

Capítulo 9 Reciclado del poliestireno expandido en instituciones educativas para su uso como impermeabilizante. Caso de estudio: Universidad Politécnica de Altamira

Chapter 9 Recycling of the expanded polystyrene in educational institutions for use as a waterproofing. Case study: Universidad Politécnica de Altamira

DELGADO-HERNÁNDEZ, Xochitl Samantha†*, PÉREZ-BRAVO, Sheila Genoveva y WONG-GALLEGOS, Juan Yared

Universidad Politécnica de Altamira-Depto. Ingeniería Industrial, Altamira, Tamaulipas, México

ID 1^{er} Autor: *Xochitl Samantha, Delgado-Hernández* / **ORC ID:** 0000000161031650, **Researcher ID Thomson:** L11432018, **CVU CONACYT-ID:** 828822

ID 1^{er} Coautor: *Sheila Genoveva, Pérez-Bravo* / **ORC ID:** 0000000153333763, **Researcher ID Thomson:** I59242018, **CVU CONACYT-ID:** 728001

ID 2^{do} Coautor: *Juan Yared, Wong-Gallegos* / **ORC ID:** 0000000282043973, **Researcher ID Thomson:** N44682018, **CVU CONACYT-ID:** 658316

X. Delgado, S. Pérez y J. Wong

*xochitl.delgado@upalt.edu.mx

A. Marroquín, H. Corres y L. Carpio. (Dir.) Ciencias de la Ingeniería y Tecnología. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Queretaro, 2018.

Abstract

Currently the preservation of the environment is a necessary issue, which is causing changes in the culture of people. The expanded polystyrene (EPS) or better known in Mexico as uncel, is one of the most used materials for packaging and packaging food. Being of high consumption, it is also high volume of waste, and this, in the Urban Solid Waste (RSU, acronym in Spanish), is a polluting material that requires many years for its degradation. The objective of this work is to reuse the uncel that is discarded inside the universities, mainly in the cafeterias, to produce a waterproofing that can be used within the same institutions. In this way, it is intended to save on expenses and reduce waste in uncel. To achieve the above, four stages were carried out in this process. In the first stage, EPS was collected at the Polytechnic University of Altamira. As a second stage it became a pre-treatment. In the third stage the solvent was determined to form the resin. In the final stage, the operation of the resin as waterproofing is validated. With the above you can create a useful product for universities, as well as the culture of recycling EPS, in addition to reducing the amount of EPS that reaches landfills or open dumps (TCA acronym in Spanish).

Recycling, Uncel and Waterproofing

1 Introducción

El poliestireno expandido (EPS por sus siglas en inglés) o mejor conocido como uncel, es un material muy utilizado en la sociedad actualmente. Se sabe de antemano que puede contaminar al desecharse, aunque algunas investigaciones afirman lo contrario [1]. Lo cierto, es que su baja tasa de reciclaje en México, representa un fuerte problema ambiental, pues dicho material tarda en degradarse aproximadamente 500 años [2]. Siendo un material de fácil reciclaje ya sea de forma mecánica o química [3], se debe de aprovechar para evitar descharlo.

Un punto estratégico de recolección del uncel, son las universidades, principalmente en el área de cafetería, en el cuál se desecha gran cantidad de uncel como basura común. La Universidad Politécnica de Altamira (UPALT) no es la excepción, ya que se concentran varios contenedores al día de desechos. El uncel es el que da mayor volumen a la basura de los contenedores. En la Figura 9.1, se muestra el uncel ya separado y listo para reciclar. La cantidad es solo de un contenedor de basura. Para las empresas de reciclaje significa un gasto su recolección [4], debido al poco peso y gran tamaño, sin embargo la institución educativa ya cuenta con la concentración de éste.

Figura 9.1 Uncel de un contenedor



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Para evitar que ésta acumulación de uncel se desperdicie, es necesario dar una segunda vida útil al material dentro de las mismas instituciones, disminuyendo el traslado de éste a los TCA o rellenos sanitarios, y evitando un posible impacto ambiental para generar el principio de un ambiente sustentable. Para lograr este ambiente sustentable es necesario crear conciencia en la sociedad donde se pretende reciclar el uncel, trabajando en conjunto con las autoridades correspondientes. En México, la comisión de medio ambiente y recursos naturales aprueba el exhorto para que la SEMARNAT, SS y PROFECO, en coordinación con las autoridades de las entidades federativas correspondientes y en el ámbito de sus competencias, se sigan implementando campañas de educación, difusión sobre los riesgos a la salud y el daño al medio ambiente que puede causar la producción, uso y desecho del uncel [5].

