

# Deconstruir para construir

*Deconstructing to build*

**La materia no se crea ni se destruye,  
simplemente se transforma.**

*Ley de Lavoisier*

**Matter is neither created nor destroyed,  
it is simply transformed.**

*Lavoisier's law*



Por/By:

Claudia Patricia Gil Salcedo  
claudia.gil@upb.edu.co

Fotos/Photos:

Claudia Patricia Gil Salcedo

**L**as enormes montañas de ropa que rompen, abruptamente, el paisaje del desierto de Atacama en Chile, o las inmensas islas de desechos de plástico o continentes de la vergüenza, como los llaman algunos, son solo dos ejemplos de la alarmante situación ambiental que vivimos, debido a las cantidades de residuos sólidos que generamos cada día. "Los seres humanos estamos muy malcriados, porque creemos que vivimos en un planeta con recursos ilimitados y no pensamos en el impacto que generan todos los productos que compramos y consumimos día a día: ropa, comida, autos, lujos...", comenta desde España, en donde se encuentra adelantando un postdoctorado, el profesor [Juan Daniel Martínez Ángel](#).

*The huge mountains of clothes that abruptly break the landscape of Atacama in Chile, or the immense islands of plastic waste or continents of shame, as some call them, are just two examples of the alarming environmental situation we live in due to the amount of solid waste we produce every day. "We human beings are very spoiled because we believe we live on a planet with unlimited resources, and we do not think about the impact of all the products we buy and consume every day: clothing, food, cars, luxuries..." says Professor Juan Daniel Martínez Ángel from Spain, where he is currently doing a postdoctoral fellowship.*



Investigador Juan Daniel Martínez Ángel.

Este ingeniero mecánico, experto en sistemas energéticos y tratamientos termoquímicos para valorizar residuos, entre otros temas, quien además demuestra un alto compromiso con lograr un mundo mejor para todos, nos pone en contexto, al iniciar esta conversación acerca de una solución tecnológica marca UPB, que brinda esperanzas en medio de un panorama tan preocupante.

Avanzamos en el diálogo y, de forma obligada, hay que mencionar la transición energética, el cambio climático, las materias primas, la responsabilidad social y la economía circular. Al final, la invitación fue a quedarnos con este último concepto, pues como nos explica este Ph.D. en Energías Renovables y Eficiencia Energética, articula mayores acciones.

### Soluciones a problemas reales

Mariluz Betancur Vélez, líder del Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA), recuerda que son más de dos décadas de experiencia y estudio los que respaldan el ejercicio investigativo riguroso de todo el equipo. Ello permitió concretar las ideas en una solución tecnológica, que inspirada en la filosofía de la economía circular, puede transformar, mediante la deconstrucción por pirólisis, múltiples residuos sólidos de alta complejidad. La pregunta que originó todo este trabajo fue: ¿qué pasa con los productos que consumo o compro, cuando ya terminan su vida útil?

*This mechanical engineer, an expert in thermochemical treatments to valorize waste, and in energy systems, among other topics, who also demonstrates a strong commitment to achieving a better world for all, puts us in context as we began this conversation about a UPB-branded technological solution that brings hope amid such a worrying panorama.*

*As we moved forward in the dialogue, it was inevitable to mention the energy transition, climate change, raw materials, social responsibility, and the circular economy. In the end, the invitation was to focus on this last concept since, as explained by this Ph.D. in Renewable Energies and Energy Efficiency, it encompasses greater actions.*

### Solutions to real problems

*Mariluz Betancur Vélez, the leader of the Environmental Research Group (GIA), recalls that more than two decades of experience and study support the rigorous research work of the entire team. This allowed the ideas to materialize in a technological solution that, inspired by the philosophy of the circular economy, can transform multiple highly complex solid waste through deconstruction by pyrolysis. The question that led to all this work was: What happens to the products I consume or buy when they reach the end of their life cycle?*

---

**El reactor para pirólisis con contorno de la sección transversal del contenedor, en forma de dos semicírculos unidos, está protegido en Colombia mediante patente concedida por la Superintendencia de Industria y Comercio.**

