

**El Spoilage de Aluminio: Las nuevas Tecnologías de recolección como estrategia de aprovechamiento del reciclaje de Aluminio bajo estándares logísticos y de calidad.**

Elaborado por:

Johnatan Anderson Carreño Galvis Esp. en Gerencia Logística

Zully Daniela Garzón Velásquez Esp. en Gerencia de Tecnología

Danna Shirley Cuetetuco Embus Esp. en Gerencia de Procesos y Calidad

Universidad EAN

Seminario de Investigación de Posgrado

Bogotá

24/05/2024

## Resumen

Sin duda, el consumidor es el primer eslabón de la cadena de valor de los productos reciclables. En Colombia en el sector del reciclaje, se desperdician grandes cantidades de aluminio, lo que resalta la necesidad de educar al consumidor para que se involucre más en la cadena de reciclaje. Es crucial que se adopten nuevas tecnologías para facilitar la recolección del aluminio después del consumo, garantizando procesos logísticos y de calidad que impacten positivamente en la economía y el medio ambiente.

La investigación tiene como objetivo establecer un vínculo de conciencia y participación entre los miembros de la comunidad estudiantil de la Universidad EAN y su papel en el proceso de recolección. Para ello, se llevaron a cabo encuestas cuantitativas que analizaron la empatía hacia estas iniciativas de reciclaje, considerando los cambios culturales en el aprovechamiento, una prioridad de la Universidad EAN. Con base en estos resultados, se tomaron decisiones para implementar una estrategia de recolección en esta comunidad, utilizando tecnologías alineadas con los estándares de calidad y logística del sector.

*Palabras clave: Aluminio, Reciclaje, Calidad, Tecnología, Aprovechamiento, Recolección, Posconsumo*

## Problema de Investigación

El aprovechamiento del aluminio en Colombia ha sido cuantificado progresivamente en informes emitidos por el Gobierno Nacional año tras año mediante un Informe Nacional de Aprovechamiento en Colombia de 2016, que para la vigencia referida el material de aluminio tuvo 764 toneladas aprovechables. (ANDI, 2016).

Proplatnet es una empresa recicladora que contribuye al proceso de aprovechamiento de envases Tetra Pak, logrando reciclar cerca de 500 toneladas al año y con una meta de alcanzar las 1.200 toneladas para finales de 2020. Asimismo, cabe mencionar que aliados como Home Center son quienes ayudan a vender productos elaborados con Tetra pack reciclado y fomentan la adquisición del material de aluminio mediante mejoras en el proceso de recolección. (ANDI, 2019).

Cada día se implementan nuevas iniciativas en el mercado para fomentar el reciclaje de diversos materiales, dirigidas a comunidades académicas, profesionales y sociales. Estas acciones permiten mejorar la recolección oportuna de materiales de uso diario. Como la iniciativa que lanzó la ANDI que impulsa a la transición del país hacia la economía circular con la campaña 'Los Aprovechables' para sensibilizar a los colombianos de cómo participar mejor y de manera activa en los procesos de aprovechamiento. (ANDI, 2023). En nuestro caso particular, nuestra investigación se enfoca en comprender el aprovechamiento adecuado del aluminio y a su vez como las nuevas tecnologías contribuyen con el objetivo de reducir la cantidad desperdiciada de este material.

En relación con ello, se llevan a cabo iniciativas de exportación hacia países como Brasil, las cuales son fundamentales para los procesos de integración y uso eficiente del aluminio. Es crucial que estos procesos sean los adecuados desde la recepción del material hasta su salida. Lo ideal es que la población en general reciba educación sobre la cadena de reciclaje, ya que esta comienza en la vida diaria, desde los hogares hasta el entorno empresarial. Sin duda, el consumidor es el primer eslabón en la cadena de valor de los materiales reciclables. (CONSGOM, 2023) Federico Millán, investigador y estudiante de Maestría en Ingeniería de Procesos en la UN, considera que al combinar distintas características se puede enfocar el aluminio para contrarrestar pérdidas en la economía circular y fomentar el desarrollo de las personas en el sector del reciclaje. No obstante, en Colombia y específicamente en Bogotá, señala que han identificado una cadena de reciclaje informal con muchos intermediarios y poca regulación, lo que ha resultado en escasos avances en el aprovechamiento del aluminio en comparación con otras capitales del mundo (The Food Tech, 2016), el desaprovechamiento y el poco conocimiento sobre el proceso de reciclaje en la reutilización oportuna del Aluminio en nuestro país es evidente y son pocas las empresas que se dedican a la reincorporación de este material, lo que implica que Colombia o gran parte de lo reciclado se exporte y retorne transformado, así equilibra medianamente una economía estable para el sector.

Actualmente, más del 70% de las latas de aluminio son recicladas hacia nuevos productos, según datos del Instituto Internacional del Aluminio (IAI en inglés). (“La tecnología en envases impulsa la economía circular”). Una vez recolectadas del consumidor, las latas tienen una tasa de eficiencia en cada etapa del proceso como clasificación, reprocesado y fundición que corresponden a un 90 %. Como resultado de la investigación del Instituto Internacional del Aluminio, evidencia que este material soporta actualmente y de la mejor

manera el esfuerzo de reprocesamiento hacia una economía circular. (Raj, PPG Packaging Coatings, 2024).

Para lograr que las latas alcancen su máximo potencial de circularidad y satisfagan la creciente demanda de los consumidores, es crucial seguir innovando en el desarrollo tecnológico para la creación de envases u otros elementos de uso diario.

En Colombia, la demanda de envases de aluminio supera la capacidad de producción nacional, lo que ha llevado a una dependencia significativa de las importaciones para cubrir las necesidades del mercado local. Según el Sistema Integrado de Comercio Exterior, (SICEX Promotion Global Trade, 2021), en el año 2023 se importaron aproximadamente 29.089 toneladas de aluminio para la elaboración de latas destinadas a bebidas alcohólicas, energizantes y gaseosas. Sin embargo, este proceso conlleva a la generación de residuos de aluminio, también conocidos como "Spoilage", con una cantidad estimada de 6.320 toneladas generadas por los fabricantes de envases o latas de aluminio.

Es importante destacar que el aluminio, que se considera desecho o residuo del proceso productivo, y tiene el potencial de ser reincorporado como materia prima en el ciclo de producción. Actualmente, Colombia envía la mayoría de este residuo a molinos de China y Brasil, lo que resulta que solo el 22% sea reintegrado al proceso productivo local. El resto queda atrapado en el país, representando un problema significativo para la economía circular del aluminio en Colombia. (The Food Tech, 2016). Se estima que más de 3.2 toneladas de este residuo se entierran anualmente, lo que implica una pérdida de aproximadamente 1.024 toneladas al año en Bogotá D.C. únicamente. (The Food Tech, 2016). Esta situación plantea un desafío importante en términos de sostenibilidad ambiental y económica, dado que se

desperdicia un recurso valioso que podría ser reincorporado, reduciendo así la dependencia de las importaciones y fomentando una mayor circularidad en la cadena de suministro del metal.

El desaprovechamiento del aluminio representa un problema significativo con diversas consecuencias. Si la situación actual persiste, se pueden esperar las siguientes consecuencias:

1. Impacto ambiental: La extracción y procesamiento del aluminio tienen un gran impacto ambiental, incluyendo la deforestación, la contaminación del agua y del aire, así como la generación de residuos. Además, el aluminio es un recurso no renovable. Si no se reduce el desperdicio, las reservas de este recurso se agotarán más rápidamente, lo cual exacerbará los problemas ambientales. (Ecofestes, 2018)
2. Desperdicio de recursos económicos: El desperdicio de aluminio implica una pérdida significativa de recursos económicos debido al valor de este material. Según el International Aluminium Institute, el 70% del aluminio producido a nivel mundial en 2020 todavía estaba en uso, mientras que el 30% restante se perdió en residuos y vertederos. (The Aluminum Association, 2024) La pérdida económica es significativa, dado que reciclar aluminio resulta mucho más rentable que extraer aluminio primario del mineral de bauxita.
3. Aumento de la contaminación: La producción de aluminio primario genera enormes cantidades de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo que contribuye al cambio climático. Además, el vertido de residuos de aluminio puede afectar a los ecosistemas locales y la salud humana, contaminando el suelo y el agua. (Hidalgo, 2013)

Para abordar esta problemática, se necesitan medidas tanto a nivel individual como industrial y gubernamental:

1. Fomentar el reciclaje: Reciclar aluminio es una manera efectiva de reducir la basura y preservar los recursos. El aluminio es altamente reciclable y su calidad no se pierde al ser reciclado infinitas veces. De acuerdo con la Aluminium Association, reciclar una lata de aluminio ahorra suficiente energía para alimentar un televisor durante tres horas. Es necesario implementar programas de reciclaje eficientes y concientizar a la comunidad sobre la importancia del reciclaje del aluminio. (The Aluminum Association, 2024)

2. Mejorar la eficiencia en la producción: Es fundamental que las empresas que utilizan aluminio en sus procesos de fabricación implementen prácticas más eficaces para minimizar el desperdicio. Esto incluye el uso de tecnologías avanzadas, la optimización de los procesos de fabricación y la reducción del embalaje innecesario.

3. Es necesario que las empresas que emplean aluminio en sus procesos de fabricación implementen prácticas más eficaces para minimizar el desperdicio. Esto incluye el uso de tecnologías avanzadas, la optimización de los procesos de fabricación y la reducción del embalaje innecesario.

El reciclaje de aluminio ofrece beneficios significativos para el medio ambiente y la economía. La investigación ha permitido reducir la cantidad de aluminio necesario para fabricar los mismos productos, ayudando a preservar los recursos naturales. El reciclaje de aluminio también contribuye a reducir la contaminación del agua y el suelo, ya que este material tarda

más de 500 años en descomponerse. Desde el punto de vista energético, reciclar aluminio permite un ahorro del 95% en comparación con la producción de aluminio primario, lo que también reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y limita el impacto en el cambio climático.

Además, el reciclaje de aluminio estimula la actividad económica y genera empleos tanto en la fase inicial del reciclaje como en la posterior reintroducción de los materiales reciclados en el mercado tras su revalorización. En síntesis, el reciclaje de aluminio no solo beneficia al medio ambiente, sino que también influye positivamente en la economía y la sociedad. (Layna Group, 2024)

### **El aluminio en cifras:**

1. En Europa, algunos países como Bélgica, Finlandia y Luxemburgo tienen una tasa de reciclaje superior al 90%. (Layna Group, 2024)
2. En España, se recuperaron y valorizaron 27.920 toneladas de envases de aluminio, lo que equivale al 41,1% del material consumido, según datos de Ecoembes. (Layna Group, 2024)
3. Esa tasa aumenta al 62,3% cuando nos referimos específicamente a las latas. (Layna Group, 2024)
4. Actualmente, en Europa se consumen más de 50.000 millones de latas de bebida al año. (Layna Group, 2024)

5. " Según Arpal, una asociación sin ánimo de lucro centrada en el aluminio, alrededor de 700 millones de toneladas de aluminio están todavía en uso, lo que equivale a más del 70% de todo el aluminio fabricado desde 1988. (Layna Group, 2024)

En resumen, el desperdicio de aluminio conlleva graves consecuencias en los ámbitos ambiental, económico y social. Sin embargo, es posible reducir este desperdicio y promover un uso más sostenible del aluminio mediante la implementación de medidas adecuadas.

