



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Proyecto de maestría en Ingeniería Industrial combina botellas de plástico con mezcla asfáltica

La propuesta fue aplicada en un tramo de la calle interna en la Ciudad Deportiva de la UCR, por lo que es la primera vez en el país que se construye una carretera en uso con mezcla de asfalto y plástico

12 FEB 2021

Ciencia y Tecnología



Esta propuesta marcaría un antes para el destino de millones de botellas plásticas, pero además reforzaría la protección del medio ambiente e impulsaría la creación de nuevas fuentes de trabajo. En la imagen se aprecia la construcción del tramo de carretera con residuos plásticos en la Ciudad Deportiva de la UCR. Foto cortesía Rafael Villegas.

Costa Rica produce alrededor de 550 toneladas de plástico cada día, según datos publicados por el PNUD en el 2019. De dicha cifra, un 80 % (440 toneladas) van a parar a las playas, mientras que el 11 % (60,5 toneladas) encuentra como destino los botaderos o los espacios abiertos, y apenas el 9 % (49,5 toneladas) se recicla.

Ante información tan preocupante como la que divulga el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ([PNUD](#)), en la Universidad de Costa Rica (UCR) surgen iniciativas que buscan ofrecer soluciones reales y prácticas para encontrar respuestas al problema de contaminación que produce el plástico de un sólo uso.

En la Maestría en Manufactura y Calidad de la Escuela de Ingeniería Industrial ([EII](#)) se gesta una propuesta para la producción en planta de la mezcla asfáltica con plástico que se utilizaría en las carreteras.

Se trata de la tesis denominada **Diseño de la producción de mezclas asfálticas modificadas con residuos plásticos, mediante la metodología IDOV de Seis Sigma, incorporando los lineamientos de economía circular.** Este trabajo de posgrado se encuentra en su etapa final de desarrollo y será defendido a finales del presente mes de febrero.

Su autor es el Ing. Rafael Ernesto Villegas Villegas y está dirigida por los ingenieros Dr. Roberto Quirós Vargas, catedrático e investigador de la EII, y Dr. José Pablo Aguiar Moya, investigador y docente de la Escuela de Ingeniería Civil ([EIC](#)).

Además, cuentan con la colaboración de la Oficina de Servicios Generales ([OSG](#)) de la UCR, específicamente de los ingenieros Héctor Hernández y Sergio Álvarez de la Sección de Mantenimiento, y también del Ing. Javier Apestegui, gerente de la empresa [PAVICEN](#), en donde se produjo la mezcla asfáltica.

Solución innovadora con múltiples beneficios

La idea en la que se basa el proyecto es poder **producir en planta mezcla asfáltica modificada con plásticos de desecho, con el objetivo de evitar el daño ambiental** que producen y lograr un manejo efectivo para ese tipo de [basura sólida](#).

De esta forma **el plástico de un solo uso pasaría a tener una utilidad económica, social y ambiental**, pues al aplicarse esta propuesta se podría dar una **contribución significativa al desarrollo sostenible del país, se realizaría un aporte importante a la economía ya que abriría nuevas oportunidades laborales o fuentes de empleo, y generaría grandes [beneficios ambientales](#).**



Una de las características de este proyecto es que reúne a especialistas de diversas áreas de la ingeniería, como de ingeniería Industrial, ingeniería electromecánica, ingeniería civil, ingeniería ambiental e ingeniería de materiales. En la imagen se observa la producción y el despacho de la mezcla asfáltica con residuos plásticos. Foto cortesía Rafael Villegas.

Pero para poder lograr estas metas, el Ing. Rafael Villegas aplicó nuevas técnicas en cuanto a la manufactura de la mezcla asfáltica.

Según explicó Villegas, este diseño de asfalto con residuos plásticos fue **elaborado a partir de la metodología IDOV de Seis Sigma, la cual se aplica en la creación de nuevos procesos o productos de los que no se cuenta con ningún dato de medición.**

La **primera etapa del diseño se centró en analizar el proceso que ya existe e identificar los requerimientos técnicos principales en la producción de la mezcla asfáltica**, se estudian los aspectos críticos en cuanto a la calidad y la definición del proceso de acuerdo con el proveedor de los materiales, para conocer detalles sobre los elementos que se incorporan durante la producción y el mismo proceso en sí, y registrar los elementos resultantes.

“Esta etapa está impulsada por la necesidad del cliente. La principal preocupación en esta sección es cómo identificar y establecer los requisitos demandados. **Para realizar este estudio se analizó la voz del cliente realizando un estudio a 28 profesionales de 12 países diferentes, los cuales laboran en el área de mezclas asfálticas**”, manifestó Villegas.

