

# 2020

## Informe estadístico



Convenio 025-2019 celebrado entre la FIDUCIARIA COLOMBIANA DE COMERCIO EXTERIOR S.A. FIDUCOLDEX, actuando en su condición de administradora de COLOMBIA PRODUCTIVA y la ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIAS PLÁSTICAS - ACOPLÁSTICOS.

03/04/2020

**INFORME ESTADÍSTICO****Convenio de Cooperación 025-2019**

**Proyecto piloto consistente en estructurar una caracterización de los transformadores de plásticos posconsumo que servirá como insumo para facilitar el cumplimiento por parte de un grupo de productores del Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques, establecido en la Resolución MADS 1407 del 2018, fortaleciendo los procesos de Responsabilidad Extendida del Productor del sector y apoyando el proceso de acercamiento a modelos de producción en economía circular**

**Diagnóstico del nivel de preparación de 56 empresas transformadoras de Plástico posconsumo en Medellín y su Área Metropolitana (Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Sabaneta, Itagüí, La Estrella y Caldas)**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA****DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES****Mauricio Hernández Tascón**

Director de Investigaciones, Universidad Piloto de Colombia.

**Tulia Dayanna Sánchez Rodríguez**

Jefe Oficina de Innovación y Transferencia de Conocimiento

**ACOPLÁSTICOS****Daniel Mitchell**

Presidente

**Paula Ocampo**

Directora Jurídica y Ambiental

**Daniela Villamarín**

Coordinadora de Proyectos Ambientales

**AUTORES****Equipo Académico****Alba Cecilia Sandoval Dueñas**

Coordinación Proyecto

**Tulia Dayanna Sánchez Rodríguez**

Asesoría Metodológica

**Jesús María Cárdenas Beltrán**

Asesoría Estadística

**Lesly Garzón Ríos**

Líder Técnico

**EQUIPO ADMINISTRATIVO****María Fernanda Páez**

Directora Ejecutiva Consultoría

**Leidy Andana**

Coordinadora de Operaciones Consultoría

## CONTENIDO

INFORME ESTADÍSTICO .....	2
LISTADO DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURA .....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
1. METODOLOGÍA Y FICHA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
1.1. Metodología .....	7
1.2. Ficha Técnica de la Investigación.....	8
2. IDENTIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS .....	9
2.1. Geolocalización de las 56 empresas transformadoras de plástico posconsumo.....	9
2.2. Transformadoras de Plástico Posconsumo	10
2.3. Acceso Material para Transformación...	11
2.4. Condiciones del Material para Transformación .....	12
3. CATEGORÍAS DESCRIPTIVAS .....	12
3.1. Categoría Descriptiva: Conocimiento.....	12
3.1.1. Conocimiento de la Resolución 1407 de 2018 .....	13
3.1.2. Actividades de Cumplimiento .....	13
3.1.3. Roles .....	14
3.1.4. Capacitaciones .....	14
3.1.5. Acciones y Programas .....	15
3.2. Categoría Descriptiva: Producción / Operación .....	16
3.2.1. Aprovechamiento de Material .....	16
3.2.2. Análisis de Transformación: Tipo de Resina .....	19
3.2.3. Capacidad de Almacenamiento de Material.....	23
3.2.4. Volúmenes Recibidos y Procesados .....	23
3.2.5. Producto Final y Comercialización .....	24
3.2.6. Tecnologías de Transformación: Empresas Transformadoras .....	25
3.2.7. Canales de Distribución.....	26
3.2.8. Procesos de Logística Inversa .....	26
3.2.9. Sistematización .....	27
3.2.10. Certificaciones.....	27
3.2.11. Problemáticas Procesos Productivos ..	28
3.3 Categoría Descriptiva: Crecimiento.....	28
3.3.1. Crecimiento respecto a los últimos 5 años .....	28
3.3.2. Infraestructura .....	29
3.3.3. Oportunidades de Mejora .....	29
3.4. Categoría Descriptiva: Ambiental.....	30
3.4.1. Recursos utilizados en el proceso (Agua, Energía, Gas, Otros) .....	30
3.4.2. Permisos Ambientales y Medidas de Mitigación .....	30
3.4.3. Certificaciones Ambientales.....	31
4. ESCALA DE VALORACIÓN “PREPARACIÓN DE LAS 56 EMPRESAS TRANSFORMADORAS ANTE LA RESOLUCIÓN 1407 DE 2018” .....	31
4.1. Metodología Escala de Valoración .....	31
4.2. Resultados Generales: Escala de Valoración Medellín y Área Metropolitana.....	32

5. CONCLUSIONES: HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES .....	33
5.1. Hallazgos: Categoría Descriptiva Conocimiento .....	33
5.2. Hallazgos: Categoría Descriptiva Producción / Operación.....	33
5.3. Hallazgos: Categoría Descriptiva Crecimiento .....	34
5.4. Hallazgos: Categoría Descriptiva Ambiental.	35
6. BIBLIOGRAFÍA.....	36

## LISTADO DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURA

### TABLAS

Tabla 1	Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor conocimiento. ....	7
Tabla 2	Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor de crecimiento. ....	7
Tabla 3	Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor producción/operación. ....	8
Tabla 4	Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor Ambiental. ....	8
Tabla 5	Preguntas analizadas de acuerdo con la metodología estadística de alfa de Cronbach. ....	32

### GRÁFICAS

Gráfica 1	Porcentajes de Geolocalización. ....	9
Gráfica 2	Porcentaje origen de la materia prima que se transforma. ....	10
Gráfica 3	Porcentaje Materia Prima Posconsumo. ....	10
Gráfica 4	Porcentaje de transformación. ....	11
Gráfica 5	Cantidad de empresas por producto final. ....	11
Gráfica 6	Acceso al material por parte de las empresas transformadoras. ....	12
Gráfica 7	Condiciones en las cuales las empresas transformadoras reciben el material. ....	12
Gráfica 8	Conocimiento de la Resolución 1407 por parte de las empresas transformadoras. ....	13
Gráfica 9	Conocimiento específico de la Resolución 1407/18, de las empresas transformadoras. ....	13
Gráfica 10	Conocimiento del rol que desempeña la actividad de las empresas transformadoras dentro de la Res. 1480 de 2018. ....	14
Gráfica 11	Capacitaciones recibidas respecto a la Res 1407 de 2018. ....	14
Gráfica 12	Percepción del nivel de preparación para ser una empresa transformadora según lo requerido en la Resolución 1407 de 2018. ....	15
Gráfica 13	Frecuencia de actividades de sensibilización/capacitación a los consumidores finales de separación en la fuente. ....	16
Gráfica 14	Empresas que cuentan con programas de Responsabilidad Ambiental. ....	16
Gráfica 15	Empresas que realizan recolección propia del material. ....	17
Gráfica 16	¿Cómo se recibe material por parte de las empresas transformadoras? ....	18
Gráfica 17	¿Requiere de procesos adicionales de separación o selección de material para mejorar los estándares de calidad? ....	18
Gráfica 18	Procesos de transformación de material para convertirlo en material prima secundaria. ....	19

Gráfica 19	Cantidad de empresas que procesan las diferentes resinas plásticas. ....	19
Gráfica 20	Frecuencia de transformación del PET. ....	20
Gráfica 21	Frecuencia de transformación del HDPE. ....	20
Gráfica 22	Frecuencia de transformación del PVC. ....	21
Gráfica 23	Frecuencia de transformación del LDPE. ....	21
Gráfica 24	Frecuencia de transformación del PP. ....	22
Gráfica 25	Frecuencia de transformación de PS. ....	22
Gráfica 26	Frecuencia de transformación de Otros (Mezclas). ....	23
Gráfica 27	Número de bodegas vs número de empresas. ....	23
Gráfica 28	Cantidad Ton./mes entre el material recibido y el material transformado por resina. ....	24
Gráfica 29	Cantidad Ton./mes de producto final. ....	24
Gráfica 30	Maquinaria utilizada para transformar hasta materia prima. ....	25
Gráfica 31	Maquinaria utilizada para transformar hasta producto final. ....	25
Gráfica 32	Canal de distribución - Exportaciones de las empresas transformadoras. ....	26
Gráfica 33	Procesos de logística inversa de las empresas transformadora. ....	26
Gráfica 34	Sistematización de la información por parte de las empresas transformadoras. ....	27
Gráfica 35	Publicación de la información sistematizada por parte de las empresas transformadoras. ....	27
Gráfica 36	Entrega de certificados (no asociados a la Res. 1407/18) parte de las empresas transformadoras. ....	28
Gráfica 37	Problemáticas en el proceso productivo de las empresas transformadoras. ....	28
Gráfica 38	Percepción de crecimiento de las empresas transformadoras. ....	29
Gráfica 39	Capacidad para recibir más material por parte de las empresas transformadoras. ....	29
Gráfica 40	Recursos utilizados por las empresas transformadoras. ....	30
Gráfica 41	Nivel de preparación de las empresas como resultado del instrumento aplicado. ....	33
Gráfica 42	Porcentaje del nivel de preparación de las empresas como resultado del instrumento aplicado. ....	33

### FIGURA

Figura 1	Mapa Geolocalización Empresas Transformadoras. ....	9
----------	---	---

## INTRODUCCIÓN

Los retos actuales que vivimos como humanidad nos llevan a buscar mecanismos y alianzas para favorecer el equilibrio ambiental y la sostenibilidad; en este sentido, ACOPLÁSTICOS como entidad gremial colombiana, que reúne y representa a las empresas de las cadenas productivas químicas, que incluyen las industrias del plástico, caucho, pinturas y tintas (recubrimientos), fibras, petroquímica y sus relacionadas, y COLOMBIA PRODUCTIVA que tiene como propósito ayudar a la industria y a sus empresas a producir más, con mejor calidad y mayor valor agregado, por medio del Convenio de Cooperación 025-2019 buscan liderar procesos de investigación y desarrollo, así como sinergias entre empresas que resulten en nuevos negocios, buenas prácticas en la cadena de valor de plásticos y articular diferentes acciones con el objetivo de cerrar el ciclo de vida de los residuos plásticos.

En ese sentido, el presente informe da cuenta de la labor que se realizó entre los meses de septiembre de 2019 y marzo de 2020 con apoyo de la Universidad Piloto de Colombia; en el marco del proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D) *“Proyecto piloto que consiste en estructurar una caracterización de los transformadores de plásticos posconsumo que servirá como insumo para facilitar el cumplimiento por parte de un grupo de productores del Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques, establecido en la Resolución MADDS 1407 del 2018, fortaleciendo los procesos de Responsabilidad Extendida del Productor del sector y apoyando el proceso de acercamiento a modelos de producción en economía circular”, a través del cual se hizo un Diagnóstico del nivel de preparación de 56 empresas transformadoras de plástico posconsumo en Medellín y Área Metropolitana, con el cual se busca conocer el nivel de preparación de una muestra de 56 empresas transformadoras de plástico posconsumo ubicadas en Medellín y su Área Metropolitana, a través de la aplicación de un instrumento de recolección de información y un espacio de sensibilización que fortaleció el rol que tienen las empresas transformadoras como actores certificadores de aprovechamiento, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 1407 de 2018 “Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones” expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

Las abreviaciones que fueron usadas tanto en la aplicación del instrumento de recolección como en el espacio de socialización son:

- TMP: Empresa Transformadora de Materia Prima.
- TPF: Empresa Transformadora de Producto Final.
- PET: Polietileno Tereftalato.
- HDPE: Polietileno de Alta Densidad.
- PVC: Policloruro de vinilo.
- LDPE: Polietileno de Baja Densidad.
- PP: Polipropileno.
- PS: Poliestireno.
- OTROS: Polímeros clasificados como #7.
- PC: Policarbonato.
- Res.1407/18: Resolución 1407 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El presente informe tiene las siguientes secciones, que evidencian los resultados y hallazgos del estudio:

- ❖ **Metodología y Ficha Técnica de la Investigación.** Esta sección describe el enfoque, tipo y técnicas de investigación y desarrollo, usadas para este proyecto.

- ❖ **Identificación de las Empresas.** Esta sección contempla la geolocalización de las 56 empresas transformadoras entrevistadas de plástico posconsumo y la caracterización del proceso de transformación (transformadoras de plástico posconsumo, acceso al material para transformación, condiciones del material reciclado y bodegas de almacenamiento).
- ❖ **Categorías Descriptivas.** En esta sección, se detallan los resultados del análisis de la información recolectada en las 56 empresas transformadoras, por medio de cuatro categorías descriptivas:
  - 1. Conocimiento:** Preguntas que buscan establecer el nivel de información que tienen las empresas transformadoras respecto a la Resolución 1407 de 2018, y su rol en ésta.
  - 2. Producción/Operación.** Preguntas que hacen énfasis en los materiales recibidos y transformados, así como su capacidad técnica y operativa.
  - 3. Crecimiento.** Preguntas que se relacionan con la evolución en ventas, producción, empleados, exportación, tecnología, infraestructura, otros, en los últimos cinco años de la empresa transformadora.
  - 4. Ambiental.** Preguntas que evidencian los recursos utilizados en el proceso de transformación (agua, energía, gas, otros), así como, permisos y medidas de mitigación ambiental.
- ❖ **Escala de Valoración.** En esta sección, se ilustra la escala que buscó en una valoración de 1 a 100, evidenciar el estado de preparación de las 56 empresas transformadoras y de Medellín y su Área Metropolitana.
- ❖ **Conclusiones, Hallazgos y Recomendaciones.** En esta sección, se evidencian los principales hallazgos del proyecto luego de realizar los análisis de la información. Con estos hallazgos, se buscó generar recomendaciones para Acoplásticos que faciliten desarrollar estrategias que permitan el cumplimiento de la Resolución y el crecimiento de la industria del reciclaje de residuos plásticos.