---

***The pyrolysis reactor with a container cross-section contour in the form of two joined semicircles is protected in Colombia by a patent granted by the Superintendence of Industry and Commerce.***

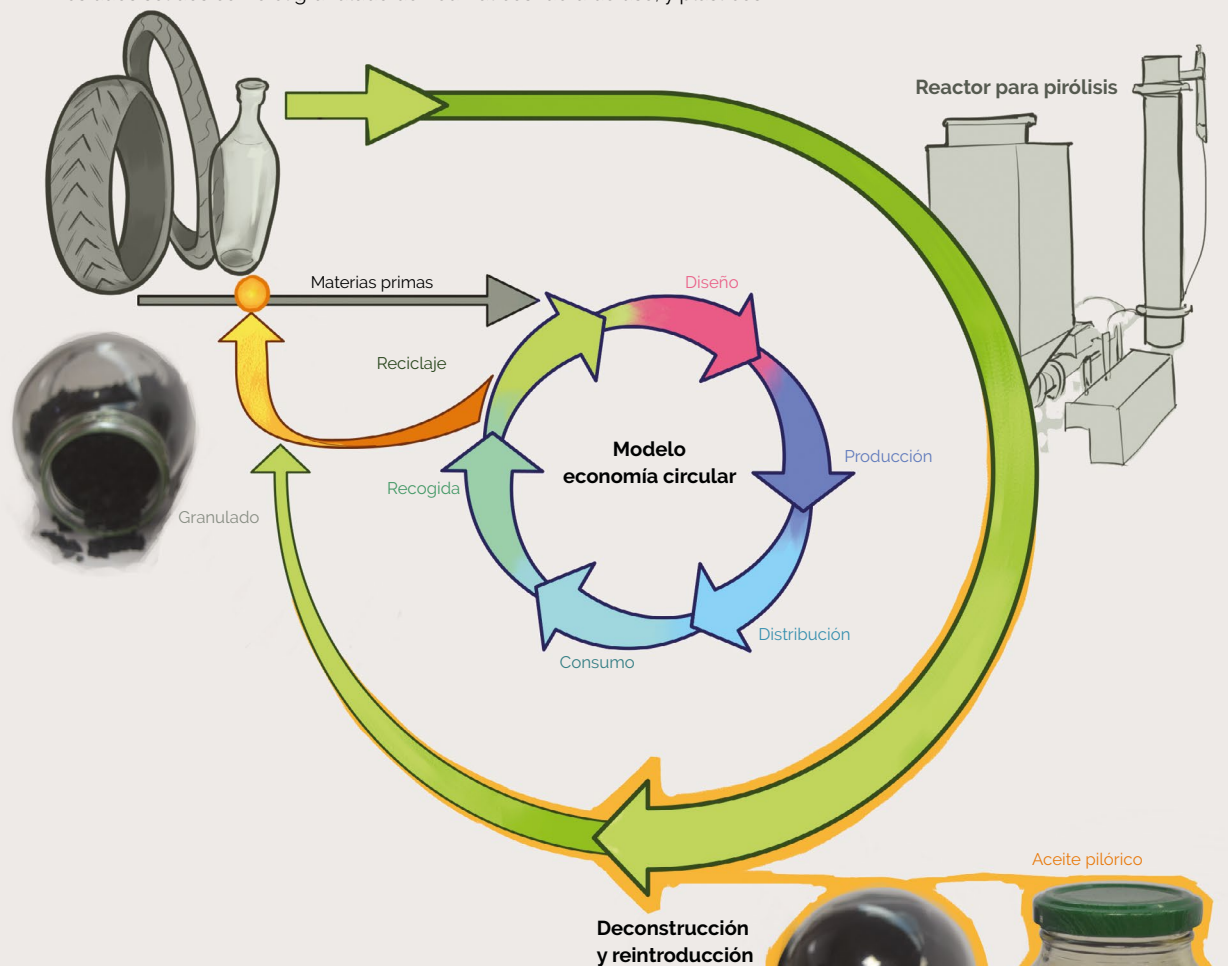
---





# De residuo a recurso

Esta solución tecnológica de la UPB está diseñada para procesar, transformar, convertir o reciclar, mediante deconstrucción termoquímica por pirólisis, diferentes tipologías de residuos sólidos como el granulado de neumáticos fuera de uso, y plásticos.



