

Comunicación corta

## Determinación de la calidad del pellet reciclado de polipropileno a escala industrial en una Mype de la región Lambayeque

## Determination of the quality of recycled polypropylene pellets on an industrial scale in a Mype in the Lambayeque region

Juan Alberto Romero Moncada<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Perú.

\*Autor de correspondencia:  
Juan Romero, email:  
juan.romero@untrm.edu.pe

### RESUMEN

La problemática de la acumulación de residuos sólidos en detrimento del suelo no es ajena al sector industrial. El polipropileno es un plástico, como todos los demás; que se puede reciclar y a partir de ello, seguirse elaborando materiales para nuestro uso. El propósito de la presente investigación fue determinar la calidad del pellet obtenido del reciclaje de los desechos industriales en una planta procesadora de polipropileno del Parque Industrial de Chiclayo, en la región Lambayeque, pues sólo se conocen los parámetros de calidad de un pellet virgen de polipropileno. Ha sido una investigación descriptiva, donde se utilizó métodos de medición de las propiedades físicas y mecánicas de los residuos transformados en pellets. Asimismo, se analizó las propiedades químicas de éstos. Los resultados obtenidos en las tres muestras de pellet reciclado estudiadas demostraron la buena calidad de este pellet, en relación a las propiedades del pellet de polipropileno virgen. Su resistencia frente a los ácidos clorhídrico y sulfúrico, considerados como ácidos fuertes, se mantuvo excelente. Así como su resistencia frente al hidróxido de calcio (base fuerte) y alcohol etílico fueron buenas y excelentes, respectivamente. Las densidades resultantes de 0,52; 0,55 y 0,46 g/cm<sup>3</sup>, demostraron una importante disminución en base a la norma de < 0,903 g/cm<sup>3</sup>. Los puntos de fusión de la resina reciclada fueron de 270, 282 y 260 °C; por encima de 160 °C que posee una resina virgen. Atribuyéndose estos últimos resultados al debilitamiento que sufren las propiedades físicas y mecánicas que presenta el polipropileno, ante el constante uso y reuso.

**Palabras clave:** densidad; pellet; polipropileno; punto de fusión; reciclaje.

### ABSTRACT

The problem of the accumulation of solid waste to the detriment of the soil is not uncommon to the industrial sector. Polypropylene is a plastic that can be recycled. Due to only the quality parameters of a virgin polypropylene pellet are known, the purpose of this research was to determine the quality of the pellet obtained from the recycling of industrial waste in a polypropylene processing plant in the Chiclayo Industrial Park, in the Lambayeque region. This descriptive investigation performed several methods to measure the physical and mechanical properties of the waste transformed into pellets. Likewise, the chemical properties of these were analyzed. The results obtained in the three samples of recycled pellet studied demonstrated the good quality of this pellet, in relation to the properties of the virgin polypropylene pellet. Its resistance against hydrochloric and sulfuric acids, considered as strong acids, remained excellent. As well as their resistance against calcium hydroxide (strong base) and ethyl alcohol were good and excellent, respectively. The resulting densities of 0.52; 0.55 and 0.46 g/cm<sup>3</sup>, demonstrated a significant decrease from the standard of < 0.903 g/cm<sup>3</sup>. The melting points of the recycled resin were 270, 282 and 260 °C; above 160 °C that has a virgin resin. These last results are attributed to the weakening suffered by the physical and mechanical properties of polypropylene, due to constant use and reuse.

**Keywords:** density; melting point; pellet; polypropylene; recycling.

#### Historial del artículo

Recibido: 26 de marzo del 2023  
Aceptado: 20 de abril del 2023  
Publicado: 30 de junio del 2023

## INTRODUCCIÓN

El avance de la industria y la tecnología ha conllevado al uso indiscriminado de los recursos naturales, que ha traído como consecuencia una elevada producción de residuos. El polipropileno como material; al final de su tiempo de uso, puede ser reaprovechado en variadas formas. Toda vez que en su disposición final tardaría alrededor de 500 años en descomponerse (Vidal, 2016). El reciclado mecánico permite la reutilización de los desechos industriales de polipropileno, transformándolos inicialmente en pellets; que son diminutos materiales alargados, de apariencia oscura, cuando son de reciclaje; y translúcida, cuando son vírgenes, siendo de consistencia plástica. El uso de pellets permite la disminución de la contaminación del suelo por residuos sólidos (Rodríguez, 2018). De ahí la importancia de determinar la calidad de estos pellets; toda vez que, al ser procedentes de desechos, éstos sufren cambios en sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. Las mismas que debemos verificar para decidir su reuso.