**Nota:** Las 56 empresas participantes firmaron acuerdos de confidencialidad dado el carácter sensible de la información entregada. Dado que solo tienen acceso a la misma Acoplásticos, Colombia Productiva y la Universidad Piloto de Colombia, para la difusión de los resultados de este estudio se utilizará una versión con datos agregados.

## 1. METODOLOGÍA Y FICHA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Metodología

Es una investigación de carácter mixto, donde a través de un abordaje investigativo empírico y analítico, se busca establecer categorías descriptivas e inferenciales, e indicadores de valoración, a partir de la información cuantitativa y cualitativa obtenida en la caracterización realizada a las empresas.

A partir de un análisis descriptivo univariado a la información, se evidenció la normalidad de las variables (preguntas), por medio de medidas de tendencias centrales (máximos, mínimos, media y dispersión) para cada variable; y se estableció en el marco de un análisis de minería de datos la asociación entre las variables (preguntas) para poder realizar la comparación de una variable entre grupos (Blaikie, 2003).

Igualmente, para construir la escala de valoración que posteriormente se aplicó a las empresas transformadoras, se realizó un análisis de conglomerados con las herramientas software IBM SPSS Modeler, Data Mining, Business Intelligence (BI) y Big Data, basado en consideraciones teóricas, conceptuales y prácticas, incorporando cuatro categorías descriptivas de las preguntas: conocimiento, producción/operación, crecimiento, y ambiental.

Además, con el fin de corroborar si se cumplían los índices de confiabilidad del instrumento en cada uno de los factores aplicados, se procedió a realizar un análisis Alpha de Cronbach (medida de correlación entre los componentes que forman parte de la escala; permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de preguntas o ítems, el cual explica y mide el mismo constructo o dimensión teórica (Cronbach, 1951)). Para este estudio, se llevó a cabo un análisis factorial de cuatro (4) categorías descriptivas, también denominadas factores de agrupación.

1. **Conocimiento:** El 73% de las preguntas explican y miden la categoría descriptiva, debido a que su Alfa de Cronbach arrojó el 0,73 de consistencia y fiabilidad.

**Tabla 1** Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor conocimiento.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados
73%	,73

Fuente: Elaboración por los autores con datos obtenidos del SPSS.

2. **Crecimiento:** El coeficiente Alfa de Cronbach (0,325) para la categoría descriptiva *crecimiento*, es de 33%. Siendo el menor de las cuatro categorías descriptivas, en tanto que el enfoque del instrumento de recolección, se orientó principalmente a las preguntas de producción/operación.

**Tabla 2** Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor de crecimiento.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados
33%	,325

Fuente: Elaboración por los autores con datos obtenidos del SPSS.

**3. Producción/Operación:** El coeficiente Alfa de Cronbach para la categoría descriptiva Producción/Operación es de 0,515.

**Tabla 3** Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor producción/operación.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados
52%	,515

Fuente: Elaboración por los autores con datos obtenidos del SPSS.

**4. Ambiental:** El coeficiente Alfa de Cronbach para la prueba de las preguntas que miden la categoría descriptiva “Ambiental” es de 77%.

**Tabla 4** Fiabilidad (Alfa de Cronbach) del Factor Ambiental.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados
77%	,771

Fuente: Elaboración por los autores con datos obtenidos del SPSS.

Los índices de confiabilidad considerados demuestran que el instrumento de recolección cumple con los criterios adecuados de confiabilidad y consistencia interna, es decir, en promedio 59% (0,59) de las preguntas o ítems explican y miden cada una de las cuatro (4) categorías descriptivas, debido a que oscila entre 0 y 1.

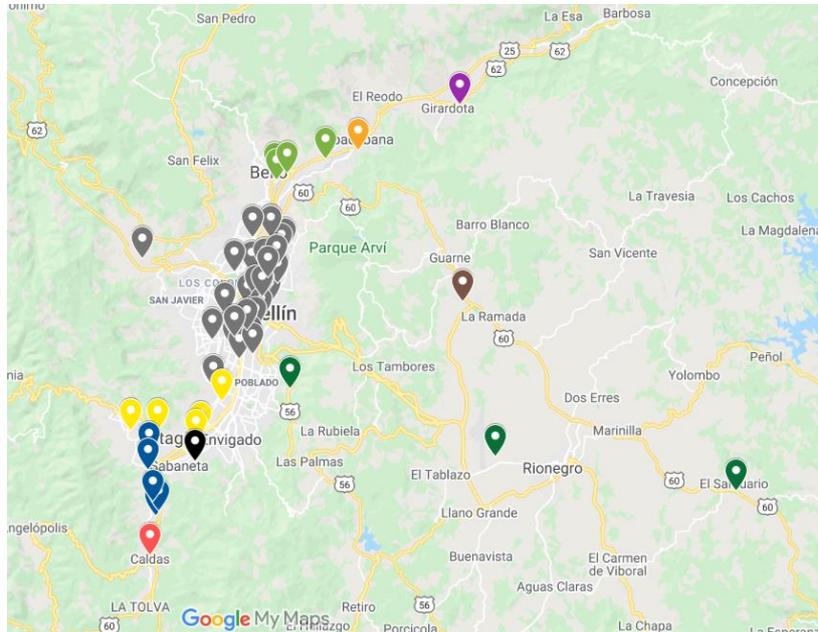
## 1.2 Ficha Técnica de la Investigación.

<b>Universo de la Encuesta</b>	Empresas Transformadoras de plástico posconsumo ubicadas en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana.
<b>Ámbito Geográfico</b>	Medellín y su Área Metropolitana (Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Sabaneta, Itagüí, La Estrella y Caldas).
<b>Diseño del Formulario</b>	Acoplásticos y Universidad Piloto de Colombia.
<b>Tamaño de la Muestra</b>	Cincuenta y cinco (56) Empresas Transformadoras de plástico posconsumo.
<b>Procedimiento de Muestreo</b>	Entrevista in situ con aplicación del instrumento de medición (formulario) en cada empresa geolocalizada.
<b>Fecha de Realización</b>	Viernes 27 de diciembre de 2019 a viernes 10 de febrero de 2020.
<b>Educación Ambiental Sensibilización de la Res.1407/2018</b>	Infografía (Señalética) instalada en las Empresas Transformadoras encuestadas.
<b>Margen de Error</b>	0.5%
<b>Índice de Confiabilidad</b>	95%

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS

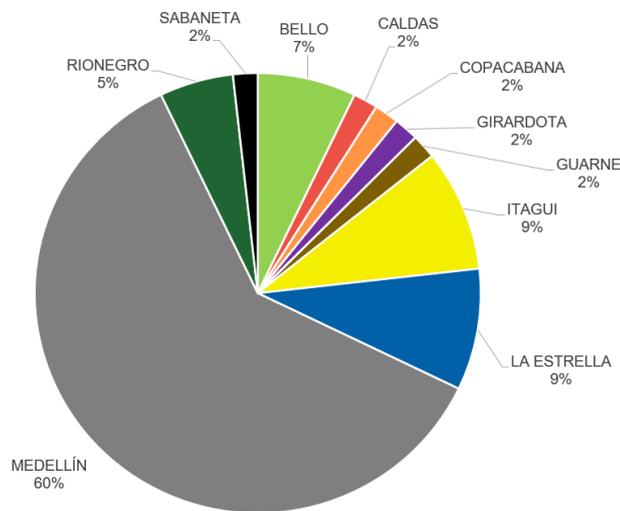
### 2.1. Geolocalización de las 56 empresas transformadoras de plástico posconsumo.

**Figura 1** Mapa Geolocalización Empresas Transformadoras.



Fuente: Elaborado por los Autores a partir de <https://bit.ly/2TS1r8k>

**Gráfica 1** Porcentajes de Geolocalización.



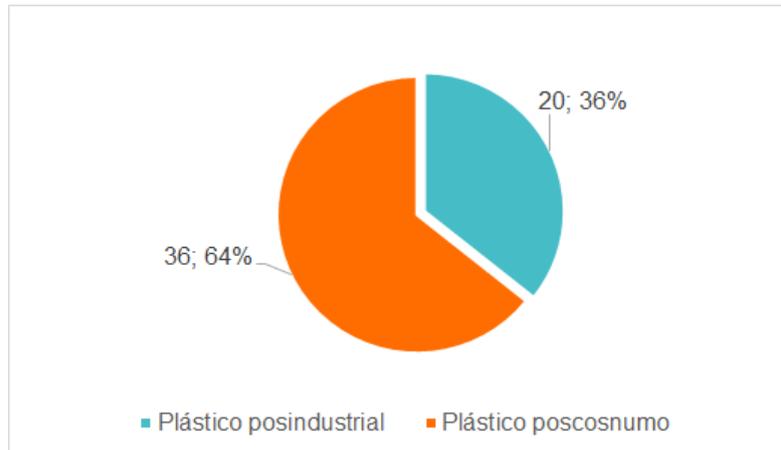
Fuente: Elaborado por los Autores.

La ubicación de las 56 empresas visitadas se concentra principalmente en la ciudad de Medellín con un 60%, seguido de Itagüí y La Estrella con 9%, y Bello con 7% completando 85% del total de la muestra. El 15% restante está distribuido entre Rionegro, Sabaneta, Caldas, Copacabana, Girardota y Guarne, municipio aledaño al Área Metropolitana con un 2%, tal como lo indica la gráfica. Los colores de la gráfica corresponden a los usados en la geolocalización del mapa que puede ser consultado en línea a través del enlace <https://bit.ly/2IV81TC>.

## 2.2. Transformadoras de Plástico Posconsumo

De las 56 empresas de la muestra, 36 que corresponden al 64% transforman principalmente plástico posconsumo, las 20 empresas restantes correspondientes al 36% reciben principalmente plástico posindustrial. Por otro lado, 10 de las empresas frente a la pregunta ¿Qué porcentaje de su materia prima corresponde a plástico posconsumo? respondieron que entre 0-20%. Sin embargo, la gráfica representa el material que mayoritariamente reciben. (Gráfica 2).

**Gráfica 2** Porcentaje origen de la materia prima que se transforma.

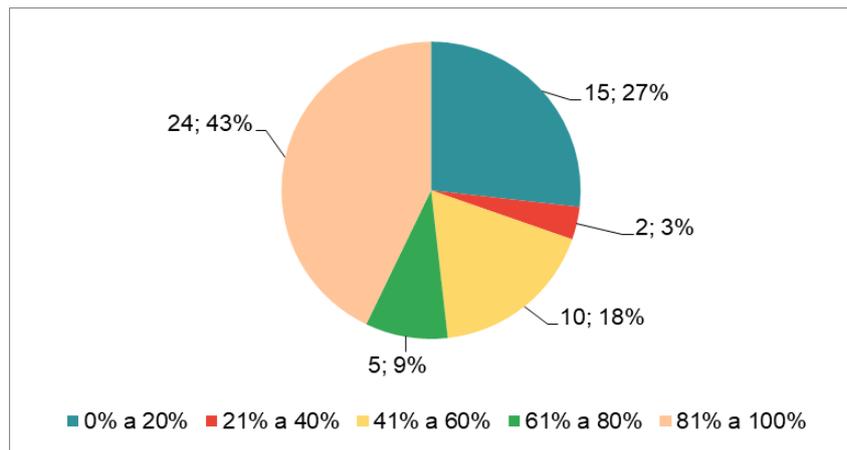


Fuente: Elaborado por los Autores.

Respecto al uso del plástico posconsumo como materia prima, se evidencia que el 43% (24 empresas) de las empresas transformadoras utiliza entre un 81%-100% de material posconsumo para su proceso; seguido de 9% (5 empresas) que utilizan entre un 61% a 80% de este material (Gráfica 3). Al relacionar los dos tipos de materia prima (posconsumo y posindustrial), se concluye que la mayor parte del material que reciben las empresas transformadoras corresponde a plástico posconsumo.