En conclusión, existe un gran desafío en optimizar el aprovechamiento del aluminio reciclable en Colombia, siendo fundamental avanzar hacia una economía circular y sostenible. Este proyecto busca establecer la incorporación de nuevas tecnologías en la recolección posconsumo que garanticen o promuevan soluciones frente al desaprovechamiento del aluminio, permitiendo maximizar el uso de los recursos y reducir el impacto ambiental asociado con su producción y gestión en el país. Se pretende mejorar los procesos logísticos y de calidad para optimizar el desempeño ambiental y productivo en el sector. Basándonos en lo anterior, se deduce la importancia de incluir nuevas tecnologías en la recopilación y procesos logísticos, así como sus beneficios en el manejo y control de este tipo de residuos. Como primer paso, se identifican aspectos clave mediante un centro piloto en la comunidad EAN. Por lo tanto, se desarrolla la siguiente pregunta de investigación para nuestro proyecto:

**¿Cómo las nuevas tecnologías de recolección de material de aluminio posconsumo ayudan a disminuir desechos y generan mayor aprovechamiento en la cadena de tratamiento, transformación del material y la reincorporación al mercado bajo estándares de calidad y mecanismos logísticos idóneos?**

## Objetivos

### Objetivo general

Diseñar un procedimiento que emplee nuevas tecnologías para la recolección de aluminio posconsumo en Colombia, integrando procesos logísticos alineados con los estándares de calidad del sector de reciclaje. El propósito es maximizar la utilización del material en los procesos de transformación y su reintegración en el mercado circular de la industria.

### Objetivos específicos

- Identificar y desarrollar un proceso de recolección de material reciclable de aluminio en la Universidad EAN, basado en la percepción y colaboración de la comunidad. Esto implica definir puntos estratégicos de ubicación y establecer incentivos o recompensas a cambio de la participación en la recolección.
- Seleccionar la herramienta tecnológica más adecuada para el proceso de recolección de aluminio posconsumo, mediante el análisis y la optimización de estrategias existentes.
- Desarrollar un proceso logístico para la recolección de aluminio a domicilio, implementado en la ubicación del donante y basado en estándares de calidad, utilizando como referencia procesos existentes para optimizar tiempos y procedimientos.

## Justificación

Esta investigación se sitúa dentro del campo de Ciencia, Tecnología e Innovación, específicamente en el grupo Tecnológico ONTARE de la Universidad EAN, donde se abordan líneas de investigación como Cadenas de Suministro Sostenible, Gestión y Diseño de Procesos, y Tecnologías de Información y Comunicaciones. Se enfoca en la optimización tecnológica del proceso de reciclaje para la recolección de aluminio, contribuyendo a la cadena de transformación del material y su reincorporación en la industria metalúrgica y de consumo. Esto se fundamenta en estándares de calidad y logísticos que permitan un manejo efectivo del aluminio reciclado. La elección de la comunidad EAN como centro de estudio proporcionará aspectos claves para el desarrollo de un proceso tecnológico mejorado para la recolección de aluminio, beneficiando así al sector del reciclaje. (Bozquez, 2023)

En cuanto a la relevancia social, el aluminio es un material de uso ampliamente extendido, con la capacidad de ser reutilizado de forma casi ilimitada en la cadena de suministro. A nivel mundial, es el segundo metal más utilizado. Sin embargo, en Colombia, la infraestructura para el tratamiento del aluminio reciclado es limitada, lo que ha llevado al país a depender en gran medida de la importación de aluminio ya procesado, principalmente de países como China y Turquía, debido a su bajo costo. Este fenómeno destaca la necesidad de fortalecer los procesos de recolección y tratamiento del aluminio posconsumo en Colombia para reducir la dependencia de las importaciones y fomentar el desarrollo de la industria nacional. (SICEX, 2021)

Desde una perspectiva práctica, es esencial considerar el cambio en los valores FOB US (Free On Board en dólares) y la valoración de los productos en el puerto de origen, según lo

define el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2024); para las importaciones y exportaciones de aluminio en Colombia. Este análisis revela que, si bien Colombia está tomando medidas para el uso interno del metal, aún existen oportunidades para ampliar los procesos de producción en el país, lo que permitiría un mayor aprovechamiento del aluminio reciclado y reduciría la dependencia de las importaciones. Esto resalta la importancia de mejorar los procesos de recolección y tratamiento del aluminio posconsumo a nivel nacional para fortalecer la economía y la industria nacional. (Nosis Trade, 2024)

Ilustración 1

### Importación - Evolución del Aluminio y sus manufacturas.

Tabla - Colombia - Importaciones - Evolución - NCE: aluminio y sus manufacturas - Anual FOB USD						
Fecha Pais Exportador	2015	2016	2017	2018	2019	2020
China	82.869.557	81.750.821	73.233.805	103.819.883	129.060.474	51.310.167
India	37.991.840	25.759.306	51.280.378	57.405.230	32.153.415	7.574.654
Estados Unidos	33.327.433	25.946.704	30.578.011	26.260.345	21.076.351	50.068.380
Brasil	34.128.187	45.542.159	43.293.141	31.541.073	18.618.074	10.042.729
México	21.558.883	32.102.879	31.798.807	38.497.472	30.605.716	7.791.079
Ecuador	20.352.111	15.167.421	15.341.287	15.323.367	10.737.203	5.428.486
Italia	6.079.184	7.119.681	13.187.591	16.935.057	10.174.956	11.350.572
Venezuela	16.599.039	11.035.977	15.586.159	13.957.798	2.823.350	755.563
Bahráin	6.014.215	3.186.730	14.930.750	15.880.692	12.835.787	324.422
Alemania	7.913.013	7.082.254	8.272.884	8.525.415	8.874.877	5.478.738
Otros	71.375.532	64.825.259	57.732.740	60.643.960	69.249.020	83.493.767
<b>Total</b>	<b>338,208,993</b>	<b>319,519,190</b>	<b>355,235,551</b>	<b>388,790,293</b>	<b>346,209,224</b>	<b>233,618,557</b>

Nota: adaptado de: *Importación - Evolución del Aluminio y sus manufacturas, Anual FOB US, entre los años 2015 y 2020*, (Nosis Trade, 2024)

Ilustración 2.

## Exportación - Evolución del Aluminio y sus manufacturas.

Tabla - Colombia - Exportaciones - Evolución - NCE: aluminio y sus manufacturas - Anual FOB USD						
Fecha País Importador	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Estados Unidos	81.273.567	109.381.476	166.350.320	151.301.803	188.017.291	262.279.708
Brasil	14.505.842	31.752.839	9.178.631	11.839.977	18.390.802	15.480.626
Ecuador	16.057.637	9.881.811	6.315.937	6.951.613	9.762.904	10.915.642
Panamá	15.516.573	8.310.373	11.448.437	6.621.291	6.289.270	6.056.731
Corea del Sur	10.478.962	6.125.289	9.317.074	9.857.006	8.679.336	5.962.376
China	12.550.004	11.144.635	3.864.904	4.151.702	4.921.664	131.256
Malasia	828.259	853.368	4.304.650	9.148.608	8.266.009	5.991.491
Puerto Rico	3.677.514	4.594.375	4.404.260	3.722.969	8.709.988	3.590.119
Honduras	12.341.121	6.432.259	1.936.331	307.428	248.690	320.667
Perú	4.147.478	3.262.073	2.694.838	2.656.883	4.086.440	4.245.113
Otros	29.789.624	28.750.724	24.862.275	27.700.110	29.377.491	37.212.332
<b>Total</b>	<b>201,166,581</b>	<b>220,489,222</b>	<b>244,677,657</b>	<b>234,259,388</b>	<b>286,749,884</b>	<b>352,186,060</b>

Nota. Adaptado de *Exportación - Evolución del Aluminio y sus manufacturas, Anual FOB USD, entre los años 2014 y 2019*, (Nosis Trade, 2024)

Basado en las estadísticas proporcionadas, se observa que entre los años 2015 y 2020, ha habido un decrecimiento del 31% en la importación de materiales de aluminio y sus manufacturas. En contraste, durante el período comprendido entre 2014 y 2019, se registró un incremento del 75% en las exportaciones. (Nosis Trade, 2024).

Estas cifras son significativas ya que indican una disminución en la dependencia de las importaciones y un aumento en la exportación de productos relacionados con el aluminio en Colombia durante ese período de tiempo. Este cambio refleja un posible cambio en la dinámica del mercado nacional, sugiriendo un aumento en la producción y el aprovechamiento de

recursos locales. Es importante tener en cuenta estas tendencias al considerar la implementación de procesos mejorados de recolección y tratamiento del aluminio posconsumo, ya que pueden tener un impacto directo en la economía y la competitividad de la industria nacional del aluminio.

El proceso de tratamiento del aluminio reciclado es relativamente simple: se recolecta, se tritura en trozos pequeños, se funde y se moldea, lo que resulta en un ahorro significativo del 95% en el consumo de energía en comparación con la fabricación del metal a partir de minerales extraídos directamente de la naturaleza. Este enfoque no solo es económicamente beneficioso, sino también ambientalmente sostenible al reducir la demanda de recursos naturales y las emisiones asociadas con la producción de aluminio nuevo. (Alu Stock Lontana Group, 2024). Esta investigación tiene como objetivo establecer una tecnología de recolección de aluminio posconsumo, lo cual es altamente conveniente en Colombia por tres razones principales:

*Exportación e importación:* Con base en las cifras anteriormente mencionadas del (Nosis Trade, 2024), Se evidencia que en Colombia, el crecimiento en la exportación de aluminio en sus diferentes formas, incluyendo el Spoilage, es mayor que las importaciones, y también se observa un aumento en la circulación interna del país, según los datos proporcionados (The Food Tech, 2016) Solo el 22% del aluminio posconsumo es reincorporado en la industria local mediante su proceso de transformación, mientras que 1.024 toneladas son desechadas y enviadas a rellenos sanitarios para su enterramiento, únicamente en Bogotá. Esta situación evidencia una gran oportunidad de recuperar este material y aprovecharlo localmente

*Reciclaje:* Actualmente en Bogotá, se recolectan 3.2 toneladas de aluminio posconsumo (The Food Tech, 2016), Lo cual tiene un impacto altamente negativo en el medio ambiente. Es importante destacar que el proceso de reciclaje y reintegración del aluminio en circulación toma aproximadamente 6 semanas, mientras que, si se deja como desecho y se entierra, puede tardar hasta 250 años en descomponerse. (Agencia SEO Colombia 2020, 2021)

*Impacto Socioeconómico:* El aluminio es uno de los materiales posconsumo con mayor probabilidad de reutilización. En este caso, podemos aprovecharlo no solo desde un punto de vista ambiental, sino también en términos económicos. Este material tiene un valor considerable en el mercado de compraventa por kilogramo. Actualmente, el precio de venta del aluminio es de 2,229.44 dólares por tonelada, lo que equivale aproximadamente a 8,506,294 millones de pesos colombianos, según la tasa representativa del mercado (TRM) del 11 de abril de 2024. Estos datos se basan en estadísticas globales. (Datos Macro, 2024) Sin embargo, en la cotidianidad, el precio del aluminio oscila en un promedio de entre \$3,500 y \$4,000 por kilogramo, dependiendo de la calidad y el estado del material. Esto convierte la venta del aluminio en una alternativa viable para generar ingresos adicionales.

Ilustración 3

## Precios del aluminio

Precio Aluminio 99.5% pureza mínima LME spot price, precio por tonelada métrica 2024		
Fecha	Precio \$	Precio €
Marzo 2024	2.229,44 \$	2.050,63 €
Febrero 2024	2.179,46 \$	2.018,95 €
Enero 2024	2.201,57 \$	2.018,86 €
Diciembre 2023	2.192,01 \$	2.010,46 €
Noviembre 2023	2.202,26 \$	2.037,62 €
Octubre 2023	2.194,39 \$	2.077,43 €
Septiembre 2023	2.184,67 \$	2.044,81 €
Agosto 2023	2.135,58 \$	1.957,63 €
Julio 2023	2.159,73 \$	1.953,09 €
Junio 2023	2.184,75 \$	2.015,46 €
Mayo 2023	2.274,01 \$	2.092,39 €
Abril 2023	2.338,13 \$	2.131,78 €

Nota. Adaptado de *Precio de Aluminio, Datos Macro, 2024*, (Datos Macro, 2024)

Dicho lo anterior, se busca desarrollar una estrategia que permita al mercado colombiano abastecerse de manera autónoma del metal mediante el uso innovador del Spoilage de aluminio generado en el país. Esto implica la implementación de procesos de transformación más eficientes a nivel nacional, con el fin de reducir el impacto ambiental y promover el bienestar social. Este enfoque busca mitigar dos principales consecuencias: en primer lugar, evitar la afectación al medio ambiente, ya que las altas concentraciones de aluminio en el suelo y el agua dulce, a menudo causadas por la lluvia ácida, se consideran agentes tóxicos que pueden dañar los ecosistemas acuáticos. En segundo lugar, al no disponer adecuadamente del metal, este puede convertirse en material particulado que, si se inhala de manera prolongada, puede ocasionar enfermedades respiratorias e inmunológicas, tanto en adultos como en niños. (Rodríguez H. , 2024)

## Marco Teórico

Polmear (1996) señala que el aluminio, junto con el magnesio y el titanio, se clasifica como un "metal ligero" debido a su baja densidad y su capacidad para reemplazar materiales más pesados, como el acero, en diversas estructuras y componentes. Esta cualidad lo hace especialmente adecuado para su uso en áreas industriales como la construcción, la industria automotriz, el embalaje y envasado, maquinaria y aeronáutica. La combinación de su ligereza y su alta resistencia a la corrosión lo convierte en un material destacado, lo que amplía aún más su gama de aplicaciones en diversos sectores industriales. (Millán Delgado, Sánchez García , & Olaya Flórez, 2015)

Se pueden distinguir dos tipos de aluminio: el primario, que se produce utilizando métodos convencionales, y el secundario, que proviene del reciclaje de residuos.