Galvis (2014) al elaborar la ficha técnica del Polipropileno post consumo, se vale del reciclado mecánico, luego del cual ejecuta pruebas de ensayos para investigar sus propiedades químicas, físicas, mecánicas y también reológicas (acción externa que causa deformación en los materiales); según la norma de la American Society for Testing and Materials - ASTM. Además, realiza el mezclado del polipropileno virgen con el reciclado – conforme a la presente investigación - con la finalidad de averiguar las propiedades mecánicas de estas mezclas. Luego los datos son resumidos en formatos de Excel, los cuales finalmente se disponen en una ficha técnica de polipropileno de reciclaje.

Olazar y López (2016) realizan un estudio de prefactibilidad para industrializar el polipropileno reciclado. El análisis del estudio de mercado infiere el aseguramiento de las fuentes de materia prima y los insumos. Asimismo, la comercialización de los productos derivados del polipropileno reciclado muestra una sostenibilidad y constancia en su crecimiento. La inversión en su fase inicial abarcó un monto de US\$ 1 686 392,84. El horizonte es de 10 años, con un Valor Actual Neto (VAN) de -1 186 542,93 USD y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 0,78%.

Se muestran los resultados; todos muy favorables en cuanto a las propiedades químicas del pellet reciclado de polipropileno. Un tanto desfavorables en lo referente a sus propiedades físicas y mecánicas, debido a la pérdida de éstas por la reutilización como material (Morton-Jones, 2016).

Concluyéndose que este pellet, cumple con los parámetros fijados para un material reprocesado, de

acuerdo con las pruebas realizadas por Rubin (2004) reciclaje de los desechos industriales en una planta procesadora de polipropileno del Parque Industrial de Chiclayo, en la región Lambayeque.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso de la obtención del pellet reciclado de polipropileno se inició con el acopio del scrap de polipropileno, el cual fue triturado en los cortadores manuales. Posteriormente, los triturados fueron colocados en una aglomeradora para obtener los aglomerados, los cuales al ser sometidos a extrusión fueron convertidos a pellets de origen reciclado. Para el pesado de estos pellets se empleó una balanza digital portátil, mientras que para obtener la medida longitudinal se usó el pie de rey. Para la determinación del punto de fusión se hizo mediante el termómetro de 400 °C, rejilla de asbesto, trípode, tubos capilares y mechero de Bunsen. Igualmente, para evaluar la densidad se utilizó la probeta, el vaso de precipitación y el tubo de ensayo. La resistencia ante los ácidos fuertes se midió empleando ácido clorhídrico concentrado y ácido sulfúrico al 98 %, mientras que la resistencia frente a una base fuerte y un alcohol se probó con hidróxido de calcio y alcohol etílico 96 %, respectivamente. Los parámetros de calidad se evaluaron en base a la Tabla 1, establecida por Rubin (2004) para la resina virgen de polipropileno.



**Figura 1.** Pellet de reciclaje de polipropileno. Nota. Este pellet fue producido en la empresa PROCOMSAC – Chiclayo.



**Figura 2.** Pellet virgen de polipropileno. Nota. Este pellet no es producido en el Perú.

**Tabla 1.** Parámetros de calidad del pellet virgen de polipropileno.

Propiedad	Valor
Resistencia química a: Ácido fuerte	Varía con el ácido
Base fuerte	Bueno
Alcohol	Excelente
Mecánica: Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	< 0,903
Física: Punto de fusión (° C)	160

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron para determinar la calidad del pellet de reciclo, se muestran en la Tabla 2. Estos resultados obtenidos, si bien demostraron algún contraste con las características que presenta un pellet virgen, también evidenciaron una calidad aceptable del pellet reciclado, lo que garantiza su uso para la fabricación de diversos materiales hechos de polipropileno; tales como: saquetas, envases no alimentarios, mallas, etc.