10

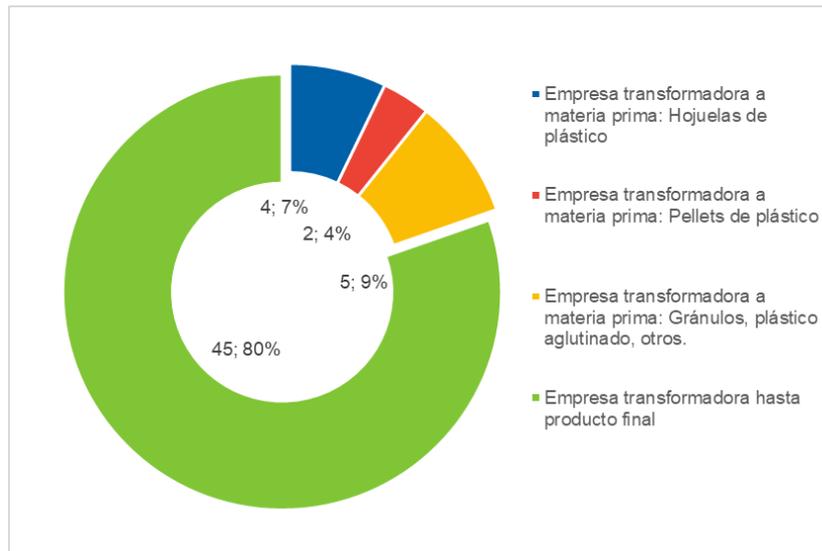
**Gráfica 3** Porcentaje Materia Prima Posconsumo.



Fuente: Elaborado por los Autores.

Como resultado del proceso de transformación, en las 56 empresas transformadoras de la muestra de Medellín y su Área Metropolitana, se evidenció que 45 empresas (80%) generan productos finales como madera plástica, artículos para el hogar, bolsas, mangueras, entre otros, y 20% restante corresponde a empresas transformadoras que generan materia prima, como hojuelas (escamas) o *pellets* (plástico extruido que son cortados en pequeños trozos “*bolitas de plástico*”) (Gráfica 4).

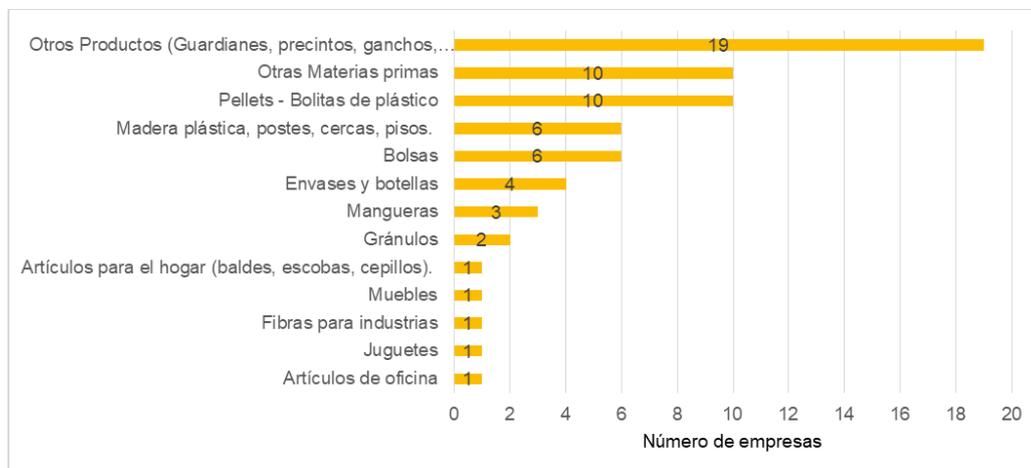
**Gráfica 4** Porcentaje de transformación.



Fuente: Elaborado por los Autores.

De lo expuesto anteriormente, teniendo en cuenta que varias empresas cuentan con más de un proceso de transformación en los que pueden tener tanto producto terminado como generación de materia prima en el eslabón final de su cadena de producción, en la siguiente gráfica se presentan las diferentes opciones encontradas, adicionalmente, algunas empresas tienen más de un producto final (Gráfica 5).

**Gráfica 5** Cantidad de empresas por producto final.



Fuente: Elaborado por los Autores.

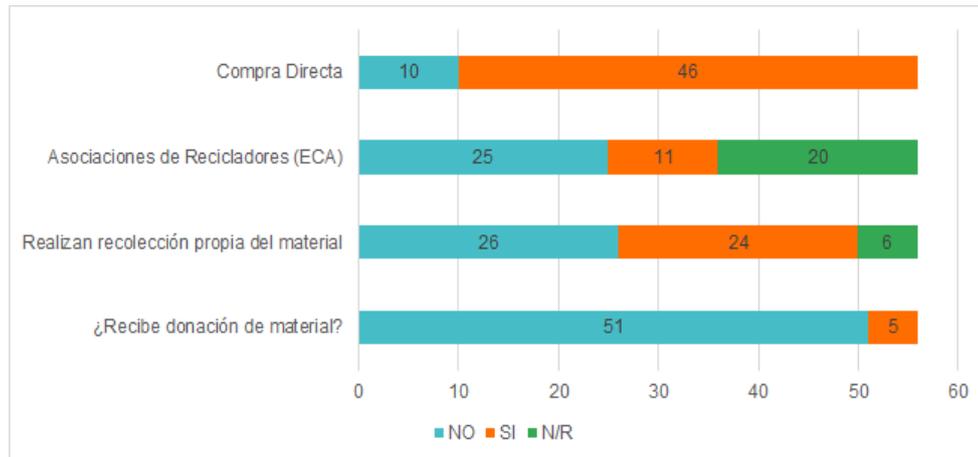
### 2.3. Acceso Material para Transformación

El acceso al material está dado principalmente por la compra directa, 46 de las 56 empresas transformadoras compran directamente el material que procesan, la ruta del residuo no es posible obtenerla, ya que la mayoría de las empresas no entregan datos de sus proveedores, la labor de articulación con gestores de residuos o asociaciones de recicladores, la llevan a cabo únicamente 11 empresas.

La recolección por medio de rutas en diferentes puntos se da en 24 empresas las cuales disponen de logística propia o contratan el transporte con un tercero para cubrir algunas áreas de Medellín o clientes específicos, 26 empresas lo reciben directamente en su lugar de acopio, 6 empresas encuestadas no

responden a esta pregunta y tan solo 5 reciben el material por medio de la figura de donación (Gráfica 6).

**Gráfica 6** Acceso al material por parte de las empresas transformadoras.



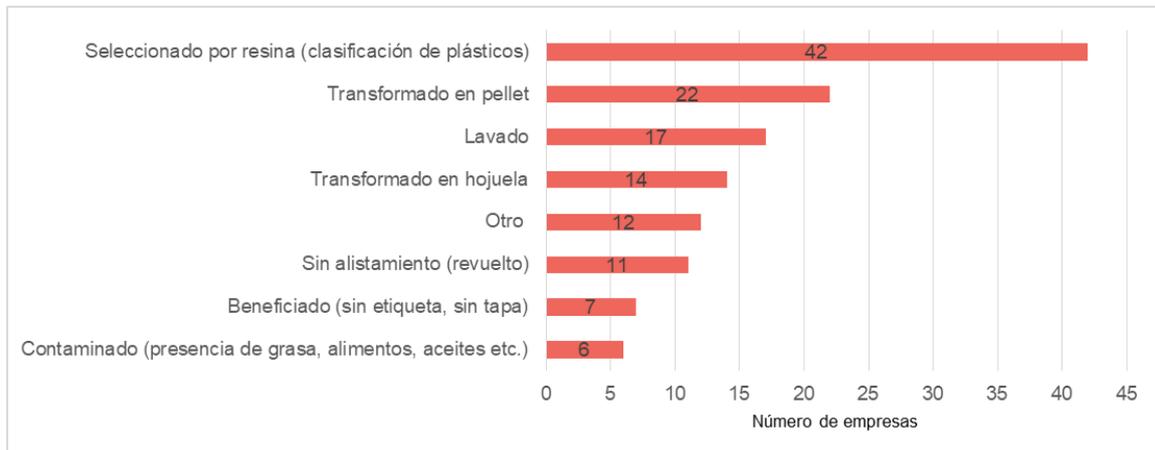
Fuente: Elaborado por los Autores.

## 2.4. Condiciones del Material para Transformación

Frente a la pregunta de las condiciones sobre las cuales se recibe el material, las empresas transformadoras indicaron diferentes formas, en las cuales sobresale la clasificación por tipo de resina, compra directa del pellet y material previamente lavado. En su mayoría las empresas reciben el material con diferentes condiciones, notando que los plásticos contaminados son los menos aceptados debido a la dificultad que se genera al momento de procesarlos (Gráfica 7).

12

**Gráfica 7** Condiciones en las cuales las empresas transformadoras reciben el material.



Fuente: Elaborado por los Autores.

## 3. CATEGORÍAS DESCRIPTIVAS

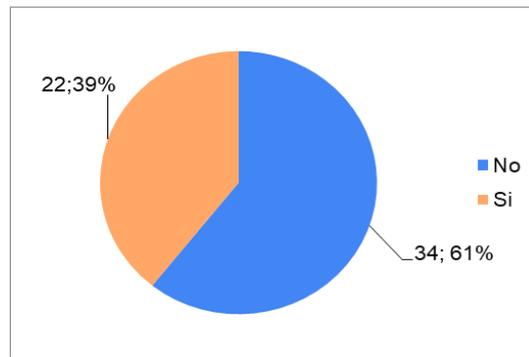
### 3.1. Categoría Descriptiva: Conocimiento

En esta categoría se analizan las respuestas enfocadas al conocimiento de la Resolución 1407 de 2018, así como las prácticas asociadas a capacitaciones, sensibilizaciones, estrategias de educación ambiental, programas y acciones, con base a las preguntas asociadas a esta categoría.

### 3.1.1. Conocimiento de la Resolución 1407 de 2018

Debido al enfoque que tiene el estudio, una de las primeras preguntas que se tuvieron en cuenta en el instrumento de medición fue indagar si las empresas conocen la Resolución 1407 de 2018, cuyo objeto es “Reglamentar la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal”. El análisis de la información evidencia que 34 empresas (61%) no conocen la Resolución (Gráfica 8), por lo que la señalética como herramienta de educación ambiental permitió acercar de manera puntual la información a quienes no la conocían.

**Gráfica 8** Conocimiento de la Resolución 1407 por parte de las empresas transformadoras.

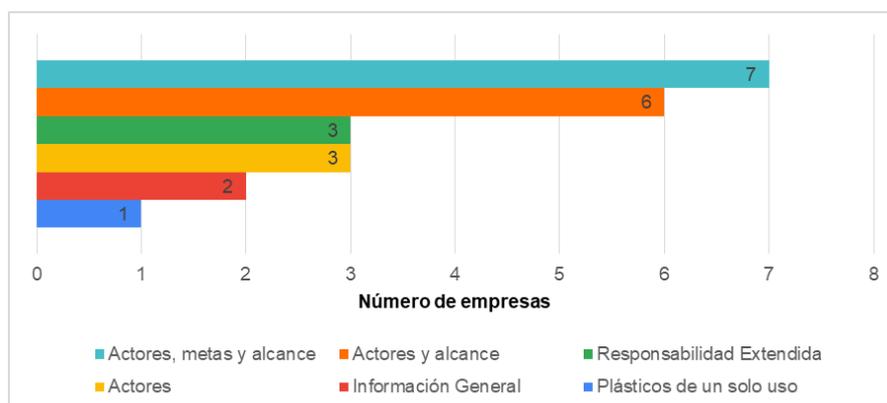


Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.1.2. Actividades de Cumplimiento

A quienes respondieron afirmativamente a la pregunta ¿tiene conocimiento de la Resolución 1407 de 2018?, se les hizo la siguiente pregunta de profundización: ¿Qué conoce de la Resolución (actores, metas de cumplimiento, alcance)? Esta pregunta, evidenció que de las 22 empresas transformadoras (36%) que manifestaron conocer la Resolución, 7 de ellas conocen los actores que están involucrados, cuáles son las metas y el alcance (Gráfica 9) y de estas 7 empresas, una manifestó que aparte de conocer toda la Resolución, ha participado en mesas de trabajo con Acoplásticos y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En la siguiente gráfica se evidencia el conocimiento específico de la Resolución que expresaron las 22 empresas transformadoras:

**Gráfica 9** Conocimiento específico de la Resolución 1407/18, de las empresas transformadoras.



Fuente: Elaborado por los Autores.

Así mismo, se indagó a estas 22 empresas transformadoras que actividades relacionadas con la Resolución 1407 de 2018 realizan y las respuestas principalmente corresponden a campañas que fomentan las actividades de reciclaje dirigidas al consumidor final, recolección de los materiales plásticos para procesarlos e integrarlos al ciclo productivo, y cierre del ciclo a través de la generación de subproductos, evitando que lleguen a rellenos sanitarios.