La **segunda etapa abarcó el estudio del diseño del proceso de producción de la mezcla asfáltica con el plástico, y establece los indicadores de circularidad del proceso.** En esta etapa es importante el aporte del personal de la planta de producción, apuntó Villegas, debido a su experiencia y conocimiento para decidir dónde incorporar el plástico y diseñar el método de dosificación más sencillo y efectivo para cumplir las CTQ (características críticas para la calidad).

En una tercera etapa se analizaron todas las variables de los materiales que se incorporan al proceso de obtención de la mezcla asfáltica, para lograr proponer un sistema de producción modificado que incluya los residuos plásticos.

“Los CTQ propuestos para este proyecto fueron contrastados con los requisitos técnicos y las especificaciones, dando como **resultado una mezcla asfáltica con residuos plásticos que cumple con los parámetros establecidos para su aceptación a nivel nacional**”, aseveró Villegas.

Finalmente, en la **cuarta y última etapa se realizó la producción de la mezcla asfáltica con plástico, con el objetivo de obtener datos valiosos.** Por ejemplo, las estimaciones en cuanto a la capacidad y los costos de producción. “A pesar de ser un pequeño plan piloto, alcanzó altos estándares de producción”, comentó Villegas.



Esta propuesta busca proteger el medio ambiente y evitar la contaminación que produce el plástico de un sólo uso. Foto Laura Rodríguez.

Dentro de esta cuarta etapa es en la que **se procedió a construir un tramo de carretera, como prueba y validación del proceso.**

El Dr. Roberto Quirós indicó que seleccionaron una parte de la carretera interna que se encuentra en Finca 3, muy cerca del Estadio Ecológico. Allí **se construyó un tramo de 33 metros de longitud de dos carriles y para ello se utilizaron 7 000 botellas de plástico de refresco de 600 mililitros cada una.**

Esta prueba piloto se llevó a cabo a mediados del mes de diciembre pasado y resultó todo un éxito, según afirmó Quirós, **“la mezcla que se usó y al que se le incluyó plástico como aditivo, no perdió sus propiedades básicas en su estructura física y su resistencia, por lo que puede cumplir a cabalidad con sus funciones primordiales a la hora de aplicarlo sobre la superficie”**, subrayó este investigador.

Aportes al desarrollo sostenible

Este proyecto responde fielmente a los principios que rigen a la economía circular, ya que es una forma de introducir dentro del sistema económico materiales que ya han sido usados y a los que se le están dando una reutilización, con una serie de beneficios para la sociedad y que se apega al desarrollo sostenible.

“El concepto de economía circular es muy reciente y consiste en transformar los modelos lineales de la economía hacia nuevas propuestas. La idea es que los materiales se mantengan el mayor tiempo posible dentro de los procesos productivos, para que la

extracción o producción de los elementos con los que se crean los diversos productos que usamos las personas sean más eficientes y menos invasivos para el ambiente”, destacó Quirós.

Hay materiales de desecho como el plástico que van a parar a los ríos y de ahí a los mares, agregó Quirós, y como consecuencia tenemos la **presencia de microplásticos en los peces, daño a la biodiversidad y agotamiento de los recursos.**

“Con este proyecto **estamos evitando la extracción de materiales que se producen a partir de los combustibles fósiles, acción que genera gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático**”, recalcó Quirós.

Finalmente, **este trabajo de investigación está alineado con los esfuerzos que realiza Costa Rica para reducir la contaminación ambiental, el uso de materiales derivados del petróleo y su huella de carbono.**

Por ejemplo, existe la [Ley 9828: uso de materiales reutilizables en pavimentos y obras de infraestructura vial](#), la cual rige desde junio del 2020, y en la que se establece que en todo proyecto de construcción, reconstrucción, conservación, mantenimiento y rehabilitación que ejecute el Estado y las municipalidades, en las vías nacionales y cantonales respectivamente, **el asfalto deberá contener dentro del volumen total un mínimo del 50 % de materiales reutilizables.**

"Este es un proyecto de gran impacto nacional e internacional, por la solución a gran escala que ofrece al problema del plástico y pienso que **coloca a la UCR como pionera, tanto en el tema ambiental como en el desarrollo e innovación en ciencia y tecnología**", sentenció Villegas.



[Otto Salas Murillo](#)

Periodista, Oficina de Divulgación e Información

Área de cobertura: ingenierías

otto.salasmurillo@ucr.ac.cr

Etiquetas: [ingeniería](#), [industrial](#), [asfalto](#), [plasticos](#), [contaminacion](#), [ambiental](#), [carreteras](#).