El aluminio primario se obtiene a partir del mineral de bauxita, uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, representando aproximadamente el 8% de su peso total. Este proceso se realiza principalmente mediante dos métodos: la electrólisis y el proceso Bayer. Karl Josef Bayer desarrolló el proceso Bayer en 1887 para extraer alúmina ( $Al_2O_3$ ) de la bauxita, que es un mineral terrestre. Consiste en triturar la bauxita, añadir soda cáustica y fundir. Según estudios de Li (2008) y Tsakiridis (2012), este proceso genera entre 75 y 120 millones de toneladas de residuos anualmente a nivel mundial, conocidos como lodos rojos. (Millán Delgado, Sánchez García , & Olaya Flórez, 2015) implicando que su alto contenido de hierro hace que estos desechos tengan un impacto ambiental negativo, según Reuter y sus colegas (2005). Esto plantea un desafío para la industria debido a su alcalinidad y la presencia

de metales pesados, lo que puede resultar en material con propiedades radioactivas, como señalan algunos estudios. (The Aluminum Association, 2024)

El reciclaje de aluminio se ha practicado durante casi cuatro décadas y cada vez gana más fuerza, debido a la capacidad del material para conservar sus propiedades físicas y químicas originales sin importar cuántas veces se recicle. Se han destacado varios estudios, como el de Frees (2008), que muestra una reducción del 2% en la producción de aluminio primario en países occidentales entre 1993 y 2003, con el aluminio secundario sustituyendo este material. Además, Chinchay (2005) mencionó que la producción mundial de aluminio secundario aumentó en un 33% entre 1975 y 1999, llegando a 9.4 millones de toneladas métricas desde las 3.1 millones iniciales. (Millán Delgado, Sánchez García , & Olaya Flórez, 2015).

El aumento de la importancia del aluminio reciclado se atribuye en parte a un cambio en el modelo de producción, que ha evolucionado de ser lineal a ser cíclico. Esta transición ha resultado en una reducción en la extracción de bauxita y una disminución en la cantidad de residuos enviados a vertederos, lo que facilita la reutilización y reintegración de materiales en ciclos posteriores. Además, al ser un material altamente reutilizable, no genera residuos adicionales durante su tratamiento. Por el contrario, puede fundirse y utilizarse para crear nuevos lingotes, que a su vez pueden transformarse en una variedad de productos de envasado o de uso cotidiano. (Arpal Alu, 2023) .

En este contexto, resulta fundamental abordar de manera integral la problemática del desaprovechamiento del reciclaje del aluminio. Existen residuos de este material que están catalogados como peligrosos y contaminantes, los cuales suelen ser depositados en lugares no

autorizados, como las orillas de los ríos o los vertederos, e incluso se vierten directamente en el agua. Es necesario implementar medidas eficaces para prevenir esta práctica y promover un manejo adecuado de los residuos de aluminio, tanto en términos de recolección como de tratamiento posterior, (Guamushig Tipantuña & Olalla Pumacuro, 2023), por lo tanto, resulta pertinente identificar las barreras y desafíos que obstaculizan una gestión eficiente del Spoilage de aluminio en Colombia, especialmente la falta de adopción de nuevas tecnologías en los procesos de recolección del metal desde puntos cruciales. Estas tecnologías podrían optimizar la producción y reutilización del aluminio, mediante estrategias enfocadas en los procesos de calidad. Es fundamental desarrollar acciones y actividades que mejoren el desempeño en este ámbito, abordando tanto los aspectos operativos como los ambientales y sociales relacionados con la gestión del aluminio (NTC - ISO 9000:2015;, 2015). Para abordar esta problemática, es necesario implementar estrategias y políticas que impulsen la recolección del reciclaje y la reintegración de estos residuos en la cadena de valor del aluminio. Además, es fundamental crear conciencia pública sobre la importancia de la economía circular y la gestión sostenible de los recursos, involucrando a todos los actores relevantes, desde fabricantes y consumidores hasta entidades gubernamentales y la comunidad civil. Es importante reconocer que tanto los actores formales, que gestionan adecuadamente el procesamiento metalúrgico, como el sector informal, que demuestra eficiencia en la recolección y separación de residuos, desempeñan un papel crítico en la cadena del reciclaje (NTC - 6359:2019, 2019).

El aluminio destaca como un recurso estratégico ampliamente utilizado, siendo el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre, solo superado por el acero. Su popularidad en la fabricación de recipientes para conservar alimentos se debe a su ligereza y capacidad para proteger contra la humedad, gases, luz y olores. Sin embargo, la producción de aluminio

conlleva importantes costos sociales, energéticos y ambientales, dado el gran volumen de bauxita necesario para su obtención.

El aluminio se distingue por su alta pureza en comparación con otros materiales de aspecto similar en la industria. Mientras que elementos como el hierro, cobre y magnesio tienen porcentajes más bajos de pureza en su composición química, el aluminio alcanza un 99,52%. Esta alta pureza facilita su utilización eficiente tanto en la fabricación como en el reciclaje, permitiendo su reintegración en la cadena de tratamiento y aleaciones de manera más efectiva. (Amaya Ríos & Solano Cortés, 2022).

Además, su producción implica un proceso industrial intensivo que consume una gran cantidad de energía y genera residuos contaminantes, como los conocidos "lodos rojos". (Rivera, 2015) . En relación con esto, el proceso de fundición de metales es una de las actividades más difundidas, tanto a gran escala en la industria como a pequeña escala de manera artesanal. Esto se debe al constante y amplio uso de metales en diversos ámbitos, desde el uso doméstico diario hasta la construcción de maquinaria e infraestructuras, (Escobar Ruiz , 2021).

El aluminio, en sus formas naturales y aleaciones, desempeña múltiples funciones vitales en la industria nacional. En Colombia, es relevante destacar la carencia de producción primaria de aluminio, lo que significa que gran parte de este metal se obtiene mediante procesos de reciclaje (Spoilage). Sin embargo, es preocupante que en Colombia se entierren diariamente 3,29 toneladas de este material sin ser aprovechadas. (Tech, 2016), exactamente, esta situación señala un potencial considerable para mejorar la eficiencia en la gestión de recursos y promover un mayor aprovechamiento de este material.

Reciclar aluminio emerge como una opción altamente beneficiosa, dado que conlleva ahorros sustanciales tanto en energía como en la reducción de residuos contaminantes. La utilización de aluminio reciclado en la fabricación de latas puede resultar en una considerable disminución del consumo energético requerido. A pesar de los obstáculos que enfrenta el desarrollo del reciclaje, como los bajos precios de las materias primas nuevas y los costos asociados con la recolección, transporte y transformación de materiales reciclados, los beneficios persisten. No obstante, continuar con el reciclaje es imperativo para mitigar los impactos negativos asociados a la producción de aluminio. (Rivera, 2015)

El proceso de reciclaje del aluminio ofrece la ventaja de ser potencialmente infinito, ya que el material puede ser reciclado de manera indefinida sin perder calidad. Esta característica proporciona al aluminio una vida útil ilimitada, ya que no se degrada en presencia del agua ni se deteriora por la exposición al aire. Además, un aspecto clave es que el reciclaje de aluminio requiere aproximadamente solo el 5% de la energía necesaria para obtener aluminio primario. Es relevante destacar que las propiedades y características del aluminio no se ven afectadas por el proceso de reciclaje, lo que garantiza que tanto el aluminio primario como el reciclado mantengan la misma calidad. (Alu Stock Lontana Group, 2024)

Actualmente, se estima que alrededor de 700 millones de toneladas de aluminio siguen en uso, lo que representa más del 70% del total fabricado desde 1888. Esta notable longevidad se debe al extenso ciclo de vida del aluminio, que varía entre 10 y 20 años en aplicaciones de transporte, y entre 50 y 80 años en materiales de construcción. Gracias a su capacidad de reciclaje infinito, el aluminio muestra altas tasas de reutilización. Por ejemplo, en aplicaciones de transporte y construcción, se recicla más del 90% del material, mientras que en envases se

alcanza más del 55%. En algunos países, la tasa de reciclaje de latas de bebidas incluso llega al 99%. (Arpal Alu, 2020)

En la industria del café, Nespresso ha sobresalido por su compromiso con el reciclaje del aluminio, estableciendo más de 30 puntos de recolección en todo Colombia y ofreciendo la conveniencia de programar la recolección de cápsulas usadas. Hasta el cierre del 2020, lograron reincorporar 7,2 toneladas de aluminio de estas cápsulas a la industria colombiana. Según la empresa, este aluminio reciclado se destina a una amplia gama de productos, desde motores de automóviles y bicicletas hasta latas de refrescos y cápsulas nuevas, demostrando su versatilidad y valor. Además, destacan que el 80% de las cápsulas de Máster Origin Colombia están fabricadas con aluminio reciclado, mientras que los residuos de café se utilizan para compostaje o energía verde. (Blanco, 2021)

Durante el proceso de transformación de la materia prima en Colombia, los productores de envases de aluminio generan residuos que deben ser gestionados adecuadamente, especialmente en el contexto de las exportaciones. Estos residuos, una vez comprimidos, se venden a proveedores que los convierten en materia prima para la producción de aluminio. La relación comercial con fabricantes ubicados en Brasil ejemplifica este proceso de manera significativa.

Tabla 1.

Importaciones desperdicio de aluminio 2023. Fuente SICEX, (Sicex Promotio Global Trade, n.d.)

País origen	Colombia
Descripción arancel	Desperdicios y desechos- de aluminio
Unidad comercial 1	kilogramo

Cantidad exportada kg 2023	\$ 1.287.419
Costo incoterm FOB USD	\$ 2.414.902
Costo por kg USD	\$ 1,9
País destino	Brasil
Año	2023

En el año 2023, se realizaron importaciones de Coils de aluminio destinados a la fabricación de envases de aluminio, con un total aproximado de 29,089 toneladas de esta materia prima ingresadas al país.

Tabla 2.

*Exportación de aluminio 2023, Fuente SICEX, (Sicex Promotio Global Trade, n.d.)*

País de origen	Cantidad kg importados	Costo total incoterm fob (usd)	Fob unitario (usd)
Brasil	2.065.314	\$ 6.427.619	\$ 184
China	15.344.792	\$ 55.737.949	\$ 495
Corea del sur	6.315.592	\$ 19.555.673	\$ 134
Estados unidos	80.701	\$ 236.386	\$ 3
Japón	996.621	\$ 3.739.035	\$ 39
Singapur	4.285.990	\$ 16.016.521	\$ 138
Total	29.089.010	\$ 101.713.182	

El dumping, implica prácticas de competencia desleal, como la venta de material a precios artificialmente bajos. Lo cual es perjudicial para la economía circular al distorsionar los precios y afectar la viabilidad de los productores locales. (Ministerio de Industria y Comercio, 2024), EE. UU. lleva a cabo investigaciones sobre las exportaciones colombianas, si llegara a comprobar la aplicación del dumping podría resultar en pérdidas estimadas de USD \$500 millones. Lo anterior basado en cifras del DANE para el año 2023. (Rodríguez M. , 2024).