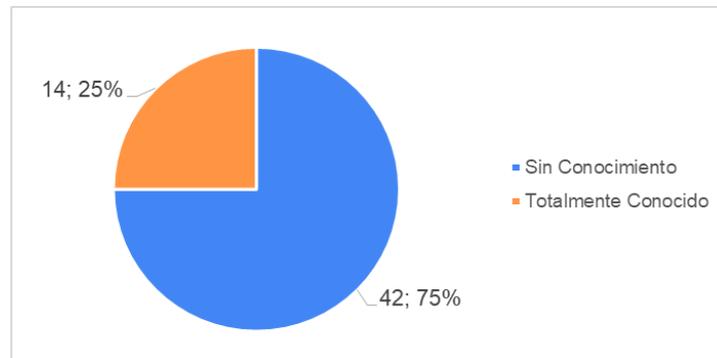
### 3.1.3. Roles

Tener conocimiento de la Resolución 1407 de 2018 cobra especial importancia en razón al rol que cada uno de los actores tiene para el cumplimiento de ésta; por tal motivo, se preguntó acerca de qué tanto las empresas conocen sobre la incidencia de su actividad en el marco de la Resolución.

Esta pregunta de control del instrumento permitió validar los datos anteriormente analizados en la pregunta de conocimiento y actividades de cumplimiento, a través de una escala Likert: 1 (Sin Conocimiento); 2 (Poco Conocimiento); 3 (Conocimiento Básico); 4 (Medianamente Conocido); y 5 (Totalmente conocido).

Se evidencia que tan sólo el 25% de las 56 empresas transformadoras manifiesta conocer el rol que su actividad tiene dentro de la Resolución y el 75% lo desconoce (Gráfica 10). En este sentido, se evidencia, que uno de los grandes retos para el sector de plásticos, es la activación de capacidades de las empresas transformadoras con miras a fortalecer la industria del reciclaje de residuos plásticos.

**Gráfica 10** Conocimiento del rol que desempeña la actividad de las empresas transformadoras dentro de la Res. 1480 de 2018.



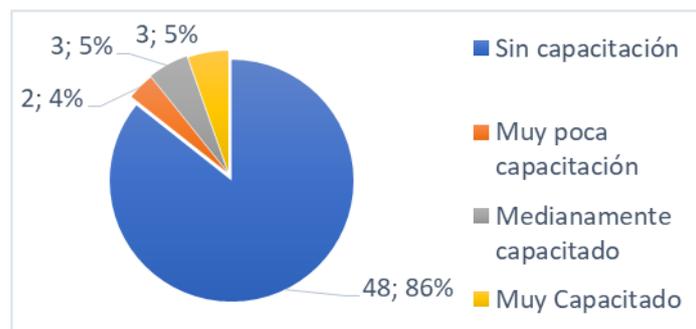
Fuente: Elaborado por los Autores

### 3.1.4. Capacitaciones

Con esta pregunta, se busca conocer si las empresas han recibido capacitaciones para actualizarse respecto a la normatividad vigente, puntualmente la Resolución 1407 de 2018, a través de una escala Likert donde: 1: Sin Capacitación; 2: Muy Poca Capacitación; 3: Medianamente Capacitado; 4: Varias Capacitaciones; y 5: Muy Capacitado.

Como resultado, se evidencia que 48 empresas transformadoras que corresponden al 86%, no han recibido capacitaciones relacionadas a la Resolución (Gráfica 11).

**Gráfica 11** Capacitaciones recibidas respecto a la Res 1407 de 2018.



Fuente: Elaborado por los Autores.

Las empresas que consideran están muy capacitadas, manifiestan que han tomado capacitaciones virtuales y presenciales en la Ruta N en Alianza con la Universidad The Swinburne de Australia, además de capacitaciones con Comfenalco. Unas pocas al estar a la vanguardia del sector también manifiestan haber recibido diversas capacitaciones por parte de la agremiación Acoplásticos.

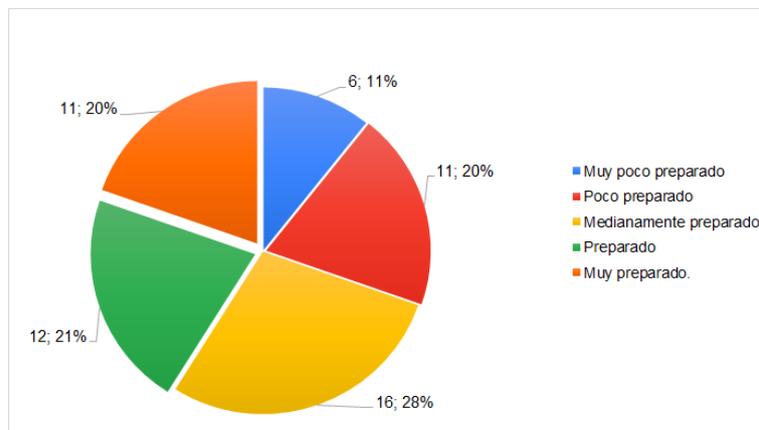
Otras empresas han recibido capacitaciones por parte de Ekored, empresa filial de Enka de Colombia S.A., algunas manifiestan que han asistido a capacitaciones virtuales y presenciales por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de la Alcaldía de Medellín, entre otras. Por último, algunas compañías han recibido capacitaciones asociadas por medio de programas de salud ocupacional.

Por tanto, se buscó conocer la percepción de las empresas respecto a: ¿Qué tan preparado está para ser una empresa transformadora de acuerdo con la Resolución 1407? Las respuestas a esta pregunta fueron moduladas mediante una escala Likert con la siguiente valoración: 1: Muy Poco Preparado; 2: Poco Preparado; 3: Medianamente Preparado; 4: Preparado; y 5: Muy Preparado.

Estas respuestas son de *carácter subjetivo* ya que la visión de cada empresa frente a su impacto en producción es distinta. Sin embargo, se tiene en cuenta para de manera descriptiva medir esta percepción (Gráfica 12).

La percepción frente al nivel de preparación pone de manifiesto que 11 empresas transformadoras (20%) consideran estar muy preparadas para asumir lo que solicita la Resolución 1407 de 2018, y 12 empresas (21%) están preparadas. Este 41% se contrasta con el 59% restante que sienten no estar tan preparados conforme a lo que dicta la Resolución.

**Gráfica 12** Percepción del nivel de preparación para ser una empresa transformadora según lo requerido en la Resolución 1407 de 2018.

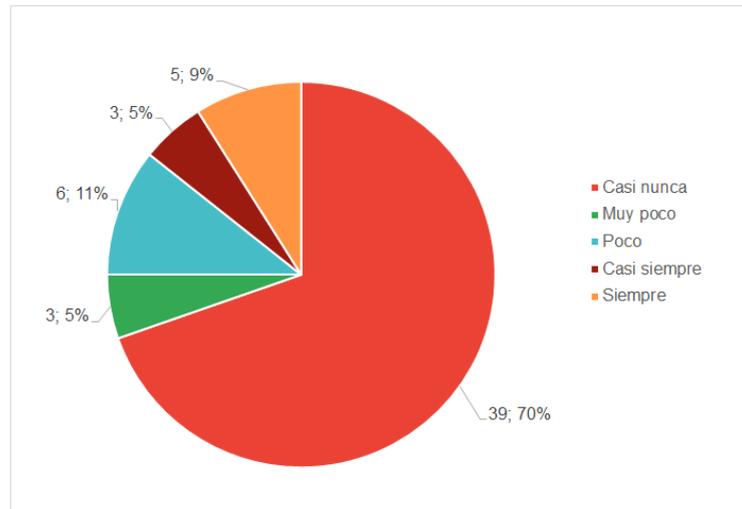


Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.1.5. Acciones y Programas

De cara a los consumidores, para medir la variable de conocimiento hacia afuera se preguntó si la empresa realiza actividades para sensibilizar y/o capacitar a los consumidores finales en relación con la adecuada separación en la fuente de los residuos de empaques y envases. Los resultados evidenciaron que 5 empresas transformadoras (9%) cuentan con programas permanentes de sensibilización, entre los que están las salidas de campo y sensibilización puerta a puerta, publicación de contenidos a través de redes sociales, plataformas de educación como EstraEco Educa, conferencias y charlas en colegios, empresas y Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento (ECAs). Por otra parte, 39 empresas transformadoras (70%) no realizan ninguna actividad de capacitación y/o sensibilización (Gráfica 13).

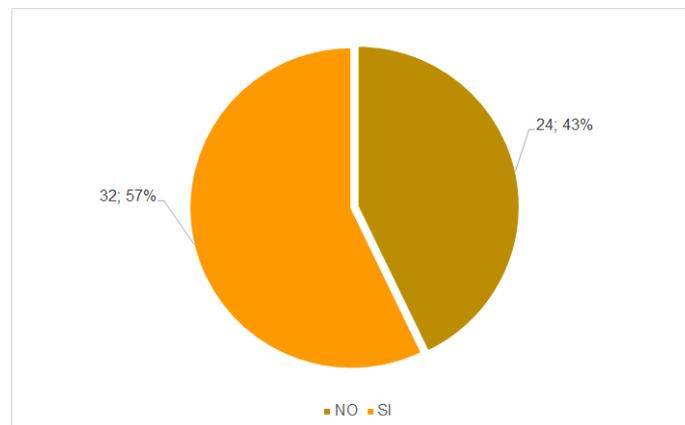
**Gráfica 13** Frecuencia de actividades de sensibilización/capacitación a los consumidores finales de separación en la fuente.



Fuente: Elaborado por los Autores.

En cuanto, a la implementación de acciones y programas que tienen las empresas transformadoras para ampliar la cadena de valor por medio de programas de responsabilidad ambiental que logren una mayor eficiencia de recolección de los residuos plásticos, 57% de las empresas transformadoras manifiestan que cuentan con programas o acciones enfocadas a la responsabilidad con el medio ambiente mediante un comportamiento transparente y ético, y el 43% restante de las empresas no cuentan con ningún programa con ese enfoque (Gráfica 14).

**Gráfica 14** Empresas que cuentan con programas de Responsabilidad Ambiental.



Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2. Categoría Descriptiva: Producción / Operación

En esta categoría se analizan las respuestas enfocadas a la cadena de producción desde el momento en el que se reciben los materiales, pasando por el proceso operativo de transformación, hasta la comercialización del producto resultante del proceso, basados en las cincuenta y cuatro (54) preguntas asociadas a esta categoría.

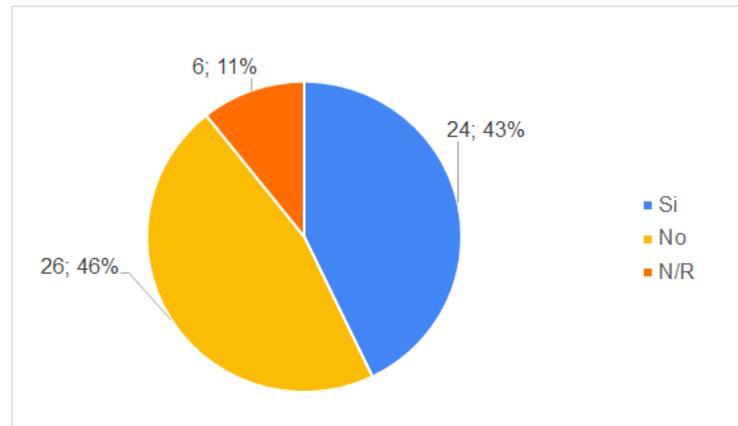
#### 3.2.1. Aprovechamiento de Material

El ciclo inicia con la recolección del material (Gráfica 15) donde 24 empresas transformadoras (43%) del total de la muestra realizan directamente esta recolección de dos formas:

- Recolección propia por parte de las empresas transformadoras en diferentes zonas, tales como: Corregimiento San Cristóbal, zona urbana de Medellín, Oriente Antioqueño, Valle de Aburrá, La Dorada, y Área Metropolitana.
- Recolección propia por parte de las empresas transformadoras a otras empresas o establecimientos.

Estas empresas realizan estas rutas con camiones y/o vehículos propios, que se programan de acuerdo con la solicitud de los clientes con frecuencias según la cantidad de material.

**Gráfica 15** Empresas que realizan recolección propia del material.



Fuente: Elaborado por los Autores

Las 26 empresas transformadoras (46%) que no cuentan con recolección propia de material, indican que el material llega directamente a sus instalaciones o a través de terceros. Por último, 6 de las empresas (11%) no responden a esta pregunta.