Es importante crear una campaña en las instituciones para que estén informadas de las consecuencias que el unigel puede ocasionar si se sigue desechando como hasta ahora. En la Figura 9.2, se muestra el ejemplo con el que se trabajó en la universidad de estudio, tratando de fomentar una cultura de reciclaje.

Figura 9.2 Campaña de Reciclaje de Unigel



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Justificación

Al reciclar el unigel, nos permitirá disminuir el volumen de basura que se genera en las Universidades, y probablemente economizar en el gasto público por transportación, así como evitar el posible impacto ambiental que éste resultaría al desecharse. Más aún, se utilizaría éste material modificado para un beneficio en los edificios de las instituciones, como es el impermeabilizar, contribuyendo con un ahorro económico al sustituir un consumible, y aportar comodidad a la sociedad estudiantil.

Estado del Arte

Actualmente existen diversas empresas que se dedican a reciclar el unigel para la elaboración de productos como alternativa para disminuir el desecho de unigel, e incluso hay algunos proyectos que lo proponen como un sustituto del impermeabilizante comercial, algunos de los cuales se describen brevemente a continuación:

1. Según Juárez [6], realizó un impermeabilizante a base de unigel reciclado y solvente, en éste caso acetona, haciendo una investigación de mercado con el fin de comercializarlo, la acetona es un buen material para este proceso pero resulto un poco caro conseguirlo, por lo que se descartó este solvente.
2. Según Alberola [7], creó impermeabilizante con unigel y acetato de etilo con el fin de reciclar el material. Conseguir el acetato no fue fácil, y utilizarlo para grandes cantidades de unigel no lo hizo conveniente, por lo que se descartó.
3. Según Sosa [8], desarrolló un aislante térmico a base de unigel y thinner. Aunque en esta investigación el thinner que se utilizó era de buena calidad, se adaptó el solvente que se pudo conseguir, el cual fue de segunda, pero funcional para la experimentación.

Se encontraron muchos proyectos más, pero los anteriores son los más parecidos a lo que se quiso lograr en éste trabajo, no encontrando uno proyecto completamente igual. La diferencia principal de esta investigación con otras, es el reciclaje del unigel dentro de las universidades como medio sustentable y la implementación de una cultura de reciclaje.

Metodología

Para lograr el reciclado de unigel y la elaboración del impermeabilizante, se dividió éste trabajo en 4 fases que a continuación se describen:

Fase 1 Acopio del EPS en la Universidad

Se implementó una campaña de recolección de unigel en la Universidad de estudio. Se destinó un contenedor especial, invitando a separar la basura y depositar el unigel ya usado en ese recipiente. La ubicación del contenedor fue en la zona de cafetería, como se muestra en la Figura 9.3, se colocaron señalamientos y propaganda. Ésta campaña nos dio material suficiente para experimentar.

Figura 9.3 Contenedor para unigel



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Fase 2 Pretratamiento

Una vez recolectado el unigel, se procedió al pretratamiento para eliminar las impurezas como sobras de alimentos. Como se muestra en la Figura 9.4, éste proceso consistió en lavar el unigel con agua y detergente. No es recomendable utilizar el unigel sin éste proceso, ya que al ser utilizado como contenedor de alimentos, termina contaminado principalmente por grasas y residuos de comida.

Figura 9.4 Pretratamiento



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Fase 3 Determinar el solvente

Una vez con la materia prima en óptimas condiciones, se procedió a experimentar con los materiales disponibles para trabajar con grandes cantidades de unigel, sin afectar económicamente las finanzas de la universidad, lo que llevó hacer uso de thinner sobrante de segunda, el cuál abunda actualmente en ésta institución. Sin embargo no fue el thinner el único material utilizado, ya que se consiguió PVC en polvo desechado de la industria, con el cual también se decidió experimentar, con el objetivo de formar una resina con mayor resistencia a las altas temperaturas del clima.

Como se muestra en la Figura 9.5, se añadió en un recipiente, 250gr de unigel pretratado y 500ml de thinner, medidos previamente. Con ayuda de una espátula plástica, se mezcló manualmente los materiales hasta obtener una homogenización del unigel con el solvente. Una vez disuelto todo el unigel, se tomaron pequeñas porciones que igualmente, con ayuda de la espátula plástica, se colocó la mezcla encima de 2 blocks para comprobar su adhesión a una superficie áspera.