## **Metodología**

### **Enfoque de la investigación**

La investigación adoptará una metodología mixta que integrará componentes cuantitativos y cualitativos para analizar las percepciones, actitudes y prácticas relacionadas con la captación del aluminio en la Comunidad Estudiantil EAN. Se utilizarán encuestas para recopilar datos numéricos que complementen las perspectivas cualitativas obtenidas a través de entrevistas. Estas encuestas se dirigirán a la comunidad estudiantil EAN con el fin de obtener información sobre cómo perciben la recolección del aluminio, analizar su conocimiento y participación en las prácticas de reciclaje, e identificar las mejores opciones de cambio e incentivos para fomentar la economía circular del aluminio posconsumo. Esto permitirá comprender de manera objetiva y medible la situación actual del manejo de este material, complementando las percepciones cualitativas obtenidas.

Además, se llevarán a cabo entrevistas para recopilar datos cualitativos y obtener una perspectiva no dirigida por el grupo de encuestados. Estas entrevistas proporcionarán información sobre cómo los individuos contribuyen al reciclaje en su vida diaria, ya sea en sus hogares, lugares de trabajo o en el entorno académico.

### **Alcance de la investigación**

La investigación tiene como objetivo analizar el proceso de recolección, reciclaje y aprovechamiento del aluminio en la comunidad estudiantil EAN con el fin de identificar los

obstáculos y las oportunidades que afectan la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad de este proceso.

Se llevará a cabo un examen detallado de las diferentes etapas del ciclo de vida del aluminio, desde su recolección inicial hasta su posterior reutilización o disposición final dentro del alcance de nuestro estudio. Se buscará comprender los sistemas y canales existentes para la gestión de residuos de aluminio, evaluando su impacto social y económico. Dependiendo de los resultados obtenidos, se realizará un análisis documental de las políticas y regulaciones relacionadas con el posconsumo del aluminio en Colombia en general, con el fin de identificar las disposiciones legales vigentes, su aplicabilidad práctica y sus impactos en el desarrollo de las actividades de recolección, reciclaje y aprovechamiento del aluminio. Esta información se complementará con los datos obtenidos de entrevistas y encuestas, prestando especial atención a posibles brechas normativas y áreas de mejora que puedan promover una gestión más eficiente y sostenible de los residuos de aluminio en el país, centrándonos en el impacto que esto pueda tener en la comunidad estudiantil de la EAN.

Se emplearán metodologías de investigación rigurosas que combinen enfoques cualitativos y cuantitativos para alcanzar estos objetivos. Los hallazgos de este estudio se espera que tengan un impacto significativo en la configuración y ejecución de políticas públicas futuras, estrategias empresariales y actividades comunitarias destinadas a mejorar el manejo del aluminio en Colombia. El objetivo es promover una economía circular más eficiente y sostenible, aprovechando los recursos de manera óptima y reduciendo el impacto ambiental asociado con la producción y gestión de residuos de aluminio.

## Diseño de la investigación

Un diseño transversal será la base de esta investigación, recopilando datos en un solo momento mediante encuestas y entrevistas estructuradas. El objetivo principal es identificar y correlacionar aspectos relacionados con la captación del aluminio en la comunidad estudiantil de la EAN sin intervenir ni modificar las condiciones existentes:

- Describir cómo se gestionan actualmente los residuos de aluminio en la comunidad estudiantil EAN.
- Encontrar posibles conexiones entre variables como actitudes, conocimientos y conductas hacia el reciclaje de aluminio.
- Según los resultados, se analizarán en detalle documentos relacionados con políticas, regulaciones y estudios previos sobre el posconsumo de aluminio en Colombia para complementar los resultados obtenidos mediante entrevistas y encuestas.

En resumen, este estudio de investigación proporcionará una comprensión completa y multidimensional del posconsumo de aluminio en Colombia, centrándose en la comunidad estudiantil de la EAN. Permitirá identificar estrategias eficientes para el proceso de recolección del material y su manejo hacia las centrales de acopio. Se basará en información cualitativa y cuantitativa para contribuir al entendimiento y la toma de decisiones sobre gestión de residuos y sostenibilidad ambiental.

## Definición de Variables

Para determinar las variables a utilizar en la investigación y responder a la interrogante de ¿Cómo las nuevas tecnologías de recolección de material de aluminio posconsumo disminuyen desechos con mejor aprovechamiento en la cadena de tratamiento y transformación del material, la reincorporación al mercado bajo estándares de calidad y mecanismos logísticos idóneos? Se toma la herramienta de Clasificación de Variables (EAN, 2024) donde se selecciona la variable cuantitativa y cualitativa basado en Medias de Tendencia Central con análisis de datos alineados a Moda y en opiniones del encuestado según corresponda.

## Variables

Para esta investigación se determinó que la variable cuantitativa discreta permite llegar a las conclusiones esperadas, pues se enfoca en las preferencias de la muestra.

1. Tecnologías de recolección de aluminio posconsumo: Identificar el tipo de tecnologías más usado para la recolección automatizada y/o manual, la implementación de contenedores especiales para el aluminio, de igual manera la incorporación de APP que brinde información de reciclaje que realiza el usuario.

2. Procesos logísticos: Aquí consideraríamos variables como la eficiencia del transporte de los materiales recolectados, la optimización de ruta o la gestión de logística en la organización durante un evento.

3. Estándares de calidad del sector de reciclaje: las variables asociadas podrían incluir el cumplimiento de normativas ambientales relacionada a los procesos logísticos de reciclaje, o la calidad de los productos finales generados a partir del material reciclado.

4. Aprovechamiento del material en procesos de transformación: Variables relevantes podrían ser la cantidad de material reciclado, la canalización en la continuidad de aportar identificando la mejor opción de beneficio económico o el aprovechamiento de oportunidades de retribución.

5. Usabilidad tecnológica: Podemos identificar el interés de uso de las nuevas tecnologías como App que permitan visualizar la información relacionada al reciclaje del aluminio, comprendiendo la eficiencia, efectividad y satisfacción del usuario al interactuar con la tecnología

### **Definición operacional**

Se estableció diseñar una encuesta y entrevista simultanea de diez (10) preguntas, las cuales contarán con 4 posibilidades de respuesta, de la cual solo se debe señalar una opción. Las preguntas buscan establecer las preferencias entre una situación u objeto dentro de la comunidad estudiantil de la EAN.

El método de aplicación es presencial para completar la muestra que se pretende tomar sobre la población seleccionada y una vez teniendo los datos recolectados de dará inicio al análisis de estos teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 3

## Definición operacional

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>
<i>Identificación Preferencial</i>	Dato estadístico de tendencia central, que define la cantidad de veces que se repite un dato dentro de los datos a analizar. (Molina & Rodrigo, 2010)	Se darán opciones de repuesta dentro de la encuesta aplicada a la muestra de la Comunidad Estudiantil EAN e indicará cuál se ajusta a su preferencia para realizar actividades de recolección de material aluminio.

Tabla 4

## Definición conceptual

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Dimensiones definición operacional</i>	<i>Indicadores definición conceptual</i>
<i>1. Tecnologías de recolección de aluminio posconsumo.</i>	Identificar la preferencia (Moda) de la Comunidad Estudiantil EAN para la recolección de Aluminio	Impacto Geográfico	Preferencia de donde y como debe estar presentado el punto de canje de material Aluminio. Preferencia de cómo debe ser el proceso logístico de recolección de Aluminio a domicilio.
<i>2. Procesos logísticos.</i>		Impacto Socioeconómico	Preferencia de recompensa que el Estudiante quisiera recibir a

3. *Estándares de calidad del sector de reciclaje.*

4. *Aprovechamiento del material en procesos de transformación.*

5. *Usabilidad tecnológica*

Impacto Cultural  
Tecnológico

cambio de la entrega del material.

Presentación de opciones de

Modelo amigable de herramienta tecnológica (app)

para definir peso del material y posible recompensa, así como el inventario interno de captación.

## ***Población y Muestra***

Para cualquier proceso de investigación, es importante definir claramente la población y la muestra. La población se refiere al conjunto completo de elementos que se quiere estudiar, mientras que la muestra es un subconjunto representativo de la población que se selecciona para realizar el estudio. (Velázquez, 2024)

La población de Colombia puede variar con el tiempo debido al crecimiento demográfico, la migración y otros factores. Según estimaciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en Colombia para el año 2023 somos 52.215.203 en población total (DANE, 2024).

Dicho lo anterior, se realizó un filtro aplicando a la población representativa estudiantil en Bogotá D.C que para al año 2022 fue de 975.652 estudiantes en diferentes Instituciones de Educación Superior- IES, Públicas y Privadas con metodologías presencial y presencial dual. Puntualmente para la Universidad EAN en la modalidad presencial fue de 9.190 (SNIES, 2024), con base en lo referenciado se opta por el muestreo aleatorio simple, ayudando a evitar sesgos y garantizar una muestra representativa de 369 estudiantes aproximadamente sobre la población total de 9.190 estudiantes de la Universidad EAN modalidad presencial para la vigencia 2022.

**N** = Total de la población

**Z $\alpha$**  = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)


**p** = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

**q** = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

**d** = precisión (en su investigación use un 5%).

Ilustración 4

## Cálculo de tamaño de una muestra poblacional



**CÁLCULO DEL TAMAÑO DE UNA MUESTRA PARA POBLACIÓN FINITA**

PARA POBLACION CONOCIDA FINITA, MENOR A 10.000

INTRODUZCA EL MARGEN DE ERROR DESEADO **e** 5,0%

INTRODUZCA EL TAMAÑO DE LA POBLACION (N) 9.190

INTRODUZCA EL VALOR DE p 0,5

INTRODUZCA EL VALOR DE q 0,5

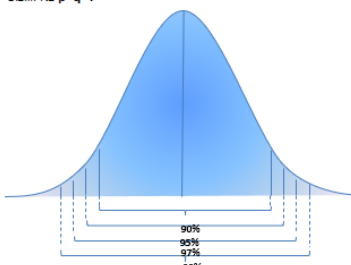
TAMAÑO DE LA MUESTRA DE ACUERDO AL ERROR Y AL NIVEL DE CONFIANZA DESEADO	
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 90%=-	263
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 95%=-	369
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 97%=-	448
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UN N. DE CONF. DEL 99%=-	621

p = PROPORCION ESPERADA QUE CUMPLE LA CARACTERISTICA DESEADA  
q = PROPORCION ESPERADA QUE NO CUMPLE LA CARACTERISTICA DESEADA

$$n = \frac{N * p * q * Z^2}{e^2(N - 1) + p * q * Z^2}$$

Error maximo recomendado 7%

SI NO CONOCE p Y q SE DEJA 0,5 Y 0,5  
SIEMPRE p+q=1



Nota. Adaptado de *Calculo de tamaño de una muestra poblacional*, (Echeverria

Cuervo, 2024)

$$n = 9190 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95 = 369$$

$$0.03^2 (9190 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95$$

## Selección de Métodos o instrumentos para recolección de información

Se empleará la aplicación de una encuesta y una entrevista de tipo analítico con el fin de explicar o describir lo que se espera por parte de la comunidad estudiantil EAN, referente al proceso de recolección de material aluminio posconsumo.

Según las herramientas ya seleccionadas (encuesta y entrevista), se definen características que son obligatorias para poder llegar al objetivo en la toma de información y la creación de una base de datos suficientemente nutrida que permita dar respuesta a las preguntas enfocadas a definir:

1. Tipo de Punto de Recolección (Dinámica)
2. Tipo de Retribución (Incentivo o Pago)
3. Tipo de Proceso Logístico de Recolección Domicilio

Características mínimas de la encuesta:

1. Según Objetivos – Encuesta y/o Entrevista de Carácter Analítico
2. Según Aplicación - Presencial
4. Según Frecuencia - Encuesta y/o entrevista Transversal de única aplicación

3. Según Tipo de Pregunta – Encuesta de respuesta cerrada y entrevista de respuesta abierta (Question Pro, 2024)

Después de analizar las respuestas, se establecerá el diseño del punto de recolección y su ubicación, la selección de la herramienta tecnológica para el pesaje del material y la asignación de incentivos a los estudiantes que entreguen material en el punto físico. Además, se elaborará el proceso para programar la recolección del material a domicilio y la entrega de incentivos.