17

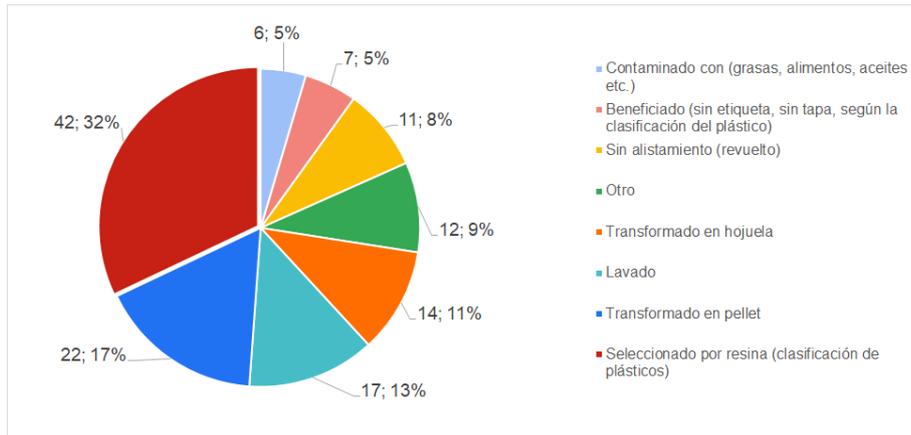
Posteriormente, cuando llega el material a las instalaciones de la empresa transformadora se detallan ocho categorías de cómo éstas reciben los residuos plásticos para su transformación, a continuación se enuncian las que representan el 60% teniendo en cuenta que las empresas pueden recibir el material de diferentes maneras:

- 42 empresas transformadoras (32%) reciben el plástico separado por resina, siendo esta la clasificación básica para el proceso inicial.
- 22 empresas transformadoras (17%) reciben el plástico transformado en pellet.
- 14 empresas transformadoras (11%) reciben el plástico transformado en hojuela.

Es importante precisar que es menor el número de empresas que reciben los plásticos revueltos (11 empresas, 8%), beneficiados<sup>1</sup> (7 empresas, 5%), y contaminados (6 empresas, 5%), debido a los altos costos que implica seleccionar o mejorar las condiciones del material para su procesamiento.

<sup>1</sup> Plásticos Beneficiados: Sin etiqueta, sin tapa y separados según la clasificación del tipo de plástico.

**Gráfica 16** ¿Cómo se recibe material por parte de las empresas transformadoras?



Fuente: Elaborado por los Autores

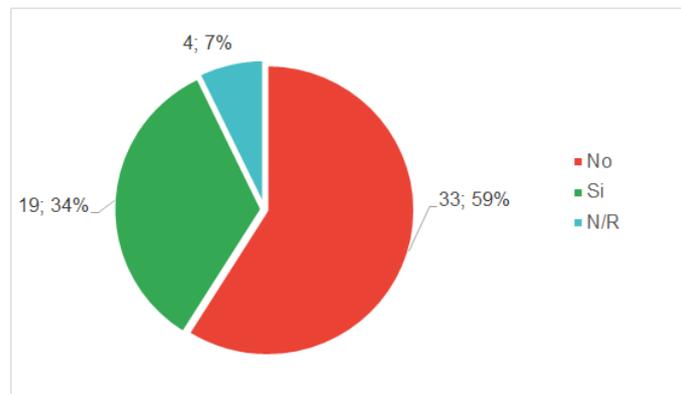
Cabe resaltar que en la categoría “otros”, se encontró que 7 de estas 12 empresas transformadoras reciben el material molido y 2 empresas lo reciben aglutinado.

Una vez se ha recibido el material, se indagó si las empresas transformadoras tienen que realizar algún proceso de separación o selección adicional al material plástico para mejorar los estándares de calidad. Los resultados evidencian que:

- 33 empresas transformadoras (59%) no tienen que hacer procesos adicionales.
- 19 empresas transformadoras (34%) sí realizan procesos como: retirar adhesivos antes de moler, separar por colores, limpiar y/o lavar, clasificar por resinas, tamizar, decantar entre los más comunes.
- 4 empresas transformadoras no respondieron a esta pregunta (Gráfica 17).

18

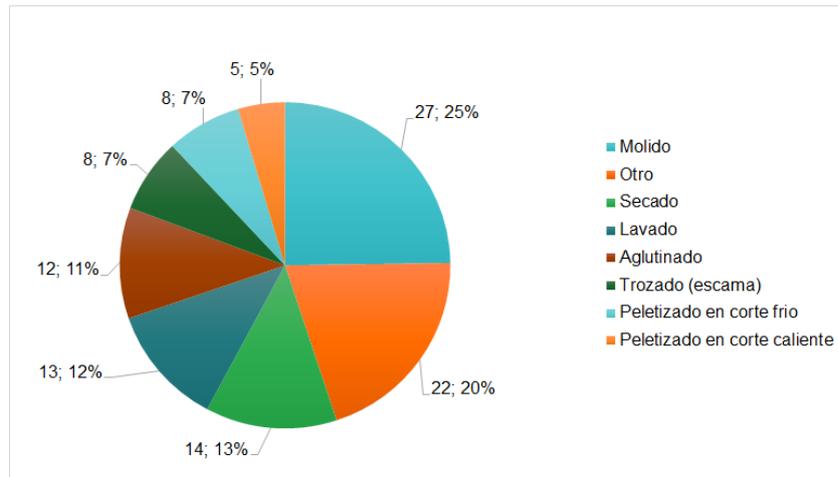
**Gráfica 17** ¿Requiere de procesos adicionales de separación o selección de material para mejorar los estándares de calidad?



Fuente: Elaborado por los Autores.

Posteriormente, se indagó a través del instrumento de recolección, cómo las empresas transformadoras realizan procesos de transformación del material para convertirlo en materias primas secundarias. Allí, se evidenció que para el total de las empresas de la muestra el principal proceso es el de molido, realizado por 27 empresas transformadoras (25%), seguido de otros procesos como extrusión, inyección, pigmentación, limpieza, separación y decantación, realizado por 22 empresas transformadoras (20%). Lo anterior teniendo en cuenta, que las empresas pueden tener más de un proceso de transformación (Gráfica 18).

**Gráfica 18** Procesos de transformación de material para convertirlo en material prima secundaria.

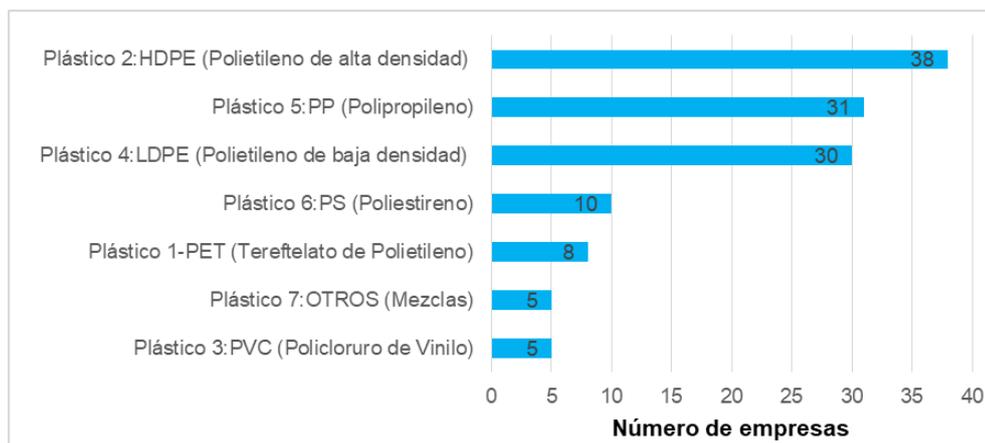


Fuente: Elaborado por los Autores.

El material o resina que tiene más relevancia dentro de operación diaria es el plástico 2: HDPE (Polietileno de Alta Densidad) que se procesa por 38 de las 56 empresas transformadoras (68%), seguido del plástico 4: LDPE (Polietileno de Baja Densidad) procesado por 30 de las 56 empresas transformadoras (57%), luego se encuentra el plástico 5: PP (Polipropileno) que lo procesan 31 de las 56 empresas transformadoras (54%) y el plástico 1: PET (Polietileno Tereftalato) es procesado por 8 de las 56 empresas transformadoras (11%).

El material que menos empresas procesan es el plástico 3: PVC (Policloruro de Vinilo), donde solo 5 de 56 empresas transformadoras (9%) realizan esta transformación (Gráfica 19). Varias de las empresas como procesan más de una resina.

**Gráfica 19** Cantidad de empresas que procesan las diferentes resinas plásticas.



Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2.2. Análisis de Transformación: Tipo de Resina

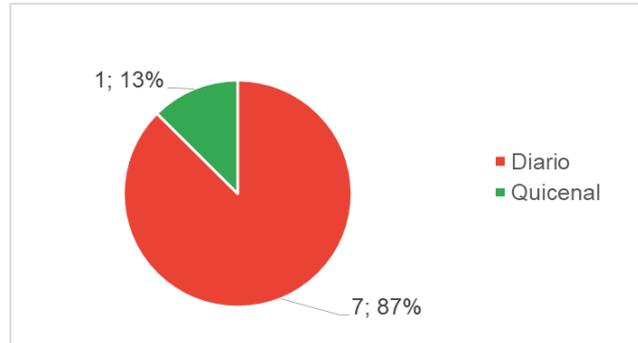
#### Plástico 1-PET (Polietileno Tereftalato)

Este tipo de plástico es procesado por 8 empresas transformadoras (14%) con un promedio de 418 Ton./mes, las cuales al mes transforman 2765 ton./mes de material

De las 3345 Ton./mes recolectadas, se procesan 2765 Ton./mes, es decir, un rechazo de 580 Ton./mes (17%). Este material rechazado sirve como materia prima para otros procesos, se reintegra a la línea de fabricación o sirve como resina de poliéster insaturado.

La frecuencia del proceso de transformación para 7 de las 8 empresas transformadoras es diaria (87%), mientras que solo una empresa realiza el proceso cada quince días (Gráfica 20).

**Gráfica 20** Frecuencia de transformación del PET.



Fuente: Elaborado por los Autores.

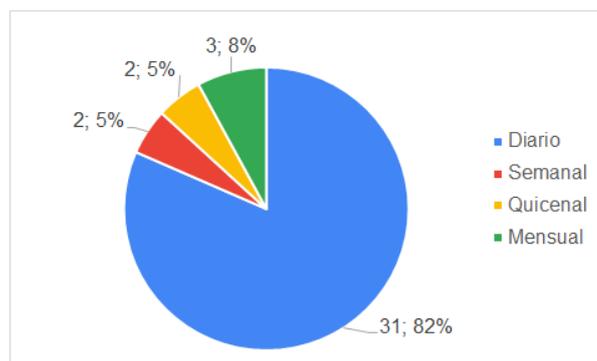
### Plástico 2-HDPE (Polietileno de Alta Densidad)

Este plástico es procesado por 38 empresas transformadoras, el 68% respecto al total de las empresas de la muestra, con un promedio de 26 Ton./mes, estas empresas transforman mensualmente 950 ton./mes de material

De las 988 Ton./mes recolectadas, se procesan 950 Ton./mes, con un rechazo de 38 Ton./mes (4%), este material rechazado se reincorpora al proceso o se devuelven a los clientes .

La frecuencia del proceso de transformación para 31 de las empresas (82%) es diaria, y las 7 empresas restantes (18%) procesan semanal, quincenal y mensualmente (Gráfica 21).

**Gráfica 21** Frecuencia de transformación del HDPE.



Fuente: Elaborado por los Autores.

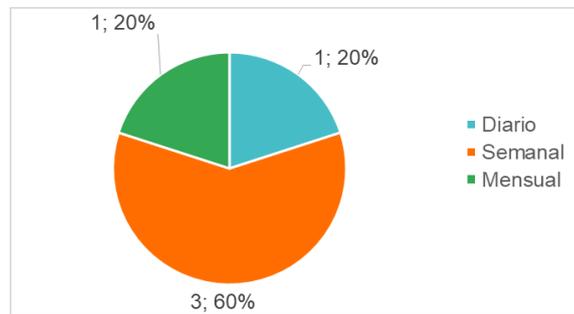
### Plástico 3-PVC (Policloruro de Vinilo)

Este plástico es procesado por 5 empresas transformadoras, el 9% respecto al total de las empresas de la muestra, con un promedio de 3.7 Ton./mes, estas 5 empresas transforman mensualmente 18.5 toneladas de material.

De las 18.5 Ton./mes recolectadas, se procesa el 99% y el 1% es rechazado.

La frecuencia del proceso de transformación para 3 empresas (60%) es semanal, 1 empresa (20%) procesa diariamente y 1 empresa (20%) procesan mensualmente (Gráfica 22).

**Gráfica 22** Frecuencia de transformación del PVC.



Fuente: Elaborado por los Autores.

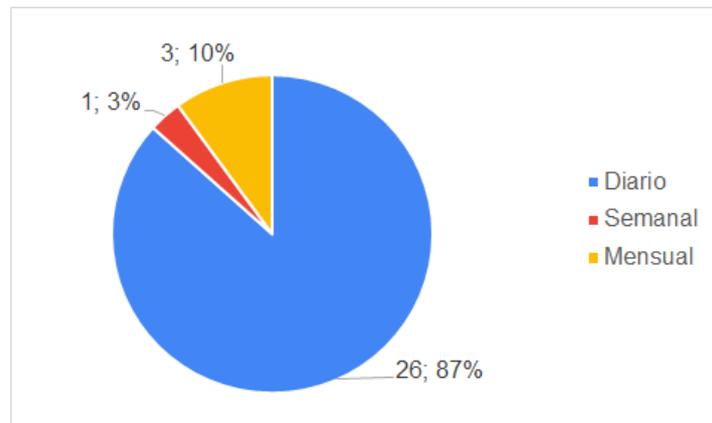
### Plástico 4-LDPE (Polietileno de Baja Densidad)

Este plástico lo procesan 30 empresas transformadoras, el 54% respecto al total de las empresas de la muestra. Con un promedio de 13.2 ton./mes, estas empresas transforman 382.4 ton./mes.