Los resultados de los análisis del pellet reciclado se han establecido en base a los parámetros que debe cumplir un pellet virgen de polipropileno (Tabla 1).

Muestran que su resistencia frente a dos ácidos fuertes (HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) es excelente; si se toma a consideración que el HCl disuelve la mayoría de los metales.

**Tabla 2.** Resultados de las pruebas químicas, físicas y mecánicas del pellet de reciclo.

Propiedades	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 2
Resistencia química a:			
Ácidos fuertes	HCl concentrado	Excelente	Excelente
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> al 98%	Excelente	Excelente
Base fuerte Ca(OH) <sub>2</sub> diluido	Bueno	Bueno	Bueno
Alcohol etílico	Excelente	Excelente	Excelente
Punto de fusión	270°	282°	2760°
Densidad	0.52 g/cm <sup>3</sup>	0.55 g/cm <sup>3</sup>	0.46 g/cm <sup>3</sup>

Nota. Estos ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Físico-Química de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la UNPRG.

Esta diferencia pudo haber sido causado por el empleo del equipo de medición de índice de fluidez por parte de esta investigadora, ya que esta metodología permite obtener resultados más precisos en materiales diminutos como los pellets. Finalmente, la diferencia observada en la densidad del pellet obtenido en comparación con el pellet virgen se puede deber a que el material plástico reciclado tiene una pérdida del 5 al 10% de sus propiedades mecánicas cada vez que es reciclado; de acuerdo a lo mencionado por Morton-Jones (2006).

Frente al Ca(OH)<sub>2</sub> registra una resistencia catalogada como buena. Ante el alcohol etílico resiste de una manera excelente. Si tomamos en cuenta, que éste disuelve las resinas fácilmente. Todos estos resultados coinciden en buen término y en su mayoría con el estudio de Olazar y López (2016); los cuales consideran dentro de sus propiedades químicas para el polipropileno reciclado, su resistencia frente a ácidos concentrados como buena, frente a los álcalis o bases como buena y ante los alcoholes como buena. Se podría relacionar la diferencia notable entre el punto de fusión del pellet virgen (160 °C) y el pellet de reciclo representados en las tres muestras (270 °C, 282 °C y 260 °C); al uso del carbonato de calcio, como material de relleno durante las operaciones industriales, ya que éste es un agente pirorretardante. Esto, según lo detalla Rubin (2004), debido a que el polipropileno virgen al ser sometido a altas temperaturas durante la extrusión le adiciona CaCO<sub>3</sub> para tolerar suficientemente todo el proceso extrusivo.

En cuanto a sus propiedades mecánicas; las densidades de las tres muestras analizadas (0,52; 0,55 y 0,46 g/cm<sup>3</sup>) muestran una disminución perceptible promedio de 47,4%; en comparación con el 1,03% que presenta los resultados de Galvis (2014).

## CONCLUSIÓN

Se concluye en la presente investigación que, en base a las pruebas químicas, físicas y mecánicas realizadas, el pellet reciclado de polipropileno que se produce en el Parque Industrial de Chiclayo satisface los parámetros fijados para un material reprocesado.

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la empresa Procesadora y Comercializadora Montenegro – PROCOMSAC por haber cedido sus instalaciones para esta investigación.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ferrer M. (2019). 100 Ideas para vivir sin plástico. RBA Libros.
- Galvis, N. (2014). Caracterización del polipropileno reciclado disponible a partir de tapas, para reincorporarlo en procesos productivos, mezclado con polipropileno virgen. [Tesis de Grado, Universidad EAFIT]. <https://t.ly/RXqAt>
- Morton-Jones, D. (2006). Procesamiento de Plásticos: Inyección, Moldeo, Hule. PVC. México: Editorial Limusa.
- Olazar, S., López, E. (2016). Reciclado de Polipropileno. [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://t.ly/cLo1D>
- Rubin, I. (2004). Materiales Plásticos: Propiedades y Aplicaciones. México: Editorial Limusa.
- Vidal, C. (15 de junio de 2016). Degradación del plástico. <https://t.ly/c82ni>