### ***Técnicas de análisis de datos***

Se usarán las técnicas de análisis de datos de contenido cualitativo y cuantitativo que permitirán reconocer de la mejor manera las respuestas obtenidas en las herramientas de recolección de la información.

A continuación, se hace una breve descripción de cada técnica a implementar:

**Análisis de contenido cualitativo:** El estudio profundiza en las entrevistas realizadas a la comunidad estudiantil EAN sobre la gestión del aluminio posconsumo. Se emplea la técnica de análisis de contenido cualitativo para examinar patrones, temas y relaciones emergentes en los datos recopilados. Esto implica codificar sistemáticamente las respuestas de los encuestados para identificar y clasificar categorías temáticas significativas. Además, se contempla el uso del análisis del discurso para comprender las perspectivas subyacentes relacionadas con el reciclaje y reutilización del aluminio. Este enfoque cualitativo permite una comprensión detallada y exhaustiva de las opiniones, experiencias y percepciones de los participantes.

**Análisis de contenido cuantitativo:** Los datos numéricos recopilados a través de las encuestas serán analizados utilizando métodos estadísticos. Esto implica el uso de técnicas para examinar las respuestas de la comunidad estudiantil EAN sobre el reciclaje del aluminio, su nivel de conocimiento y participación en prácticas de reciclaje. Se describirán y compararán las respuestas mediante el cálculo de frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Además, se realizarán análisis de correlación para investigar posibles relaciones entre variables relacionadas con el reciclaje del aluminio y otros factores socioeconómicos.

**Análisis estadístico:** El análisis de datos se realizará con el propósito de identificar patrones y tendencias significativas. Este proceso no solo implica la recopilación y la interpretación de los datos, sino también una comprensión profunda del contexto subyacente. Al abordar este análisis desde una perspectiva interpretativa, se busca obtener información valiosa que permita comprender mejor el comportamiento y las experiencias de la comunidad estudiantil EAN en relación con el uso del aluminio. Esto, a su vez, facilitará la toma de decisiones concretas y la implementación de medidas efectivas para mejorar la gestión del aluminio en la comunidad. (Ortega, 2024)

El propósito de la investigación a través de encuestas es capturar y describir las características específicas de un amplio grupo de personas, utilizando datos recopilados de una muestra representativa. Para llevar a cabo esta investigación, se seguirán varios pasos detallados a continuación:

Tabla 5

Pasos de la investigación descriptiva.

Pasos de la Investigación Descriptiva - Tipo Encuesta o Entrevista

Formulación del problema	El cuestionario se ha definido con claridad y exhaustividad, asegurando que abarque todas las cuestiones esenciales por las cuales se realiza esta investigación.
Revisión de la bibliografía	Al revisar estudios ya realizados sobre problemas similares, se corrobora como estamos planificando nuestra investigación, comparando nuestros instrumentos de recogida de datos y el modo de acercarnos al campo y su análisis posterior.
Selección de la muestra	La población objeto de estudio la componen aquel grupo de personas que definen el objeto de investigación.
Selección de la técnica de encuesta	La principal técnica para recoger información de la población objeto de nuestro estudio, es la encuesta y la entrevista presencial, ya que esta tiene la ventaja de su amplio alcance.
Elaboración del instrumento de la encuesta	El instrumento de recolección de la información es uno de los elementos más importantes, las preguntas deben estar formuladas de forma clara y adecuadas al objeto de la investigación. La claridad depende de que todos los encuestados la interpretan igual, es decir, en términos de fiabilidad; la longitud del cuestionario debe evitar preguntas que no aporten información esencial para la investigación; el vocabulario en un nivel que pueda ser entendido por la mayoría de la población con la que se trabaja;

el tipo de preguntas será diferente en función de que estén dirigidas a conocer hechos, opiniones, juicios de valor.

Su formato se puede dividir en respuesta de si - no, respuesta múltiple, de indicación de grado de acuerdo en una escala de diferente amplitud, de libre respuesta. La calidad técnica con la que se construyan los instrumentos de recolección de información será determinante para recoger exactamente la información pretendida.

Delimitación de los procedimientos del trabajo de campo

La etapa piloto nos informaría para revisar aspectos como las instrucciones de aplicación, la suficiencia de la muestra, las cuestiones ambiguas, las cuestiones innecesarias, los tiempos necesarios para cada fase del proceso completo; este espacio se hará en la comunidad estudiantil EAN, que permitirá identificar acciones según los objetivos y ampliarse al sector del reciclaje y por qué no, a Colombia en la mejora del aprovechamiento del aluminio.

Realización de la aplicación piloto

La aplicación piloto supone probar los procedimientos de la investigación a escala reducida, desde la definición de la población meta, la delimitación de la muestra por el procedimiento elegido, el envío de los cuestionarios, el análisis de estos y su interpretación, lo que llevará a detectar posibles errores que permitan enviarlos en la realización a la escala definitiva.

Análisis de los datos

Cuando los datos en una investigación son recogidos, en sus formatos originales no permiten el análisis inmediato. Hay que

pasar la información a una base de datos. El proceso de transformar los datos para su análisis se denomina reducción de datos, una vez organizada la información en la base de datos, se procede a su análisis. La presentación de los datos mediante tablas y gráficos facilita el análisis estadístico de la información recogida en las encuestas y/o entrevistas

Interpretación de  
resultados

Finalmente, se procederá a analizar los datos y a interpretarlos. Durante esta fase, se indagará sobre los siguientes aspectos:

¿Responden los datos a la pregunta investigación? ¿Cómo?

¿Los datos ayudan a defender cualquier objeción frente al proyecto de investigación? ¿Cómo?

¿Hay alguna limitación en las conclusiones, algún ángulo que no se haya considerado?

La interpretación de los datos se sostiene bajo todas estas preguntas y consideraciones, donde probablemente se haya llegado a una conclusión productiva.

Conclusiones y  
recomendaciones

La importancia de la investigación tipo encuesta hace necesario que la credibilidad de los informes y sus conclusiones se fundamenten en la teoría, la lógica y la metodología rigurosa, seguida en el proceso de toda la investigación. La generalización de los resultados de una investigación es parcialmente estadística y sustantiva al hablar de la representatividad de las preguntas

introducidas en los instrumentos de investigación, y de la adecuación de los análisis de datos tipo pregunta.

Elaboración del  
informe

El informe de los resultados de la investigación es el documento final de la misma y debe garantizar la consistencia con los objetivos de la investigación. El informe deberá seguir una estructura que refleje el proceso seguido en la investigación, y los resultados deben exponerse con las categorías que integran el problema de investigación. Se deben ir presentando las tablas de resultados, los gráficos y su interpretación, destacando lo más relevante.

Nota. Adaptado de *Pasos de la investigación descriptiva*, (Mediano, 2014) (Ortega, 2024)

## Análisis y discusión de los resultados

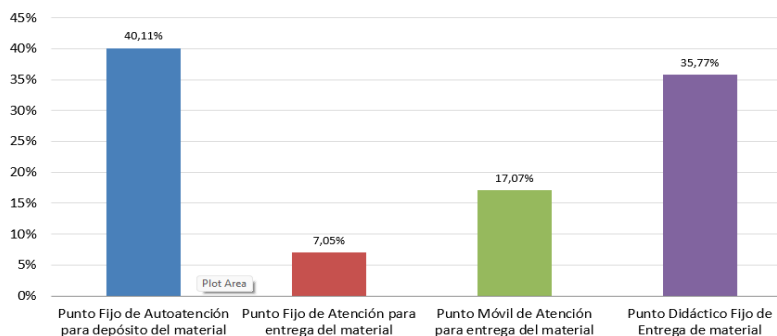
### PREGUNTA No. 1

De acuerdo con la pregunta No. 1, en la encuesta aplicada a la Comunidad Estudiantil EAN se observa la siguiente gráfica

Ilustración 5

Resultado pregunta número 1.

1. ¿Qué tipo de contenedores o sistemas utiliza para reciclar el aluminio posconsumo?



Media : 2.485 | Confidence Interval @ 95% : [2.349 - 2.621] | Standard Deviation : 1.331 | Standard Error : 0.069

Nota. Adaptado de *Resultado pregunta número 1*. Edición propia, (Question Pro, 2024)

El análisis de los resultados de la pregunta cuantitativa No 1 proporciona información valiosa sobre las preferencias de la comunidad estudiantil EAN respecto al reciclaje de aluminio posconsumo. Datos que pueden emplearse para diseñar un proceso de recolección de aluminio eficaz, conveniente y atractivo para la comunidad, la muestra representativa indica que el 40.1% (respuesta A) prefiere usar un contenedor fijo de autoatención para depositar de forma práctica, a su vez el punto didáctico fijo de entrega de material con un 35.7% (respuesta D), se hace llamativo y de interés proporcional, se deduce que por su facilidad de manejar y

creatividad genera cultura de recolección más dinámica adaptándose a la cultura de la universidad EAN.

Podemos enfatizar que el diseño de los puntos de recolección atractivos para la recolección de envases de aluminio es una estrategia que se adapta mejor al entorno sostenible de la universidad e interactúa de manera amigable con las personas y el ecosistema.

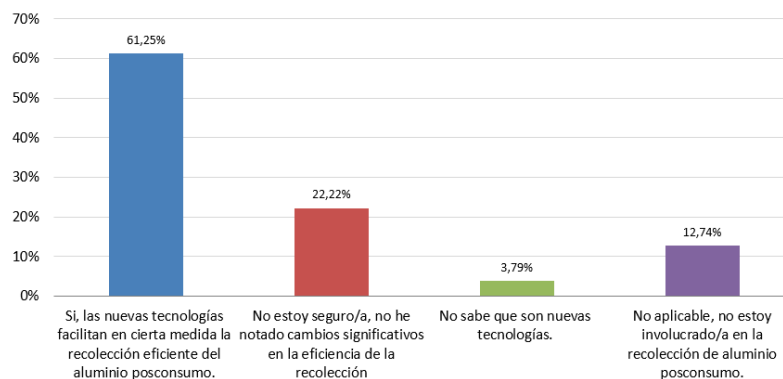
## PREGUNTA No. 2

Respecto a la pregunta No. 2, de la encuesta aplicada a la Comunidad Estudiantil EAN se observa lo siguiente

Ilustración 6

### Resultado pregunta número 2

2. ¿Consideras que las nuevas tecnologías facilita la recolección eficiente del aluminio posconsumo?



Media : 1.680 | Confidence Interval @ 95% : [1.575 - 1.785] | Standard Deviation : 1.030 | Standard Error : 0.054

Nota. Adaptado de *Resultado pregunta número 2*. Edición propia, (Question Pro, 2024)

Para la comunidad EAN es muy importante incluir las nuevas tecnologías a las metodologías de reciclaje, las cuales ayudan a medir, analizar base de datos y buscar las

nuevas tendencias de captación del aluminio posconsumo en específico, adicional a ello buscan la forma más eficiente de generar utilidad y garantizar la viabilidad de proyectos mediante el uso de APP 's, que ayudan a rastrear los puntos clave y lugares de mayor impacto de ubicación para los puntos fijos de captación según eventos, temporadas y demás, adicional es una herramienta para calcular el nivel de llenado de los contenedores de reciclaje para garantizar la disponibilidad de recepción y disposición final adecuada e idónea, lo que genera gran impacto al integrar la tecnología con la sostenibilidad del medio ambiente.

El desarrollo del aplicativo móvil se identifica como una posible herramienta para generar mejoras en futuros planes de sostenibilidad que la comunidad en general en cualquier ámbito desee implementar como base de una cultura menos consumista.