Figura 9.5 Disolución del unigel



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Una vez terminada la primera mezcla de unigel y solvente, se hicieron otras más, pero combinando PVC, para comprobar si el resultado era de mejor adhesión que la mezcla hecha únicamente con unigel. En la Tabla 9.1, se muestran los porcentajes de unigel y PVC contenidos en las combinaciones realizadas.

Tabla 9.1 Combinaciones de unigel y PVC

Resinas	Unigel	PVC
R1	100%	0%
R2	95%	5%
R3	75%	25%

Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Fase 4 Validar el funcionamiento de la resina

Se procedió a hacer pruebas a las diferentes resinas resultantes de las combinaciones hechas. La prueba a la que se le dio mayor importancia fue la térmica [9], ya que era indispensable que la resina resistiera las altas temperaturas de la zona. Como se muestra en la Figura 9.6, se cortaron pequeñas muestras de las resinas completamente secas y se procedió a calentarlas con ayuda de un crisol, mechero, pinzas y una pistola infrarrojo para medir la temperatura.

Figura 9.6 Prueba térmica



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Resultados

Los resultados de la Fase 1 *Acopio del EPS en la Universidad*, fueron los siguientes: Como observación de la campaña de recolección de unigel realizada en la Universidad, así como la invitación a separar los materiales reciclables, fue una respuesta negativa dentro de la sociedad estudiantil, primeramente casi la totalidad de las personas aún desconocen que el unigel puede ser reciclado y por otro lado no hay compromiso, disponibilidad ni cultura ambiental actualmente, por lo que tuvimos dificultades en la recolección como se muestra en la Figura 9.7, ya que se presentó resistencia en un inicio, a ésta campaña.

Figura 9.7 Respuestas a la Campaña de Reciclado



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Es responsabilidad de todos seguir reciclando los materiales que a diario desechamos y fue favorable el pequeño logro obtenido con éste trabajo para impermeabilizar áreas necesarias de la universidad con productos reciclados a un bajo costo.

Los resultados de la Fase 2 *Pretratamiento*, fueron los siguientes: EL unigel desechado en la zona de la cafetería, contenía sobras de alimentos y grasa, por lo que fue necesaria su limpieza previa, haciendo funcional el material para reciclarlo. Se detectó que sin su pretratamiento, el material tarda más en disolverse que el que se encuentra libre de impurezas. El cual, sin limpieza, también despiden mal olor y contaminan el thinner. Existen más desechos de unigel en otras áreas como mantenimiento y laboratorios, aunque este unigel no necesitó el pretratamiento para su disolución.

Los resultados de la Fase 3 *Determinar el solvente*, fueron los siguientes: Determinar el solvente no fue difícil ya que al tener sobrante de thinner en la universidad y con el objetivo de economizar, se utilizó éste sin problema para disolver el unigel. El producto obtenido fue una solución viscosa con propiedades adhesivas. Se compararon las características de disolver el unigel, utilizando acetona, y se observó que su secado era más rápido que el del thinner, pero al transcurrir el tiempo, un mes aproximadamente, llegan a tener la misma apariencia con la diferencia de que éste último guarda pequeñas burbujas en su interior.

Los resultados de la Fase 4 *Validar el funcionamiento de la resina*, fueron los siguientes: Se observó, que a mayor cantidad de PVC, mayor era su rapidez de secado y su tono oscuro. Todas las resinas resultantes fueron adhesivas, por lo que se pegaron a los blocks sin problema. También evitaron el paso del agua al block.

En la Tabla 9.2, refleja el resultado de las pruebas térmicas realizadas a cada resina de las combinaciones hechas con unigel y PVC. Estas medidas de temperatura fueron tomadas a 5 muestras de cada una de las resinas en su punto de fusión, o sea, en el momento en que comenzaba a derretirse el material. Como resultado se comparó las medidas de temperatura de cada resina, para identificar la de mayor resistencia para deformarse por temperaturas altas del medio ambiente.

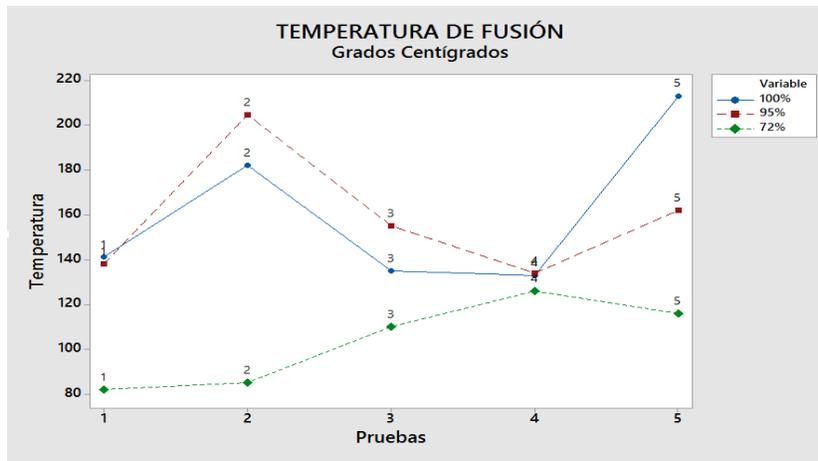
Tabla 9.2 Medidas en grados centígrados del punto de fusion