De las 395.9 Ton./mes recolectadas, se procesa el 97% y el 3% de material es rechazado, por ejemplo indican que el rechazo es devuelto a sus clientes.

La frecuencia del proceso de transformación para 26 empresas transformadoras (87%) es diaria, 1 empresa (3%) lo hace semanalmente, y 3 empresas (10%) mensualmente (Gráfica 23).

**Gráfica 23** Frecuencia de transformación del LDPE.



Fuente: Elaborada por los Autores.

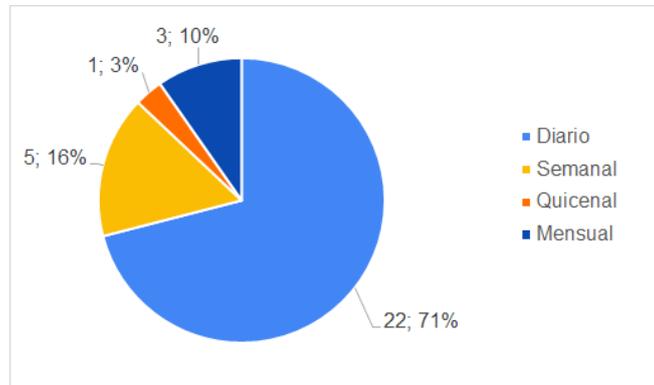
### Plástico 5-PP (Polipropileno)

Esta resina es procesada por 31 empresas transformadoras, que corresponde al 55% del total de las empresas de la muestra, con un promedio de 25 Ton./mes, así mismo, las 31 empresas transforman mensualmente 715 toneladas de esta resina.

De las 770.2 Ton./mes recolectadas, se rechaza el 7.2%, este material rechazado es reincorporado a la cadena de productiva o es devuelto a los clientes.

La frecuencia del proceso de transformación para 22 empresas (71%) es diaria, 5 empresas (16%) semanal, 1 empresa (3%) quincenal y 3 empresas (10%) mensual (Gráfica 24).

**Gráfica 24** Frecuencia de transformación del PP.



Fuente: Elaborada por los Autores.

## Plástico 6-PS (Poliestireno)

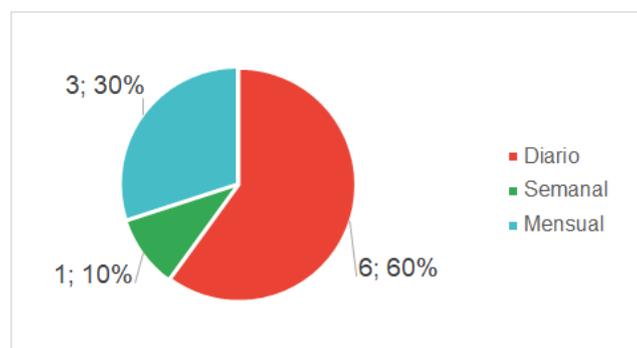
Esta resina es procesada por 10 empresas transformadoras, que corresponde al 18% del total de las empresas de la muestra, con un promedio de 9 Ton./mes, estas 10 empresas transforman mensualmente 88 toneladas de material.

De las 90 Ton./mes recolectadas, se rechaza el 2%, el cual se muele y se comercializa, se reintegran al proceso productivo o se utiliza para hacer madera plástica.

22

La frecuencia del proceso de transformación es diaria para 6 empresas (60%), semanal para 1 empresa (10%) y mensual para 3 empresas (30%) (Gráfica 25).

**Gráfica 25** Frecuencia de transformación de PS.



Fuente: Elaborada por los Autores.

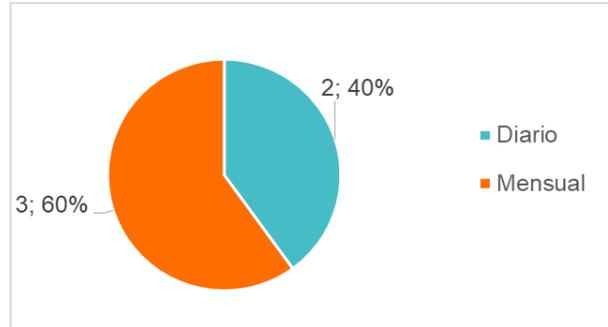
## Plástico 7-Otros (Mezclas)

Esta última clasificación de resinas es transformada por 5 empresas que corresponde al 9% del total de las empresas de la muestra, con un promedio de 3.8 Ton./mes. Estas 5 empresas transforman en total 18.8 toneladas.

Las empresas no manifiestan tener material rechazado, los materiales son reintegrados a la misma cadena productiva.

La frecuencia del proceso de transformación es diaria para 2 de las empresas (40%), las 3 empresas restantes (60%) procesan mensualmente (Gráfica 26).

**Gráfica 26** Frecuencia de transformación de Otros (Mezclas).

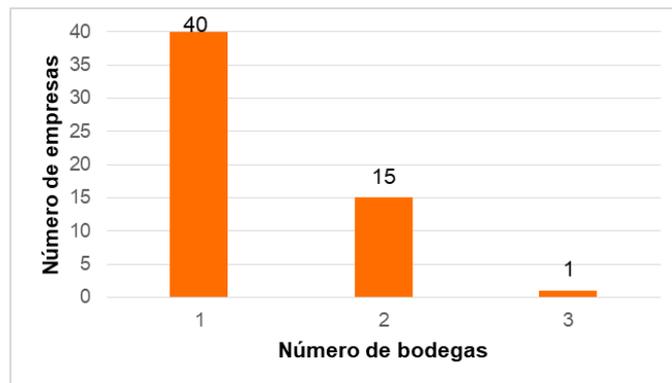


Fuente: Elaborada por los Autores.

### 3.2.3. Capacidad de Almacenamiento de Material

Las 56 empresas transformadoras cuentan de 1 a 3 bodegas para el almacenamiento de material. De estas, 40 empresas tienen una bodega, 15 empresas tienen 2 bodegas y 1 empresa cuenta con tres bodegas (Gráfica 27).

**Gráfica 27** Número de bodegas vs número de empresas.



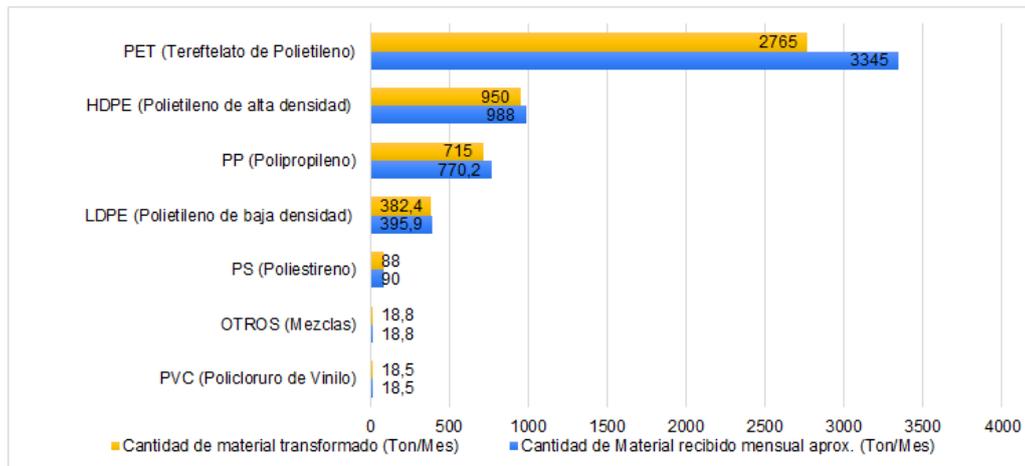
Fuente: Elaborada por los Autores.

Así mismo, de las 56 empresas transformadoras, 41 empresas indican contar con bodegas arrendadas, que en total junto con las bodegas propias alcanzan una capacidad de 13.326 Ton./mes para almacenar material.

### 3.2.4. Volúmenes Recibidos y Procesados

De acuerdo con lo expuesto anteriormente se totalizan las toneladas mensuales de material recibido y procesado de las 56 empresas transformadoras, dando como resultado que se reciben 5.626,4 Ton./mes vs. 4.937,7 Ton./mes procesadas, lo que representaría un procesamiento de 59.252,4 Ton./año aproximadamente. Evidenciando que la resina con más capacidad de transformación es el PET, pero con un porcentaje de “desperdicio” mayor (Gráfica 28). Sin embargo, es muy poco el material que realmente se pierde dentro del proceso, menos del 1% realmente se rechaza, los materiales que no se usan en el 100% del proceso son reincorporados a la misma o en otra cadena productiva. Este material rechazado se genera principalmente por los productos que no cumplen con los estándares de calidad requeridos por el cliente, razón por la cual se retornan al proceso productivo.

**Gráfica 28** Cantidad Ton./mes entre el material recibido y el material transformado por resina.



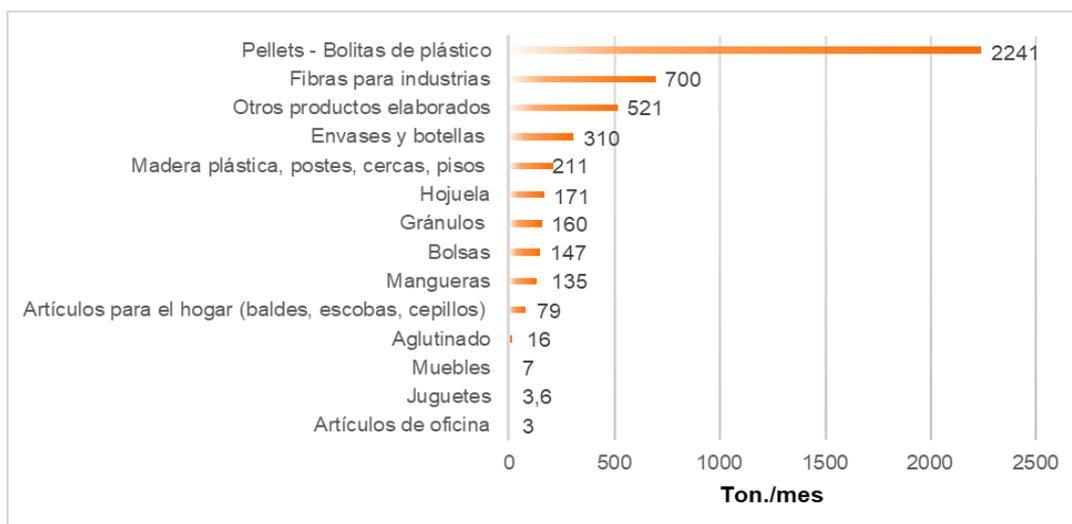
Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2.5. Producto Final y Comercialización

El proceso de transformación continúa con la elaboración de materias primas secundarias o productos finales, siendo el pellet con 2.241 Ton./mes el mayor material registrado como producto del proceso de transformación, junto con las fibras para industrias, las hojuelas, los gránulos y el aglutinado, sumando 1047 Ton./mes de materias primas secundarias para ser incorporadas a otros productos.

Por otra parte, la elaboración de elementos como: perfiles plásticos, guardianes de seguridad para residuos cortopunzantes, aisladores de cercas eléctricas, repuestos para motores, moldes para calzado, ganchos plásticos, precintos de seguridad, placas de señalización, tuberías, placas dentales, entre otros, hacen parte de las 521 Ton./mes de otros productos elaborados, que resultan de los procesos productivos (Gráfica 29).

**Gráfica 29** Cantidad Ton./mes de producto final.



Fuente: Elaborado por los Autores.

Cabe aclarar que 51 de las 56 empresas transformadoras, manifiestan que la comercialización es a través de la venta directa de los productos (materias primas o elementos) derivados del proceso de transformación y de estas solamente una menciona la empresa a la que ellos les venden el material, empresa que se encuentra dentro de la muestra. Es decir, las empresas no comparten información

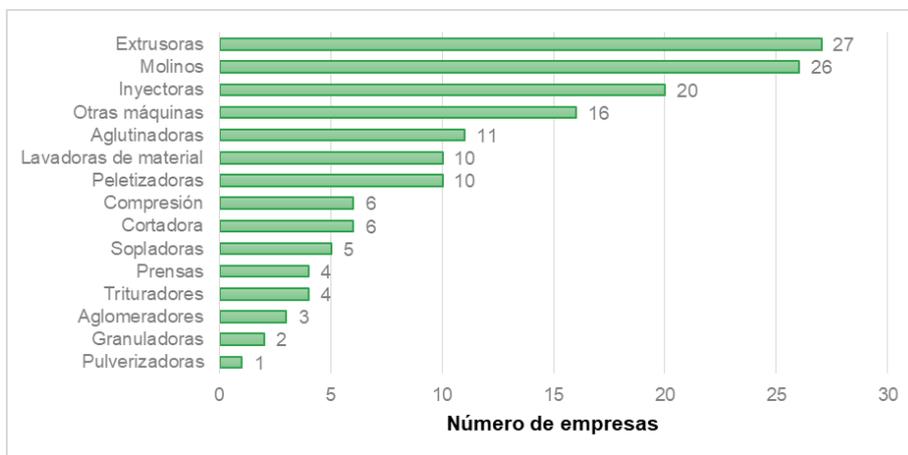
puntual de a quien le venden su material; por lo que no es posible establecer la ruta del material (entradas y salidas) en relación con el material que reciben y a donde llega una vez transformado.