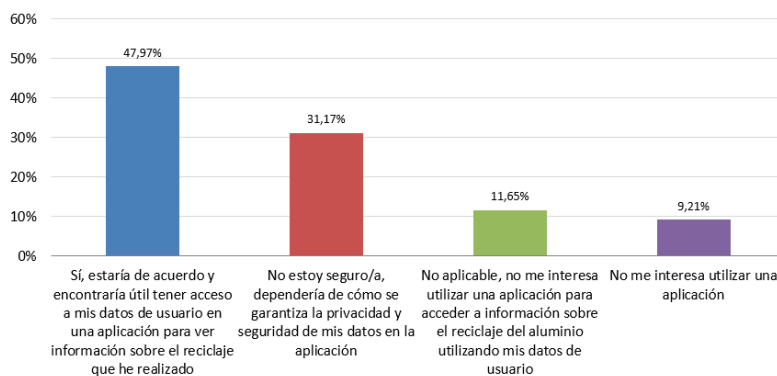
### **PREGUNTA No. 3**

¿Consideraría beneficioso que una aplicación le permita acceder con sus datos de usuario para visualizar información sobre el reciclaje del aluminio que ha realizado?

Ilustración 7

## Resultado pregunta número 3.

3. ¿Consideraría beneficioso que una aplicación le permita acceder con sus datos de usuario para visualizar información sobre el reciclaje del aluminio que ha realizado?



Media : 1.821 | Confidence Interval @ 95% : [1.722 - 1.920] | Standard Deviation : 0.967 | Standard Error : 0.050

Nota. Adaptado de *Resultado pregunta número 3*. Edición propia, (Question Pro, 2024)

Este análisis de la muestra representa que casi la mitad de los encuestados (47,97%) estarían de acuerdo y encontrarían útil una aplicación (APP's) que les permita acceder a sus datos personales, llevando una trazabilidad en la gestión de su aporte en el reciclaje de aluminio para ver su propio impacto ambiental. Sin embargo, un número significativo de personas (31,17%) tiene dudas sobre la privacidad y seguridad de sus datos. Un porcentaje menor, pero no despreciable, no está interesado en utilizar una aplicación para este propósito (11,65%), y un pequeño grupo (9,21%) no tiene interés en usar la aplicación en absoluto.

Se identifica que el aplicativo es una herramienta que permitirá a cada usuario ser consciente de su rol y del impacto positivo que tiene en la mejora del medio ambiente. Esto también puede contribuir en la motivación individual e incentivando a las personas para seguir aportando y a ser protagonistas en el proceso de reciclaje.

Es importante mencionar los riesgos asociados con el tratamiento de datos en las nuevas tecnologías, los cuales deben estar cubiertos y estandarizados a la ley de habeas data nacional que deben tener un respaldo en herramientas de ciberseguridad para garantizar la protección de la información de cada usuario.

#### **PREGUNTA No. 4**

Las respuestas recopiladas muestran una variedad de enfoques y sugerencias sobre cómo llevar a cabo un proceso de recolección de aluminio en la comunidad estudiantil de la EAN. Aquí hay algunas observaciones y análisis cualitativos de la pregunta No. 4 ¿Cómo considera usted que sería un proceso interesante de recolección de material aluminio en la comunidad estudiantil EAN, que permita una mayor captación de este? .

**Educación y Sensibilización:** Se destaca la importancia de la concientización y educación sobre el reciclaje de aluminio, tanto a través de campañas informativas como de actividades educativas y charlas.

Muchas respuestas sugieren la implementación de programas educativos continuos para mantener el interés y compromiso a largo plazo.

**Incentivos y Reconocimientos:** Se sugiere la oferta de incentivos, como puntos de canje por productos o descuentos, para motivar la participación de los estudiantes.

La creación de competencias o desafíos de recolección también se menciona como una forma de incentivar al público para que de manera autónoma se incluya en este tipo de programas.

**Infraestructura y Logística:** Se propone establecer puntos de recolección estratégicos en áreas de alta circulación estudiantil, con contenedores claramente identificados y ubicados estratégicamente.

La colaboración con empresas locales, centros de reciclaje o entidades gubernamentales también se sugiere para apoyar la logística de recolección y reciclaje.

**Innovación y Tecnología:** Algunas de las respuestas sugieren el uso de tecnología, como pantallas interactivas o herramientas digitales, para hacer el proceso más atractivo y ameno.

También se mencionan ideas innovadoras, como el uso de imanes de recolección, para facilitar la recolección del material.

**Sostenibilidad y Responsabilidad:** Se destaca la importancia de que el proceso sea autosostenible y esté alineado con las políticas de la universidad en cuanto a responsabilidad ambiental. Además, se sugiere la generación de interés y participación de la comunidad estudiantil para garantizar el éxito a largo plazo del proceso de recolección.

En resumen, las respuestas reflejan una comprensión de la importancia del reciclaje de aluminio posconsumo, así como una variedad de ideas sobre cómo implementar un proceso de recolección efectivo, involucrando educación, incentivos, infraestructura adecuada, innovación y sostenibilidad.

## PREGUNTA No. 5

Las respuestas compiladas en la pregunta No. 5 ¿Qué experiencia tiene respecto a las actividades de reciclaje en su entorno relacionadas a la logística u organización de un evento?

Muestran que la mayoría de los encuestados de la comunidad estudiantil EAN, no tienen intervención directa en la organización de eventos, respecto a la interacción de redes logística para la recepción de desechos aprovechables, como en la capacitación, conocimientos previos, normativas, o sencillamente no es un tema de interés, sin embargo, se propone hacer inmersión para vincular la comunidad en el desarrollo de diseños logísticos, incluyendo la educación y el aprendizaje mediante experiencias de éxito, fomentando la integración y trabajo en equipo con la interacción de las redes sociales enfocadas a buscar los procesos de captación con mayor tendencia a nivel global en el reciclaje de aluminio, los cuales se articulen e integren en el diseño logístico.

La falta de experiencia previa en la planificación de eventos o redes logísticas de alta calidad y eficiencia en ambientes dinámicos de reciclaje puede ser un obstáculo inicial. No obstante, también representa una oportunidad para aprender y desarrollar nuevas habilidades y conocimientos. Al mostrar las oportunidades y proporcionar el soporte adecuado, la comunidad sin experiencia previa puede transformarse en valiosos actores y eventualmente convertirse en expertos en el diseño de sistemas de captación de residuos reciclables en su entorno.

## PREGUNTA No. 6

Las respuestas proporcionadas por la comunidad estudiantil EAN muestran una variedad de percepciones y niveles de conocimiento sobre el aluminio posconsumo y su calidad. Aquí se exponen algunos puntos destacados y un análisis cualitativo de la pregunta No. 6 ¿Qué opina sobre la calidad del aluminio posconsumo que se recopila y procesa?

**Falta de Conocimiento:** Muchas de las respuestas indican que la persona no está familiarizada con el tema o carece de información suficiente para formar una opinión sólida. Esto refleja la necesidad de educación y concienciación sobre el reciclaje de aluminio y su calidad posconsumo.

**Reconocimiento del Valor Ambiental:** Varios comentarios resaltan la importancia del reciclaje de aluminio para el medio ambiente. Se reconoce que el proceso ayuda a reducir la contaminación y el consumo de recursos naturales.

**Énfasis en la Calidad y Proceso de Reciclaje:** Muchas respuestas hacen hincapié en la importancia de la calidad del aluminio posconsumo y en asegurar que el proceso de reciclaje sea eficiente y efectivo. Se menciona la necesidad de eliminar contaminantes y garantizar la pureza del material para su reutilización.

**Potencial de Reutilización y Beneficios Económicos:** Se señala que el aluminio posconsumo puede ser reutilizado en una variedad de aplicaciones y que su reciclaje contribuye a la economía circular. Esto sugiere un reconocimiento de los beneficios económicos y ambientales del reciclaje de aluminio.

**Diversidad de Opiniones:** Hay una variedad de opiniones sobre el tema, desde aquellos que expresan entusiasmo por el reciclaje y la reutilización del aluminio hasta aquellos que muestran escepticismo o falta de conocimiento.

En general, las respuestas reflejan la importancia del reciclaje de aluminio y la necesidad de mejorar la educación y concienciación sobre este tema, así como de garantizar prácticas de reciclaje efectivas para maximizar los beneficios ambientales y económicos del proceso.

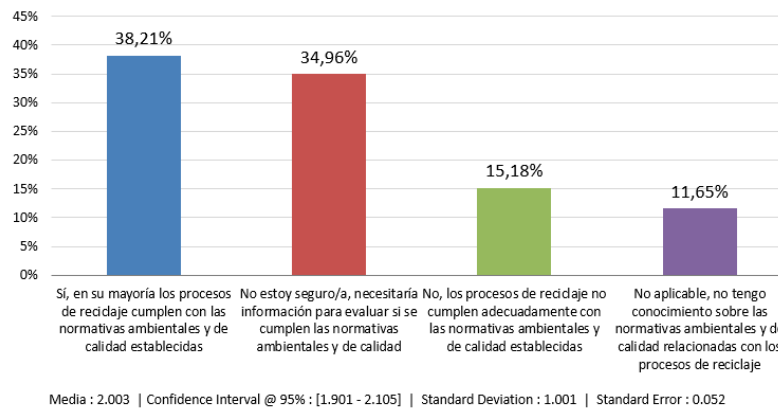
#### **PREGUNTA No. 7**

Como resultado de las respuestas obtenidas de la pregunta No. 7 de la encuesta aplicada a la muestra establecida dentro de la Comunidad Estudiantil EAN se observa la siguiente gráfica:

Ilustración 8

## Resultado pregunta número 7

### 7. ¿Consideras que los procesos de reciclaje cumplen con las normativas ambientales y de calidad establecidas?



Nota. Adaptado de *Resultado pregunta número 7*. Edición propia, (Question Pro, 2024)

Según los resultados, se observa que el 38,21% de las personas encuestadas conocen y aplican las regulaciones ambientales establecidas por el gobierno de Colombia en sus entornos sociales. Estas regulaciones datan de 1993 con la normativa constitucional y se definen bajo el Decreto 596 del 11 de abril de 2026. Este decreto permite la modernización del sistema de reciclaje en Colombia, incluyendo la actividad de aprovechamiento de materiales reciclables dentro del servicio de aseo público. Esta modernización está regulada por el artículo 15 de la Ley 142 de 1994, que designa a la Superintendencia de Servicios Públicos como el ente regulador encargado de supervisar estas actividades.

Además, existe una importante oportunidad para que las personas, desde su entorno académico y de aprendizaje, se familiaricen con las regulaciones pertinentes que pueden implementarse en cada aspecto de su vida cotidiana, desde el hogar hasta la comunidad

laboral. Según la encuesta realizada, el 34,96% de los encuestados expresaron su interés en conocer más sobre las políticas de reciclaje del país. Por otro lado, el 15,18% señaló que dichas políticas no se aplican en su entorno, mientras que el 11,65% admitió no tener ningún conocimiento al respecto. Estos resultados representan un total del 61,79% de la Comunidad Estudiantil EAN encuestada, lo que subraya la relevancia de las percepciones y conocimientos previamente discutidos.

Finalmente, el reciclaje se ha fortalecido con los años con campañas estratégicas de gestión del cambio, en empresas y en hogares, para fomentar la cultura de separación de residuos y estimular el reciclaje. Como consecuencia, se ha observado un aumento en el número de personas que se unen a este movimiento, evidenciando así el impacto positivo de estas iniciativas en la conciencia ambiental y las prácticas sostenibles de la comunidad.

