para paredes y adoquines para piso de concreto con agregado de lodo de celulosa LC reciclado.

- Preparación de materia prima: Para encontrar una dosificación que permita elaborar bloques a partir de material residual de la fabricación de papel, que posean características adecuadas para la construcción en cuanto a resistencia y economía se ha considerado controlar en el lodo de celulosa el porcentaje de absorción y contracción adecuados.
- Proceso Experimental para la fabricación de probetas para ensayos: Se contempla la inclusión de otros componentes (arena, cal y otros). Se tomará en cuenta el factor económico de la producción de bloque de tal forma que la nueva dosificación no altere sustancialmente su costo y, a la vez, mantenga la característica de bloque ligero (peso menor a 1,680 kg/m<sup>3</sup>).



## IV. RESULTADOS



	Sin UV			Con UV		
	Módulo de Elasticidad*	Resistencia de Tensión a la ruptura	Límite de Extensión	Módulo de Elasticidad	Resistencia de Tensión a la ruptura	Límite de Extensión
Media Aritmética [MPa]	2708.01	11.87	10.55	3137.76	9.71	7.93
Desviación Típica [MPa]	807.80	3.49	5.026	1299.77	2.94	4.84
cambio en el valor promedio[%]				+15.9%	-18.2%	

	medida inicial	medida intermedia	variación	Variación porcentual	medida final	variación	Variación porcentual
Conductividad (W/m-K)	0.12	0.10	0.02	16.67	0.07	0.05	41.67
Reflectividad	0.11	0.07	0.04	36.36	0.07	0.04	36.36
Transmisividad	0.35	0.40	-0.05	-14.29	0.40	-0.05	-14.29
Absortividad	0.54	0.53	0.01	1.85	0.53	0.01	1.85

## V. CONCLUSIONES

- El Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones en El Salvador establece que para elementos de techo cuya pendiente sea mayor que el 5% deberán revisarse con una carga concentrada de 100Kg en la posición más crítica. Por otra parte los especímenes de tejas sometidos a carga concentrada fallaron con cargas de 120Kg el lote fabricado con PET sin purificar, otro grupo falló a 160Kg el lote fabricadas con PET purificado y los especímenes que fallaron a 200Kg pertenecen al lote fabricado con la combinación de PET con PP purificados.
- El PET reciclado ha presentado una resistencia a la tensión en promedio de 11.7 Mpa equivalentes a 119.34 Kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia es un indicador del potencial que el nuevo material tiene para desempeño como material de cubierta, sin embargo no puede asegurarse que su integridad estructural se mantenga en el tiempo con la exposición a radiación, ya que después de haber sido expuestas a radiación simulada de UV, la resistencia disminuyó en un 18% y aumentó su rigidez en un 15.9%.
- Debe garantizarse el bienestar de las personas que habitan en esas edificaciones. Por lo tanto se ha buscado conocer datos de variables térmicas de transferencia de calor y así verificar si el material tiene potencial térmico, habiéndose encontrado que el material PET reciclado es medianamente conductivo, comparado con los materiales para cubiertas que existen en el mercado. No obstante es 1.5 veces más conductivo que la arcilla, 2 veces menos conductivo que las fibras aglutinadas con cemento y 50 veces menos conductivo que el acero, esto genera una perspectiva de uso que garantiza que la transferencia de calor se realiza de forma lenta a razón de 0.12W/m<sup>2</sup>K
- En el caso de las mezclas para aplicación en pisos de concreto, puede concluirse que las mezclas que representan una mejor opción son las que poseen 3% y 7% de sustitución de arena por lodo de celulosa; ya que la tendencia de la reducción de la resistencia a la compresión según se incrementa el porcentaje de celulosa, se invierte en el 7% siendo este F'c mayor que el de la mezcla del 10% y 5% de sustitución de arena por lodo de celulosa y la diferencia en pesos volumétricos de estas mezclas no es tan marcada y la del 3% aunque no representa una mayor utilización del lodo de celulosa, si representa las resistencias más altas. F'c= 9Mpa
- De acuerdo a lo observado durante las pruebas de resistencia a la flexión de las mezclas propuestas, se puede concluir que el lodo de celulosa influye en sus características estructurales que generaron una ruptura menos abrupta de los especímenes. El bloque presenta una resistencia a compresión de F'c= 8 Mpa equivalentes a 80.0 Kg/cm<sup>2</sup> que es la resistencia requerida para paredes de un nivel.
- En el caso de las mezclas para aplicación de adoquines, de acuerdo a las pruebas de resistencia a la compresión, la mezcla de 7% de sustitución de arena por lodo de celulosa es la mejor opción en comparación a las mezclas de 10% y 13%, por lo que el resultado concuerda con las pruebas para piso de concreto.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Meléndez E. Estudio sobre el Mercado Potencial del Reciclaje en El Salvador. 1ª ed. El Salvador: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales; 2006.
- Gaggino R. Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción Revista INVI, agosto, año/vol. 23, número 063 Universidad de Chile Santiago, Chile pp. 137-163. 2008.
- Cengel, Y.A. Transferencia de calor. México: McGraw-Hill; 2004.
- ASTM Standard D638-10. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. USA: ASTM International; 2010.
- ASTM Standard C1167-11. Standard Specification for Clay Roof Tiles. USA: ASTM International; 2011.
- ASTM Standard C-90. Standard Specification for Load-Bearing Concrete Masonry Units. USA: ASTM International; 2010

PUEDEN CONSULTAR Y DESCARGAR LA PUBLICACIÓN DE FORMA GRATUITA EN:  
 Investigación UCA: <http://www.uca.edu.sv/pagina-web.php?cat=57>