### 3.2.6. Tecnologías de Transformación: Empresas Transformadoras

Para llevar a cabo los procesos, las empresas transformadoras en su mayoría cuentan con maquinaria como extrusoras (27 empresas) y/o molinos (26 empresas) para la transformación del material hasta materia prima (Gráfica 30).

Máquinas de centrífuga, impresoras, secadoras, selladoras, tornos, pulidoras, dosificadoras, reactores de poscondensación y ultralimpieza, densificadoras, torres de enfriamiento, troqueles y refiladoras son algunas de las que se encuentran en la categoría “otras máquinas” que corresponden a 16 de las 56 empresas transformadoras de la muestra (Gráfica 30).

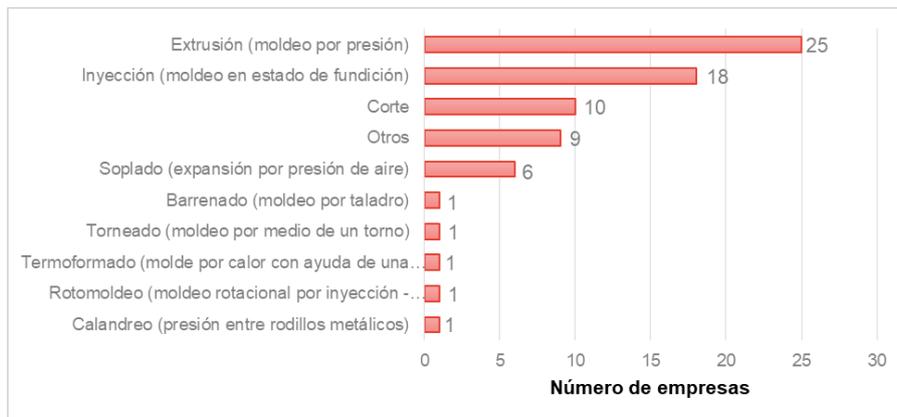
**Gráfica 30** Maquinaria utilizada para transformar hasta materia prima.



Fuente: Elaborada por los Autores.

Posteriormente, los procesos de transformación de materia prima secundaria a producto final son principalmente extrusión (moldeo por presión) con 25 empresas que corresponde al 45% del total de las empresas de la muestra, seguido por procesos de inyección (moldeo en estado de fundición) con 18 empresas transformadoras (32%) (Gráfica 31).

**Gráfica 31** Maquinaria utilizada para transformar hasta producto final.



Fuente: Elaborada por los Autores.

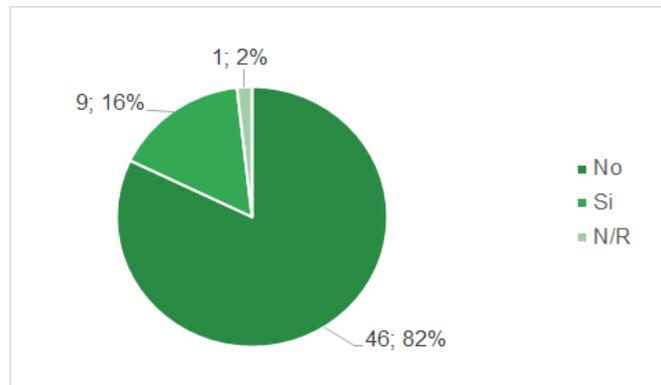
En la categoría otros (9 empresas) se encuentran máquinas como: aglutinadoras, impresoras para los envases, selladoras, hilatura y estiraje de fibra corta de poliéster, y el reciclaje químico.

### 3.2.7. Canales de Distribución

Con respecto a los canales de distribución la venta directa es el canal más utilizado por las empresas transformadoras, 51 de ellas lo utilizan. Otros canales de distribución, como grandes superficies son utilizados por pocas empresas, así como ventas a entidades gubernamentales. La venta a través de distribuidores, la realizan 5 de las 56 empresas transformadoras de la región a otros departamentos y municipios a nivel nacional.

Así mismo, el 82% de las empresas transformadoras (46 empresas) no realizan exportaciones, 9 empresas sí realizan exportaciones (16%) enviando sus productos a países como Chile, Panamá, Canadá, España, Ecuador, Brasil, Perú, entre otros países de Latinoamérica (Gráfica 32).

**Gráfica 32** Canal de distribución - Exportaciones de las empresas transformadoras.

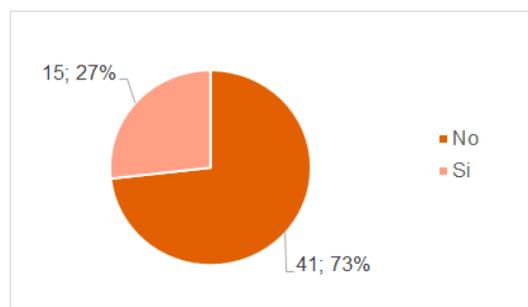


Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2.8. Procesos de Logística Inversa

Comprendiendo que es necesario realizar el cierre de ciclo de vida de forma adecuada para que los residuos plásticos se reincorporen a la cadena productiva, era necesario indagar si las empresas transformadoras contaban con procesos de logística inversa. 41 empresas transformadoras (73%) no cuenta con estos procesos y 15 empresas transformadoras (27%) sí los tienen (Gráfica 33). Estas 15 empresas llevan a cabo las siguientes actividades relacionadas con logística inversa: material que no se vende se vuelve a reincorporar; alianzas con recicladores para aumentar la cantidad de material reciclado; devolución por parte de los clientes de los productos deteriorados para reintegrarse a la cadena de valor; y comunicación a los clientes por escrito acerca del proceso para que una vez se conviertan en residuos se reintegre a la cadena.

**Gráfica 33** Procesos de logística inversa de las empresas transformadora.



Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2.9. Sistematización

Las empresas reconocen la sistematización en sus procesos de materiales, salidas de proceso, material recibido, información de clientes y proveedores. En menor escala cuentan con alguna sistematización relacionada a la calidad del material recibido, solamente 28 empresas transformadoras de las 56 entrevistadas (50%) lo realizan.

La mayor sistematización se encuentra en el registro de clientes (86%) y proveedores (82%); es decir, hay un alto grado de registro de la información en las empresas acerca de sus contactos, adicionalmente, cuentan con tecnología para administrar y visibilizar los datos de entrada y salida de la operación en bodega, en donde se recurre en la mayoría de los casos a programas contables y de inventarios para llevar a cabo la sistematización de los datos. (Gráfica 34).

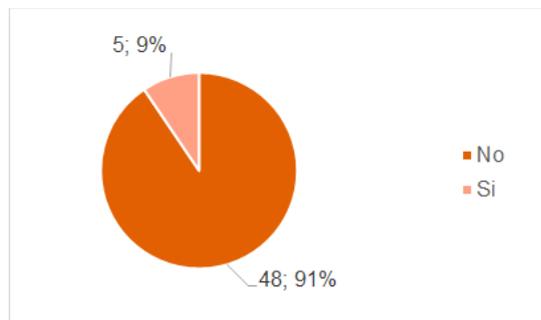
**Gráfica 34** Sistematización de la información por parte de las empresas transformadoras.



Fuente: Elaborada por los Autores.

Por otro lado, la información en 48 de las 56 empresas transformadoras (86%) no está publicada en medios de divulgación, ni es visible dentro de las instalaciones así como los estándares de calidad del material recibido, únicamente 5 empresas transformadoras (9%) tienen la información sistematizada y en algunos casos la envían a sus proveedores a través de correo electrónico con los estándares de calidad del material recibido, algunos medios de divulgación son fichas técnicas del producto final, registro fotográfico, imágenes impresas en las instalaciones de la empresa, redes sociales o archivo físico (Gráfica 35).

**Gráfica 35** Publicación de la información sistematizada por parte de las empresas transformadoras.

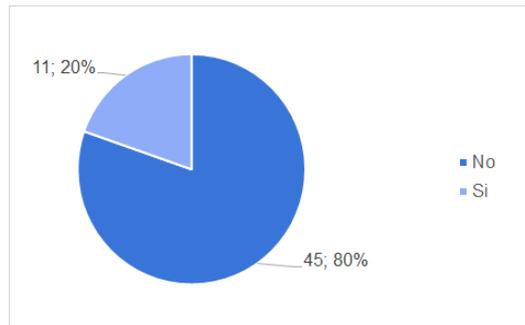


Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2.10. Certificaciones

Como resultado de los procesos de sistematización de los datos, 11 empresas transformadoras (20%) entregan certificado de aprovechamiento de material, de forma física o virtual con un formato que genera cada empresa y se entrega a solicitud del cliente. Gran parte de estas 11 empresas entregan certificados desde el año 2019, estos certificados no corresponden a lo que solicita la Res. 1407 de 2018, sino a documentos que generan hacia los clientes por requerimiento específico.

**Gráfica 36** Entrega de certificados (no asociados a la Res. 1407/18) parte de las empresas transformadoras.



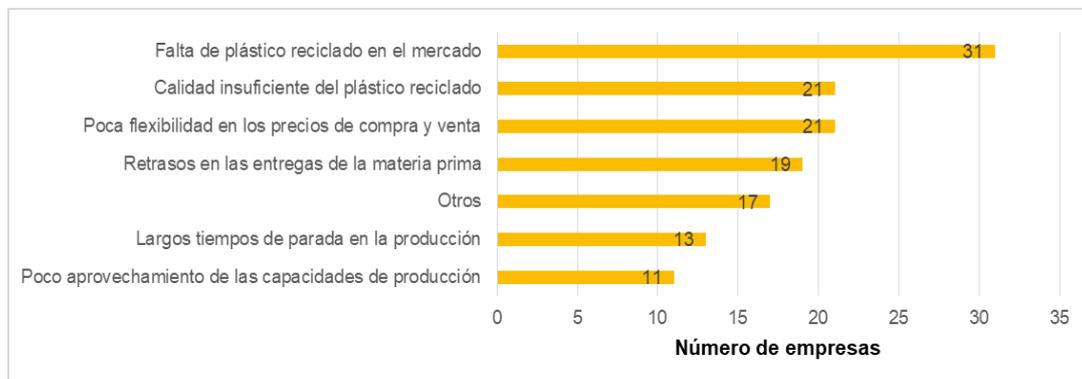
Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2.11. Problemáticas Procesos Productivos

Las empresas transformadoras de plásticos reciclados enfrentan varios retos que en el instrumento de medición se identificaron como problemáticas asociadas a su proceso productivo. De ellas, la que más sobresale es la falta de plástico reciclado en el mercado, así como su baja calidad; induciendo a otras situaciones respecto a la oferta y a la demanda y por ende los bajos precios del material procesado que se relaciona con la poca flexibilidad en los precios de compra y venta (Gráfica 37).

Entre otras situaciones que manejan las empresas transformadoras que dificultan su proceso están la falta de tecnología, contaminación de los materiales que genera pérdidas en el aprovechamiento, carencia de un mercado mayor para comercializar los productos finales, competencia desleal de precio con otras empresas, informalidad, falta de mano de obra calificada, alta rotación de los operarios, fallas y desgaste de las maquinarias.

**Gráfica 37** Problemáticas en el proceso productivo de las empresas transformadoras.



Fuente: Elaborado por los Autores.

## 3.3 Categoría Descriptiva: Crecimiento

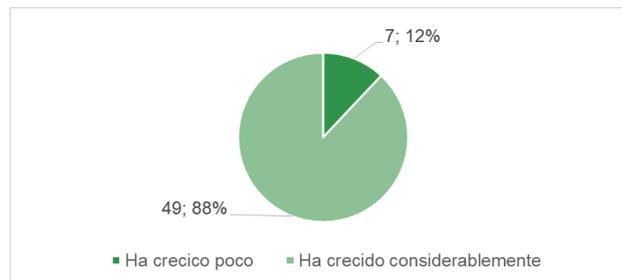
En esta categoría se analizan las respuestas dirigidas al crecimiento de las empresas transformadoras respecto a factores como: ventas, producción, empleados, exportación, tecnología, infraestructura, otros; basados en las siete (7) preguntas correspondientes a este factor.