(Cardona & Orejarena Tamayo, 2016)

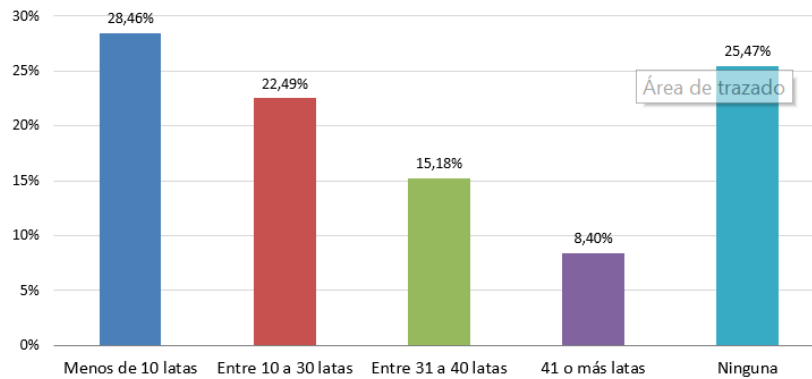
## **PREGUNTA No. 8**

Este conjunto de respuestas ofrece una visión clara de los hábitos de reciclaje de latas de aluminio entre los encuestados de la comunidad estudiantil EAN. Aquí hay algunos puntos clave que podemos extraer de la siguiente gráfica:

Ilustración 9

Resultado pregunta número 8.

8. ¿Que cantidad de latas de aluminio puede usted entregar para el reciclaje en una semana?



Media : 2.799 | Confidence Interval @ 95% : [2.640 - 2.959] | Standard Deviation : 1.560 | Standard Error : 0.081

Nota. Adaptado de *Resultado pregunta número 8*. Edición propia, (Question Pro, 2024)

El hecho de que el 28,46% de los encuestados entregue menos de 10 latas de aluminio para reciclar en una semana sugiere que la mayoría de las personas no generan grandes cantidades de este tipo de residuos.

Un cuarto de los encuestados no entrega ninguna lata para reciclar: Con el 25,47% de la muestra seleccionada indicando que no realizaran ningún aporte a la semana, se destaca la necesidad de fomentar la participación en programas de reciclaje entre este segmento de la comunidad. Y con un 22,49% de los encuestados entregando entre 10 y 30 latas por semana, se evidencia que hay una cantidad considerable de personas que participan activamente en el reciclaje de latas de aluminio, aunque en una escala moderada.

En resumen, estas respuestas revelan un espectro diverso de hábitos de reciclaje de aluminio posconsumo, desde aquellos que apenas contribuyen hasta aquellos que participan de manera más activa y consciente en el proceso de aprovechamiento.

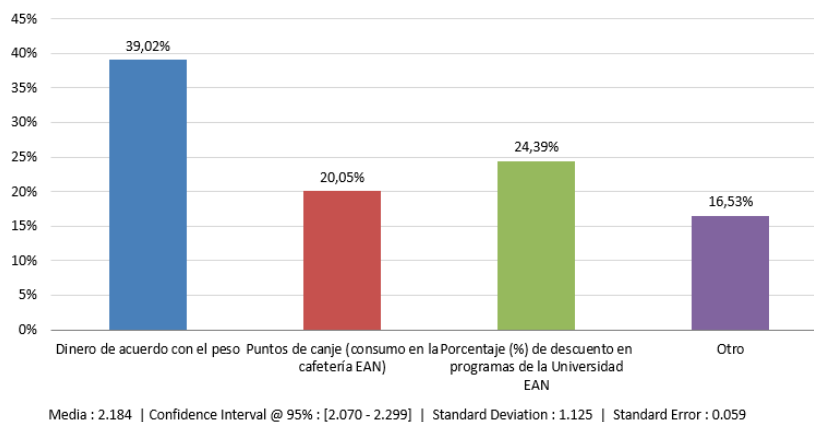
## PREGUNTA No. 9

Como resultado de las respuestas obtenidas de la pregunta No. 9 de la encuesta aplicada a la muestra establecida dentro de la Comunidad Estudiantil EAN se observa la siguiente gráfica:

Ilustración 10

Resultado pregunta número 9.

9. ¿Qué tipo de incentivos quisiera obtener a cambio de la entrega del material de reciclaje de aluminio?



Nota. Adaptado de *Resultado pregunta número 9*. Edición propia, (Question Pro, 2024)

Según los números arrojados para la respuesta a la pregunta ¿Qué tipo de incentivos quisiera obtener a cambio de la entrega del material de reciclaje de aluminio?, las Comunidad

Estudiantil EAN indica que el 39,02% quisiera obtener Dinero en Efectivo a cambio con base en un tarifario de precios que indique el costo por cada kilo de aluminio posconsumo entregado en el punto de recolección. Esto es un gran desafío para el proyecto en su fase de implementación, considerando que para iniciar actividades se requiere de un capital base suficiente para cubrir al menos el primer ciclo de recopilación, selección de material captado e intercambio con las empresas transformadoras del mismo en material utilizable y puesto en circulación.

Por otra parte, es interesante ver que una segunda posibilidad para retribuir la entrega de material puede darse bajo recompensas en especie, mediante alianzas establecidas con la propia Universidad EAN basándose en las iniciativas ya implementadas en las políticas de sostenibilidad y emprendimientos Sostenibles (EAN, Universidad, 2020), mediante puntos de canje por consumo en la cafetería de la Universidad EAN con un 20,05%, y aún más conveniente para muchos estudiantes con porcentajes % de descuento en programas de la Universidad EAN, lo cual también ayuda a disminuir posibles deserciones académicas o baja afluencia en inscritos como nuevos estudiantes.

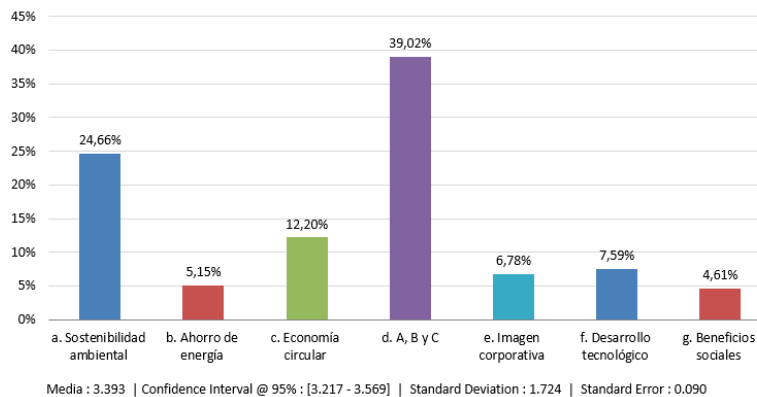
## **PREGUNTA No. 10**

Como resultado de las respuestas obtenidas de la pregunta No. 10 de la encuesta aplicada a la muestra establecida dentro de la Comunidad Estudiantil EAN se observa la siguiente gráfica:

Figura 7

## Resultado pregunta número 10

10. ¿Qué beneficios destacarías del uso de aluminio reciclado en la producción de nuevos productos?



Nota. Adaptado de *Resultado pregunta número 10*. Edición propia, (Question Pro, 2024)

Este análisis resalta la percepción positiva y la comprensión profunda de los beneficios del reciclaje de aluminio dentro de la Comunidad Estudiantil EAN. Aquí hay algunos puntos clave que podemos destacar:

**Fuerza social percibida de los beneficios del reciclaje de aluminio:** La comunidad estudiantil reconoce y valora los beneficios del reciclaje de aluminio, lo que sugiere una conciencia colectiva sobre la importancia de estas prácticas para el bienestar ambiental y económico.

**Priorización del bien común sobre el bien individual:** La selección de la respuesta compuesta por los beneficios del reciclaje de aluminio, incluyendo la sostenibilidad ambiental, el ahorro de energía y la economía circular, destaca la importancia de considerar el impacto colectivo de estas acciones sobre el bienestar individual. El hecho de que el 39,02% de los

encuestados seleccionara la respuesta compuesta y el 2,66% la eligiera individualmente indica preocupación por la protección del medio ambiente en la comunidad estudiantil.

**Reconocimiento del impacto social del reciclaje de aluminio:** El porcentaje total sumado del 81,03% de los encuestados que reconocen los beneficios del reciclaje de aluminio sugiere una comprensión generalizada y una aceptación de su importancia en la sociedad.

En resumen, este análisis muestra un nivel notablemente alto de conciencia y compromiso dentro de la Comunidad Estudiantil EAN en cuanto al reciclaje de aluminio y sus impactos tanto ambientales como sociales.

## Conclusiones

La implementación de un proceso de recolección de material reciclable de aluminio en la Universidad EAN se ha centrado en fomentar la participación de la comunidad estudiantil universitaria, identificar puntos estratégicos para situar contenedores y crear programas con incentivos y recompensas. La comunidad ha demostrado que su percepción y colaboración activa son fundamentales para el éxito de esta iniciativa. Se ha observado un gran interés en participar en iniciativas ecológicas a través de encuestas, lo que ha facilitado la investigación del sistema de recolección. Para maximizar la recolección de aluminio, se han detectado puntos estratégicos en el campus, como cafeterías, bibliotecas y pasillos principales, considerando la llegada de estudiantes y personal en estas zonas comunes. Para fomentar la participación, se están implementando programas de incentivos. La comunidad ha sido clave por estos incentivos para colaborar en la recolección de aluminio. La Universidad EAN ha probado que involucrar activamente a la comunidad universitaria mediante incentivos bien diseñados y ubicaciones estratégicas para los puntos de recolección puede ser altamente efectivo, con la implementación de un sistema de recolección de aluminio. La captación eficiente y sostenible del material ha sido el resultado de esta estrategia, fomentando una mayor conciencia ambiental y participación de todos los miembros de la universidad.

Se examinaron diversas herramientas tecnológicas para simplificar la recolección de aluminio, como aplicaciones móviles, se incluyeron en los criterios de selección la facilidad de uso, el costo, la compatibilidad con sistemas existentes y la capacidad para promover la participación comunitaria. Se demostró que la APP móvil conectada a un sistema de gestión de residuos era la mejor herramienta. Los usuarios tienen la capacidad de utilizar esta aplicación

para localizar los puntos de recolección, registrar sus contribuciones y recibir actualizaciones en tiempo real sobre su impacto ambiental.

Las nuevas tecnologías de recolección de material de aluminio juegan un papel crucial en la reducción de desechos y en el mejor aprovechamiento en la cadena de tratamiento y transformación del material. Estas tecnologías permiten una recolección más eficiente y selectiva del aluminio reciclable, lo que garantiza una mayor cantidad de material recuperado y una mejor calidad de este. Además, facilitan la separación y clasificación de los diferentes tipos de aluminio, lo que optimiza los procesos de tratamiento y transformación.

Al incorporar estas nuevas tecnologías en la captación de material, se puede garantizar una mayor pureza y homogeneidad de este en su forma reciclada, lo que facilita su reintroducción en el mercado bajo estándares de calidad. Esto permite que el aluminio reciclado pueda ser utilizado en una amplia gama de productos, sin comprometer su rendimiento o durabilidad. Además, las tecnologías modernas también mejoran los mecanismos logísticos asociados con la recolección, transporte y almacenamiento del material, lo que reduce los costos y aumenta la eficiencia de toda la cadena de valor del reciclaje de aluminio.

Se evidencia la necesidad de incluir en la comunidad estudiantil de la Universidad EAN, sino en la sociedad, actividades, campañas y métodos que incentiven a generar acciones de reciclaje de aluminio, del cual se benefician con una ganancia no esperada, ya que el reciclaje no se reconoce con algún tipo de pago, por lo contrario, los únicos actores beneficiados de estas actividades son los que captan material o, finalmente, quienes lo transforman y ponen en circulación.

Por otra parte, es importante documentar a la comunidad sobre los resultados obtenidos de recolección de material de aluminio posconsumo, para involucrar a los participantes y generar así mayor interés en continuar su interacción. Esto se realizará con una aplicación que administre los datos de cada persona, calcule sus aportes con el proyecto y entregue un inventario personalizado y general de los niveles de recolección logrados, con la finalidad de realizar una logística basada en datos reales que permitan gestionar el material con base en estándares de calidad que garanticen la eficiencia del proceso.