Concentración		Temperatura de fusión				
Unicel	Pvc	1	2	3	4	5
100%	0%	141	182	135	132.9	213
95%	5%	138	204.6	155	134	162
72%	28%	81.8	85	110	126	116

Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Con la tabla de medidas de temperatura del punto de fusión de las combinaciones de unicel y PVC, se interpretaron con una gráfica de tiempos [10] como se muestra en la Gráfica 9.1, la cual presenta la combinación de 95% unicel y 5% PVC, así como la de 100% unicel, como las dos resinas de punto de fusión más alto en la mayoría de las pruebas realizadas.

Gráfico 9.1 Temperatura de fusión (Elaborado en Minitab)



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Finalmente después de dos meses, se observó que la resina con 5% de PVC, se desprendía en algunas zonas del block a diferencia de la de 100% unicel, que permaneció adherida, como se muestra en las Figuras 9.8 y 9.9.

Figura 9.8 Polímero con PVC



Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Figura 9.9 Polímero sin PVC

Fuente: Universidad Politécnica de Altamira

Agradecimiento

De antemano muchas gracias al Rector de la Universidad Politécnica de Altamira, Dr. Gustavo Hernández, a la Secretaria Académica, Dra. Sagrario Vázquez, al Coordinador del programa de Ingeniería Industrial, MII. Juan Wong, a mi compañera MIA Sheila Genoveva Pérez Bravo, quienes creyeron y apoyaron éste proyecto desde un inicio así como al Jefe de Mantenimiento, Ángel González y a la Jefa de Laboratorios, Ing. Elida Ríos, quienes nos proporcionaron lo necesario para hacer las pruebas correspondientes y finalmente a mis alumnos que me apoyaron en todo el proceso de elaboración de la resina, Reyna Cobos y Ricardo Zamora.

Conclusiones

Por lo anterior se concluyó que, el unigel puro o con una baja combinación de PVC, tiene mayor resistencia a las altas temperaturas pero, en las pruebas realizadas en block, la combinación de unigel puro, tuvo mejor adhesión a la superficie.

Para proyectos futuros, queda la experimentación con otros materiales que se pueden utilizar como solventes sin generar un alto costo y la fabricación de más productos que se pueden obtener a raíz de éste trabajo para su utilización dentro de las universidades.

Referencias

- [1] «Poliestireno, características y ventajas respecto al medio ambiente». EcoPlas, 2011.
- [2] «Iniciativa con proyecto de decreto por el que se reforman los artículos 7, 19, 33,98 y 106 de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, en materia de reciclaje de unigel.» Comisión de medio ambiente y recursos naturales, Senado de la República, 2016.
- [3] «El ABC de los plásticos». Comisión de la Industria del Plástico, Responsabilidad y Desarrollo Sustentable, 2016.
- [4] J. C. Machorro, «Crean marcos a base de reciclaje de unigel», 2015.
- [5] «Los problemas ambientales y a la salud humana que genera la producción, uso y desecho del material conocido como “unigel”». 2016.
- [6] E. Juárez, «Estudio de la factibilidad para elaboración de impermeabilizante a través del reciclaje del unigel, México». Instituto Politécnico Nacional, 2016.
- [7] A. Alberola, «Eco-estireno “de no reciclable a re-utilizable»». Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

- [8] J. Sosa, «Poliestireno expandido: potencial para su reciclado como aislante térmico». Universidad Autónoma de Nuevo León, 2015.
- [9] E. L. Pencue Fierro, D. A. Bravo Montenegro, y M. M. Patiño Velasco, «Análisis de termografías infrarrojas dinámicas mediante técnicas de procesamiento de imágenes. (Analysis of Dynamic Infrared Thermographies through the Application of Image Processing Techniques.)», *Cienc. EN Desarro.*, vol. 6, n.º 1, p. 127, jul. 2015.
- [10] Carrasco, «Visualizando lo que varía. Interpretación y construcción de gráficas de variación en el tiempo». 2005.