## ¿Qué permite?

Recuperar el valor intrínseco que tiene un residuo y lograr su reintroducción en ciclos productivos.

Del proceso de deconstrucción se obtienen tres productos:

### Aceite pirólico

Mezcla líquida compleja de hidrocarburos, con propiedades similares a un crudo de petróleo mediano. Puede ser refinado para obtener materias primas (*commodities*) para nuevos productos como plásticos y neumáticos. También puede usarse como combustible.

### Negro de carbono recuperado

Mezcla sólida de carbonos (nano partículas de carbono) y elementos de carácter inorgánico (silicio, zinc, hierro, etc). Se puede incorporar en procesos productivos convencionales, como sustituto del negro de carbono comercial en ciertas aplicaciones.

### Gas combustible

Similar al gas natural, (puede sustituirlo). Util para generar electricidad, calor y vapor.

Fuente:

- Entrevista con Juan Daniel Martínez Ángel

- Hacia la economía circular del negro de carbono por medio de la pirólisis de neumáticos fuera de uso. Boletín del Grupo Español del Carbón ISSN 2172 - 6094 n° 65/ Septiembre 2022

La solución propuesta es un reactor, de tipo tornillo sin fin (en inglés *auger*), que opera en modo continuo para la pirólisis de diferentes residuos sólidos. Motivados por darle una nueva oportunidad a los productos que finalizan su vida útil, Martínez Ángel, junto con Felipe Campuzano Diosa, crearon una máquina que puede procesar y reciclar distintas tipologías de residuos sólidos. Algunos de los cuales, como el granulado de neumáticos fuera de uso y diferentes tipologías de residuos plásticos, permiten obtener tres tipos de productos, que luego podrán ser incorporados al proceso de manufactura de nuevos artículos.

Tres fracciones se recuperan luego de la deconstrucción. Para el caso de los neumáticos no utilizados: gas combustible, aceite pirolítico y una fracción sólida compuesta principalmente por negro de carbono o *carbon black*, y que hace poco fue nombrada por la *American Society of for Testing and Materials* (ASTM) como negro de carbono recuperado (*recovered carbon black*). "Todo lo que ves a tu alrededor que sea de ese color: la carcasa de tu celular y de la pantalla de tu computador, la silla donde estás sentada, los neumáticos, las mangueras, todo lo que sea de color negro es porque contiene negro de carbono", comenta Martínez Ángel. Gracias a la deconstrucción que se logra con la tecnología desarrollada en la universidad se pueden recuperar los diferentes compuestos usados en la manufactura de los productos que terminaron su vida útil.

---

**La solución de la UPB procesa en continuo 1 kg/h. Además, en el caso de los residuos plásticos, permite recuperar los hidrocarburos contenidos en los mismos, y en algunos casos, los monómeros.**

---



Mariluz Betancur Vélez, investigadora.

---

**The UPB solution continuously processes 1 kg/h. In addition, in the case of plastic waste, it allows the recovery of the hydrocarbons contained in them and, in some cases, the monomers.**

---

*The proposed solution is an auger-type reactor that operates continuously for the pyrolysis of different solid waste. Motivated to give a second chance to products that reach the end of their cycle, Martínez Ángel and Felipe Campuzano Diosa created a machine that can process and recycle different types of solid waste. Some of them, such as granulates end-of-life tires (ELTs) and different types of plastic waste, allow obtaining three types of products that can then be incorporated into the manufacturing process of new items.*

*Three fractions are recovered after deconstruction. In the case of ELTs: fuel gas, pyrolytic oil, and a solid fraction mainly composed of carbon black, which was recently named recovered carbon black by the American Society for Testing and Materials (ASTM). "Everything you see around you that is that color: the casing of your cellphone and computer screen, the chair you are sitting on, the tires, the hoses, everything that is black contains carbon black," says Martínez Ángel. Thanks to the deconstruction achieved through the technology developed at the university, the different compounds used in the manufacture of products that have reached the end of their life cycle can be recovered.*

## Los desafíos

Si bien emocionan los avances obtenidos, aún quedan retos que solucionar, como lo reconoce el profesor Martínez Ángel. Entre ellos, llevar la tecnología de un nivel de alistamiento tecnológico TRL 4 a una escala mayor, salir de lo que se conoce en la gestión tecnológica como el "valle de la muerte", acumular horas de operación del equipo, así como escalar el desarrollo y validarlo en ambientes relevantes, explica el investigador. Pero más importante aún, lograr que otros actores del ecosistema de ciencia y tecnología, como son los inversores y la industria, se comprometan; los primeros, con apostarle de manera efectiva a la solución, y los segundos, con incorporarla en sus procesos productivos.