Dando respuesta a cada uno de los objetivos planteados se selecciona el Punto de Recolección que genere mayor atracción a la Comunidad Estudiantil EAN punto fijo de autoatención y se establecen cómo método de incentivo las siguientes dos opciones:

1. Al tener mayor popularidad el incentivo entregado en dinero efectivo, se requiere encontrar empresas capitalistas interesadas en participar en iniciativas pro-ambientales, que por medio de este proyecto encuentre como oportunidad fortalecer su imagen corporativa, pero que finalmente este alineada a la intención de generar valor en la sociedad buscando siempre el bien común.
2. Por otra parte, se encuentra el interés de obtener alivios en costos académicos, lo cual impacta directamente a la Comunidad Estudiantil EAN y a sus familias. Teniendo en cuenta que la Universidad EAN ha establecido dentro de sus Política de Sostenibilidad y Emprendimientos Sostenibles el apoyo a iniciativas de negocio que generen sostenibilidad ambiental y económica, se busca el apoyo de la institución para poder apoyar a los estudiantes con descuentos que no solo aportaran al medio ambiente, sino

que también se convierta en una estrategia para evitar la deserción escolar por falta de recursos.

3. Finalmente, el proceso logístico y de calidad proyectado es establecer un sistema para la recolección de aluminio en domicilio que pone énfasis en la puntualidad, eficiencia y sostenibilidad, utilizando los procesos logísticos ya existentes. Se implementarán rutas optimizadas y una planificación eficiente con el fin de minimizar los tiempos de espera y maximizar la cantidad de material recogido. Se adaptarán al contexto específico de la Universidad EAN y a su entorno las exitosas prácticas de recolección de residuos implementadas en otras instituciones. La creación de un proceso logístico para recoger aluminio ha demostrado ser una forma efectiva de mejorar la accesibilidad y conveniencia para los donantes. El uso de normas de calidad y la mejora de procesos basados en experiencias anteriores ha generado un sistema eficaz y bien estructurado para recolectar aluminio, lo que facilita la participación y maximiza la cantidad recuperada.

## Bibliografía

- Agencia SEO Colombia 2020. (01 de Feb de 2021). *Santa Martha Sostenible*. Obtenido de Santa Martha Sostenible: <https://santamartasostenible.org/tiempo-de-degradacion-de-productos-y-residuos/>
- Alu Stock Lontana Group. (16 de Marzo de 2024). Obtenido de El Aluminio: <https://www.alu-stock.es/es/informacion-tecnica/el-aluminio/>
- Amaya Ríos, J., & Solano Cortés, D. (- de - de 2022). Análisis de alternativas de aprovechamiento de materiales que componen a los medidores de energía eléctrica. *Análisis de alternativas de aprovechamiento de materiales que componen a los medidores de energía eléctrica. Tesis de Trabajo de Grado*. Bogota, Bogota Dc, Colombia: Repositorio Universidad de la Salle. Obtenido de Universidad de la Salle: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?params=/context/ing\\_ambiental\\_sanitaria/article/3046/&path\\_info=An%C3%A1lisis\\_de\\_alternativas\\_de\\_aprovechamiento\\_de\\_materiales\\_que\\_com.pdf](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?params=/context/ing_ambiental_sanitaria/article/3046/&path_info=An%C3%A1lisis_de_alternativas_de_aprovechamiento_de_materiales_que_com.pdf)
- ANDI. (2016). *Informe Nacional de Aprovechamiento*. Bogotá D.C: DNP. Recuperado el Sept de 2017, de <https://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>
- ANDI. (. de Agosto de 2019). *ANDI*. Obtenido de ANDI: [https://www.andi.com.co/Uploads/B-Agosto\\_637031087888999330.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/B-Agosto_637031087888999330.pdf)
- ANDI. (03 de Mar de 2023). *ANDI*. Obtenido de ANDI - Asociacion Nacional de Empresarios de Colombia: <https://andi.com.co/Home/Noticia/17398-vision-3030-de-la-andi-presenta-los-apr>
- Arpal Alu. (Julio de 2020). Obtenido de <https://aluminio.org/files/formacion-formadores-2020.pdf>
- Arpal Alu. (- de Mar de 2023). *Arpal Alu*. Obtenido de Arpal Alu: <https://aluminio.org/el-aluminio-y-su-reciclado/>
- Blanco, H. M. (11 de Marzo de 2021). *70 La Republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/nespresso-reintegro-7-2-toneladas-de-aluminio-de-sus-capsulas-a-la-industria-en-2020-3137656>
- Bozquez, S. (19 de Dic de 2023). *Installux extrusión services*. Obtenido de ies: <https://www.installux-es.com/es/blog/aplicaciones-de-aluminio-en-la-industria>
- Cardona , L., & Orejarena Tamayo, A. (18 de May de 2016). Día Mundial del Reciclaje: ¿cómo va Colombia? *El Espectador*, pág. 1. Obtenido de <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/dia-mundial-del-reciclaje-como-va-colombia-article-633078/>
- CONSGOM. (3 de Jun de 2023). *En 2030 los productos deben entrar a la economía circular': La empresa de empaques Darnel gestionó el año pasado 7 millones de kilogramos de materiales aprovechables, explicó Ana María Arabia, su jefe de sostenibilidad*. Obtenido de Proquest: <https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/docview/2821917600/52BF9D0C773C43D9PQ/19?accountid=34925&sourcetype=Trade%20Journals#>
- DANE. (16 de Mar de 2024). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/glosario-cuentas-nacionales-anuales?highlight=WyJmb2liXQ==>
- DANE. (14 de ABRIL de 2024). *DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- Datos Macro. (- de Mar de 2024). *Datos Macro.com*. Obtenido de Datos Macro.com: <https://datosmacro.expansion.com/materias-primas/aluminio>
- EAN, U. (13 de Abr de 2024). *Universidad EAN - Aula Virtual*. Obtenido de Universidad EAN - Aula Virtual: <https://ean.instructure.com/courses/21661/pages/guia-2-actividad-1-segundo-informe-de-avance-de-la-investigacion-pag-3>
- EAN, Universidad. (Junio de 2020). *Universidad EAN*. Obtenido de Universidad EAN: <https://universidadean.edu.co/sostenibilidad/politica-de-sostenibilidad-y-emprendimiento-sostenible>
- Echeverria Cuervo, J. (15 de Abr de 2024). *Universidad de Escolme*. Obtenido de Universidad de Escolme: <https://www.escolme.edu.co>

- Ecofestes*. (11 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.ecofestes.com/aluminio-bauxita-impacto-socioambiental-alternativas-de-consumo-n-47-es>
- Editorial Grudemi, & 2019. (- de May de 2021). *Enciclopedia Económica*. Obtenido de Enciclopedia Económica: <https://enciclopediaeconomica.com/variable-cuantitativa/>
- Escobar Ruiz, M. (- de Nov de 2021). *Repositorio Institucional Universidad Tecnica Cotopaxi*. Obtenido de Biblioteca General: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8196>
- Guamushig Tipantuña, C., & Olalla Pumacuro, J. (21 de Feb de 2023). *Repositorio Institucional Universidad Tecnica de Cotopaxi*. Obtenido de Biblioteca General: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10398>
- Hidalgo, R. T. (13 de Agos de 2013). La exposición al aluminio y su relación con el ambiente y la salud. *La exposición al aluminio y su relación con el ambiente y la salud*. Houston, Texas, USA: Revista Universidad Distrital. Obtenido de Revista: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/5646/7188>
- Layna Group. (14 de Mar de 2024). *Layna Group*. Obtenido de Reciclaje del Aluminio, un material polivalente y siempre al 100% de calidad: <https://www.grupolayna.es/reciclaje-de-aluminio-un-material-polivalente-y-siempre-al-100-de-calidad/#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20gracias%20a%20la%20investigaci%C3%B3n,de%20500%20a%20C3%B1os%20en%20desaparecer.>
- Mediano, C. M. (2014). *Técnicas e Instrumentos de Recogida de Análisis de Datos*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Millán Delgado, F., Sánchez García, D., & Olaya Flórez, J. (2015). Reciclaje de aluminio: oportunidades de desarrollo en Bogotá (Colombia). Colombia.
- MINAMBIENTE. (14 de ABRIL de 2024). *MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE*. Obtenido de MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ministerio de Industria y Comercio. (15 de Mar de 2024). *MINCIT*. Obtenido de MINCIT: <https://www.mincit.gov.co/mincomercioexterior/defensa-comercial/dumping/investigaciones-antidumping-en-curso/perfiles-extruidos-de-aluminio-2023>
- Molina, G., & Rodrigo, M. (- de - de 2010). *Universitat de València - Open course Ware*. Obtenido de Universitat de València - Open course Ware: [http://ocw.uv.es/ciencias-de-la-salud/pruebas-1/1-3/t\\_03\\_nuevo2.pdf](http://ocw.uv.es/ciencias-de-la-salud/pruebas-1/1-3/t_03_nuevo2.pdf)
- Mota Solís, L. (04 de Feb de 2020). *La entrevista en la Investigación Cualitativa*. Obtenido de Investigalia.: <https://investigaliacr.com/investigacion/la-entrevista-en-la-investigacion-cualitativa/>
- Nosis Trade. (4 de Mar de 2024). *Trade Nosis*. Obtenido de Comex: <https://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Colombia/aluminio-y-sus-manufacturas/CO/76>
- NTC - 6359:2019. (16 de Oct de 2019). *e-collection icontec*. Obtenido de Norma Tecnica Colombiana 6359:2019: <https://ecollection-icontec-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/normavw.aspx?ID=76457>
- NTC - ISO 9000:2015;. (15 de Oct de 2015). *e-collection icontec*. Obtenido de e-collection icontec: <https://ecollection-icontec-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/normavw.aspx?ID=6352>
- Ortega, C. (16 de Abril de 2024). *Análisis estadístico: Qué es, usos y cómo realizarlo*. Obtenido de Question Pro: <https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-estadistico/>
- Question Pro. (15 de Abril de 2024). *Análisis de datos*. Obtenido de Question Pro: [https://www.questionpro.com/es/analisis-de-datos.html#tecnicas\\_analisis\\_de\\_datos](https://www.questionpro.com/es/analisis-de-datos.html#tecnicas_analisis_de_datos)
- Raj, A. (16 de Feb de 2024). La tecnología en envases impulsa la economía circular. *PPG*, pág. 1.
- Raj, A. (16 de Febrero de 2024). *PPG Packaging Coatings*. Obtenido de <https://colombia.ppg.com/Blog/Envases/La-tecnologia-en-envases-impulsa-la-economia-circu.aspx>
- Rivera, K. (28 de Abril de 2015). *Concientización sobre el reciclaje de latas*. Obtenido de <https://reciclatuslatas.wordpress.com/introduccion/>
- Rodriguez, M. (7 de Feb de 2024). *Más Colombia*. Obtenido de Más Colombia: <https://mascolombia.com/investigacion-por-dumping-en-importaciones-de-extrusiones-de-aluminio/>
- Rodriguez, H. (2024 de Ene de 2024). *National Geographic España*. Obtenido de National Geographic España: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-aluminio-al\\_18221#google\\_vignette](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-aluminio-al_18221#google_vignette)
- SICEX. (15 de Jun de 2021). *SICEX*. Obtenido de SICEX: <https://sicex.com/blog/panorama-de-la-importacion-de-acero-en-colombia/>

*Sicex Promotio Global Trade*. (s.f.). Obtenido de <https://sicex.com/>  
*SICEX Promotion Global Trade*. (15 de Junio de 2021). Obtenido de <https://sicex.com/blog/panorama-de-la-importacion-de-acero-en-colombia/>  
SNIES. (12 de Abril de 2024). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Obtenido de Ministerio de Educación: <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>  
Tech, E. e. (19 de Febrero de 2016). *The Food Tech*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/historico/reciclaje-de-aluminio-oportunidad-en-bogota/>  
The Aluminum Association. (2024). Obtenido de <https://www.aluminum.org/>  
The Food Tech. (16 de Febrero de 2016). Obtenido de <https://thefoodtech.com/historico/reciclaje-de-aluminio-oportunidad-en-bogota/>  
Velázquez, A. (12 de Abr de 2024). *¿Cuál es la diferencia entre población y muestra? - Investigación de mercado*. Obtenido de Question Pro: <https://www.questionpro.com/blog/es/diferencia-entre-poblacion-y-muestra/#:~:text=Los%20datos%20de%20poblaci%C3%B3n%20son,esto%20no%20siempre%20es%20posible.>