Queremos valorizar los residuos posconsumo, explica Betancur Vélez. Debemos recuperar, pero con responsabilidad, precisa la profesora. Y esa es también la invitación que desde el Gobierno Nacional se hace a la industria en general, a través de la *Estrategia nacional de economía circular, cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio* del año 2019. Esta estrategia, que articula a los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de Comercio, Industria y Turismo, busca, entre otros objetivos, aumentar la tasa de reciclaje e incentivar una nueva utilización de residuos sólidos en el país; todo bajo el concepto de economía circular. "La estrategia [...] propende por un nuevo modelo de desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, la creación de nuevos modelos de negocio, la promoción de la simbiosis industrial y la consolidación de ciudades sostenibles. Todo con el fin, entre otros, de optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales, y reducir la huella hídrica y de carbono", indica el documento en su sección introductoria.

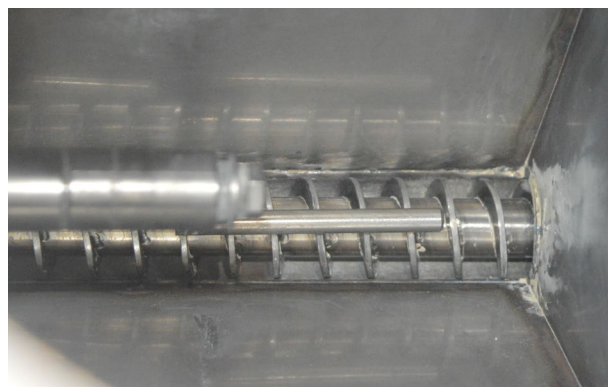
---

**El objetivo de este proyecto es, a partir de la deconstrucción, obtener materias primas secundarias que puedan sustituir el uso de recursos fósiles en los procesos productivos.**

---

***This project aims to obtain secondary raw materials from deconstruction that can replace the use of fossil resources in production processes.***

---



Tornillo sin fin.

## The challenges

*Although the progress made is exciting, there are still challenges to be solved, as acknowledged by Professor Martínez Ángel. Among them are taking the technology from a technological readiness level (TRL) 4 to a larger scale, getting out of what is known in the technology management as the "valley of death", accumulating operating hours of the equipment, and scaling up the development and validating it in relevant environments, explains the researcher. But it is even more important to get other actors in the science and technology ecosystem, such as investors and industry, to commit to the solution; in the case of investors, to effectively support it, and in the case of industry, to incorporate it into their production processes.*

*"We want to valorize the post-consumer waste," explains Betancur Vélez. "We must recover, but with responsibility," the professor adds. This is also the Colombian Government's invitation to industry through the National Circular Economy Strategy. Closing material cycles, technological innovation, collaboration, and new business model from 2019. This strategy brings together the Ministries of Environment and Sustainable Development, and Commerce, Industry and Tourism, and aims, among other objectives, to increase the recycling rate, and encourage a new use of solid waste in the country; all under the concept of circular economy. "The strategy [...] promotes a new economic development model that includes the continuous valorization of resources, the closing material, water, and energy cycles, the creation of a new business models, the promotion of industrial symbiosis, and the consolidation of sustainable cities. The ultimate goal, among others, is to optimize efficiency in the production and consumption of materials, and to reduce the water and carbon footprint," the document indicates in its introductory section.*



### El papel de las universidades

Esta apuesta de Gobierno va dirigida a diversos públicos, desde los grandes y pequeños empresarios, gremios y entidades, hasta los consumidores de productos y servicios, incluidas las universidades. El reto que se le plantea a las Instituciones de Educación Superior y a los centros de investigación es que "promovamos la investigación aplicada y generemos información científica y técnica orientada a la innovación tecnológica para la economía circular".

La UPB se compromete y hace la tarea que le corresponde. Nuestra solución tecnológica está lista para ser escalada y validada en entornos cada vez más retadores y exigentes. Buscamos empresarios innovadores y comprometidos con un mundo mejor. ¿Dónde están?

### The role of universities

*This government initiative is aimed at various audiences, from large and small business owners, guilds, and organizations to consumers of products and services, including universities. The challenge for Higher Education Institutions and research centers is to "promote applied research and generate scientific and technical information focused on technological innovation for the circular economy."*

*At UPB, we are committed and doing our part. Our technological solution is ready to be scaled and validated in increasingly challenging and demanding environments. We are looking for innovative entrepreneurs committed to a better world. Where are they?*

## Alguna normativa relacionada

- Programa posconsumo / Decreto 2811 de 1974, por el cual se dicta el *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medioambiente en Colombia*.
- Documento CONPES 3874 de 2016. *Política Nacional para la gestión integral de residuos sólidos*.
- Resolución 1326 de 2017, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que establece los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones.
- *Estrategia Nacional de Economía Circular*, 2019.
- *Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los plásticos de un solo uso*. Capítulo II. Acciones transversales. Acción 2.1 Investigación. 2021.
- Ley 2232 de 2022. Conocida como ley de plásticos de un solo uso, que establece requisitos para productores, comercializadores y usuarios.
- ODS 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Marco de Programas de 10 años sobre Patrones de Consumo y Producción Sostenibles. 10YFP — Conferencia de las Naciones Unidas.



## Some related regulations

- *Post-consumer program / Decree 2811 of 1974, which establishes the National Code of Renewable Natural Resources and Environmental Protection in Colombia.*
- *CONPES Document 3874 of 2016. National Policy for the comprehensive management of solid waste.*
- *Resolution 1326 of 2017, from the Ministry of Environment and Sustainable Development, which establishes selective collection systems and environmental management of used tires and other provisions.*
- *National Circular Economy Strategy, 2019.*
- *National Plan for the Sustainable Management of Single-Use Plastics. Chapter II. Cross-sectional actions. Action 2.1 Research. 2021.*
- *Law 2232 of 2022, known as the single-use plastics law, which establishes requirements for producers, sellers, and users.*
- *SDG 12. Ensure sustainable consumption and production patterns.*
- *10-Year Framework of Programs on Sustainable Consumption and Production Patterns. 10YFP - United Nations Conference.*



"En esta universidad creemos en las capacidades del ser humano, cultivamos un estilo de vida sostenible, imaginamos y creamos juntos soluciones a los retos de la humanidad y del planeta", rector Diego Marulanda Díaz, discurso de posesión, enero del 2023.

"In this university, we believe in the capabilities of human beings, we cultivate a sustainable lifestyle, and we imagine and create together solutions to the challenges of humanity and the planet," Rector Diego Marulanda Díaz, inauguration speech, January 2023.

## Ficha técnica

**Nombre del proyecto:** Iniciativa reactor para pirólisis (reactor Auger) con contorno de la sección transversal del contenedor, en forma de dos semicírculos unidos.  
**Palabras clave:** Deconstrucción; Reactor Auger; Pirólisis; Patente; Economía circular.  
**Grupo de Investigación:** [G. I. Ambientales \(GIA\)](#)  
**Escuela:** Ingenierías  
**Seccional:** Medellín  
**Líder del proyecto:** Juan Daniel Martínez Ángel  
**Correo electrónico:** revista.universitascientifica@upb.edu.co

## Data sheet

**Project name:** Pyrolysis Reactor Initiative (Auger reactor) with container cross-section contour in the form of two joined semicircles.  
**Keywords:** Deconstruction; Auger Reactor; Pyrolysis; Patent; Circular Economy.  
**Research Group:** Environmental Research Group (GIA)  
**School:** Engineering  
**Branch:** Medellín  
**Project Leader:** Juan Daniel Martínez Ángel  
**Email:** revista.universitascientifica@upb.edu.co