### 3.3.1. Crecimiento respecto a los últimos 5 años

La percepción frente al crecimiento para 49 de las 56 empresas transformadoras (88%) es el de un crecimiento considerable, en contraste con 7 empresas (12%) que consideran que han crecido poco (Gráfica 38).

Algunas de las empresas transformadoras han hecho inversiones en maquinaria que han permitido mejorar la respuesta de la demanda en el mercado, contratando así a más personal y generando en consecuencia mayores ingresos.

**Gráfica 38** Percepción de crecimiento de las empresas transformadoras.



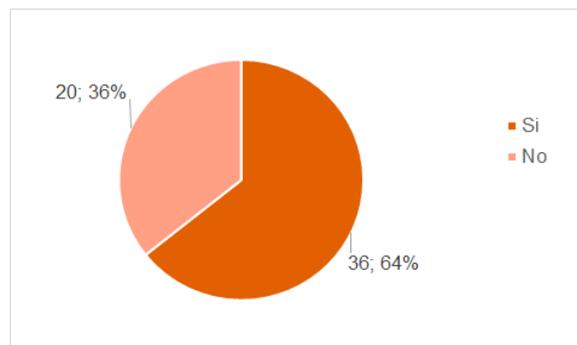
Fuente: Elaborado por los Autores.

Así mismo, el 93% (52 empresas) de las empresas transformadoras manifiestan que están gestionando o están interesados en ampliar su infraestructura (bodega, maquinaria) y equipo de trabajo, varias de ellas están emprendiendo acciones, como la búsqueda de financiación para la compra de maquinaria o ampliación del espacio físico, en donde se reitera que es de vital importancia lograr invertir en Investigación y Desarrollo (I+D) para poder ampliar el mercado y de esta manera aumentar la planta física, adquirir nueva maquinaria y expandir su producción.

### 3.3.2. Infraestructura

36 empresas transformadoras (64%) tienen capacidad suficiente para recibir más cantidad de material frente a lo que hoy transforma (Gráfica 39). Lo que demuestra que hay una apuesta de parte de las empresas transformadoras por aportar de manera eficiente al aumento de las tasas de aprovechamiento en el país, para así generar oportunidades laborales e incrementar el mercado de los productos elaborados a partir de plásticos reciclados en el marco de la economía circular.

**Gráfica 39** Capacidad para recibir más material por parte de las empresas transformadoras.



Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.3.3. Oportunidades de Mejora

Todas las empresas transformadoras ponen de manifiesto que, para lograr aumentar su producción y competitividad, mejorar el producto y fortalecer el mercado, es necesaria la inversión en términos de investigación, para así ampliar la infraestructura y mejorar las condiciones del mercado actual. Adicionalmente, manifiestan que es necesario que existan exenciones de IVA para los productos elaborados a partir de los materiales reciclados.

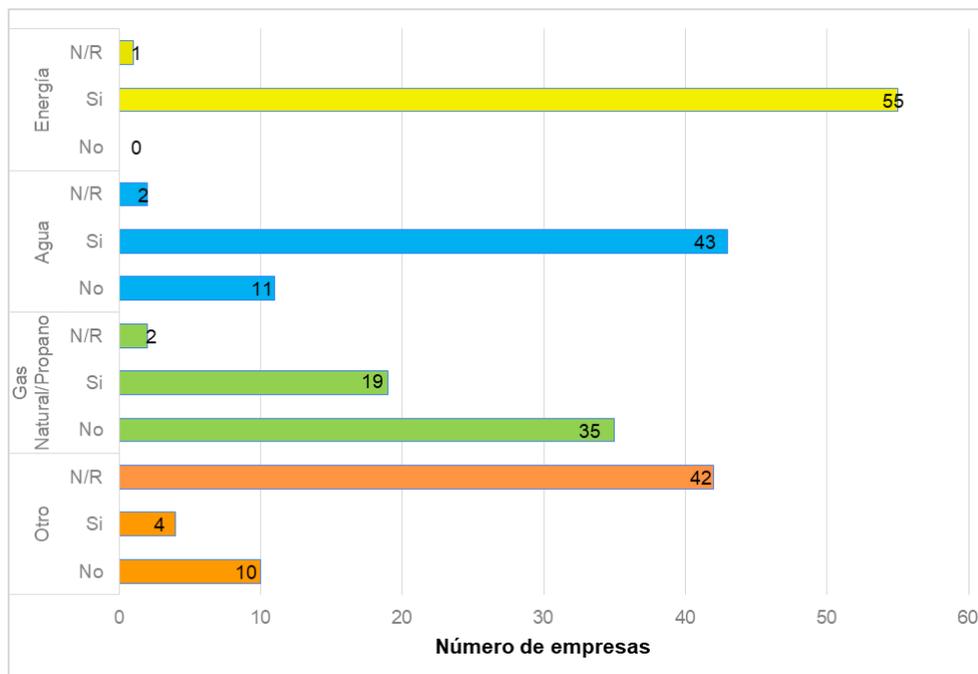
### 3.4. Categoría Descriptiva: Ambiental

En esta categoría se analizan las respuestas del enfoque ambiental, relacionadas con el manejo de los recursos y sus impactos con las veinticuatro (24) preguntas de este grupo.

#### 3.4.1. Recursos utilizados en el proceso (Agua, Energía, Gas, Otros)

El recurso principal utilizado en los procesos de producción por parte de las empresas transformadoras es la energía eléctrica, seguido del agua (Gráfica 40). Otros recursos, como aire, detergentes, pigmentos, sal, removedores, neutralizadores de agua, soda cáustica y alcohol industrial, son utilizados por algunas empresas. El recurso menos utilizado es el gas natural/propano por tan sólo 19 empresas (29%).

**Gráfica 40** Recursos utilizados por las empresas transformadoras.



Fuente: Elaborado por los Autores.

Los datos correspondientes a la cantidad mensual de los recursos utilizados, no fue posible obtenerlos en más del 50% de los casos. Puntualmente para energía, las 56 empresas transformadoras tienen un consumo de energía promedio de 60.322 Kw/mes.

#### 3.4.2. Permisos Ambientales y Medidas de Mitigación

- **Agua:** Algunas empresas cuentan con planta de tratamiento interna para la recirculación del agua. 8 de las empresas transformadoras cuentan con permiso de vertimientos y 31 empresas de las 56 realizan el mismo procedimiento de recirculación sin permiso de vertimientos.
- **RESPEL (Residuos Peligrosos):** 6 de las 56 empresas transformadoras manifestaron generar este tipo de residuos y 5 de ellas cuentan con un gestor para su adecuado manejo.
- **Emisiones Atmosféricas:** 9 empresas transformadoras contestaron que generan emisiones atmosféricas. Las emisiones que generan son principalmente vapor de agua, dióxido de carbono -CO<sub>2</sub>-, óxidos de nitrógeno -NO<sub>x</sub>- y algunas generan material particulado. Una empresa manifestó tener permiso ambiental para este tipo de emisiones, y para algunas de ellas, las medidas de mitigación son el uso de filtros, torres de enfriamiento, extractores y chimenea.

- **Ruido:** 12 empresas transformadas confirmaron que generan ruido ambiental, ninguna de ellas cuenta con permiso ambiental. Las medidas de mitigación utilizadas por 2 de ellas es la insonorización, otras 2 empresas tienen por norma que sus operarios usen tapa oídos, y el restante no tienen ningún tipo de medida.
- **Olores Ofensivos:** 2 empresas manifiestan tener este tipo de impacto, pero no mencionan tener permiso o medidas de mitigación.

### 3.4.3. Certificaciones Ambientales

9 empresas de las 56 participantes cuentan con certificaciones ambientales o de sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo para garantizar confiabilidad en sus procesos de producción.

## 4. ESCALA DE VALORACIÓN “PREPARACIÓN DE LAS 56 EMPRESAS TRANSFORMADORAS ANTE LA RESOLUCIÓN 1407 DE 2018”

La escala de valoración es el conjunto de los posibles valores que una variable puede tomar de manera ordenada y correlativa (Coronado, 2007). Para este proceso de Investigación y Desarrollo, se aplicó el nivel de valoración o escala categórica que se usa para evaluar variables cualitativas, en esa medida las variables se agruparon en cuatro categorías o grupos de preguntas para poder realizar el análisis de los datos.

Estas categorías tienen el propósito de dar respuesta a la pregunta ¿Qué nivel de preparación tienen las empresas transformadoras de Medellín y el Área Metropolitana para asumir lo reglamentado en la Resolución 1497 de 2018?; de tal manera que se agruparon las variables en cuatro aspectos en orden de relevancia:

1. Conocimiento.
2. Producción/Operación
3. Crecimiento
4. Ambiental

### 4.1. Metodología Escala de Valoración

El análisis de los datos se llevó a cabo para determinar la escala de valoración en cuatro secuencias:

- En la primera secuencia, se realizó el tratamiento de los datos obtenidos del instrumento de medición aplicado a las 56 empresas transformadoras del estudio; realizando el análisis preliminar necesario para asegurar que no existen errores en la codificación de las variables, que se tratan correctamente los valores ausentes y que se comprueba la normalidad de las variables.
- En la segunda secuencia, se examinan los factores iniciales, eliminando aquellos ítems que presentan escaso peso (poca información). Para ello, se aplicó el análisis exploratorio a partir de la técnica de tablas de contingencias, análisis de correspondencia, correlación y diagramas de dispersión.
- En la tercera secuencia, se establece la relación de variables mediante las técnicas de análisis de análisis multivariado: conglomerados o clúster, redes bayesianas, y redes neuronales, que permitirán dar veracidad de una escala de valoración y propuesta del modelo de análisis.

- Finalmente, en la cuarta secuencia se examina la relación e interacción de los componentes que integran la escala de valoración, mediante el análisis multivariado perceptrón multicapa de red neuronal.

Por lo tanto, la concentración de respuestas de acuerdo con las medidas para las categorías de *conocimiento, producción/operación, crecimiento, y ambiental* de la escala de valoración “Preparación de las 56 Empresas Transformadoras ante la Resolución 1407 de 2018” tuvo un menor número de respuestas en el factor ambiental.

Estadísticamente, se requerirá para próximos estudios realizar una depuración de las preguntas que permitan explicar mejor cada variable a fin de aumentar el análisis del instrumento.

**Tabla 5** Preguntas analizadas de acuerdo con la metodología estadística de alfa de Cronbach.

Categoría Descriptiva	Alfa de Cronbach	% de Preguntas por depurar	No. Preguntas efectivas para el análisis
Conocimiento	73	-27	<b>11</b>
Crecimiento	33	-67	<b>7</b>
Producción / Operación	52	-48	<b>54</b>
Ambiental	77	-23	<b>24</b>
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>-41,25</b>	<b>96</b>

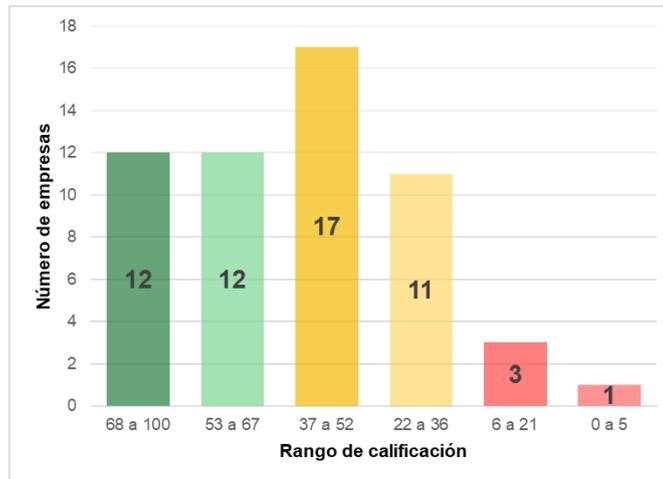
Fuente: Elaborado por Autores.

#### 4.2. Resultados Generales: Escala de Valoración Medellín y Área Metropolitana

En una escala de 0 a 100, se obtienen 6 categorías de puntaje, que se agrupan en tres rangos: menor, medio y mayor, con los cuales se generó un “semáforo” que indica el nivel de preparación de las empresas transformadoras en Medellín y el Área Metropolitana (Gráfica 41):

- **Rango Mayor (Corresponde a los rangos entre 53 a 100):** 24 empresas transformadoras de plástico posconsumo, son las mejores preparadas de cara a la Resolución 1407 de 2018 en Medellín y su Área Metropolitana (43% de las Empresas Transformadoras -Color Verde-).
- **Rango Medio (Corresponde a los rangos entre 22 a 52):** 28 empresas transformadoras de plástico posconsumo, tienen una preparación intermedia de cara a la Resolución 1407 de 2018, en Medellín y su Área Metropolitana (50% de las Empresas Transformadoras -Color Amarillo-).
- **Rango Menor (Corresponde a los rangos entre 0 a 21):** 4 empresas transformadoras de plástico posconsumo, tienen una preparación baja de cara a la Resolución 1407 de 2018, en Medellín y su Área Metropolitana (7% de las Empresas Transformadoras -Color Rojo-).

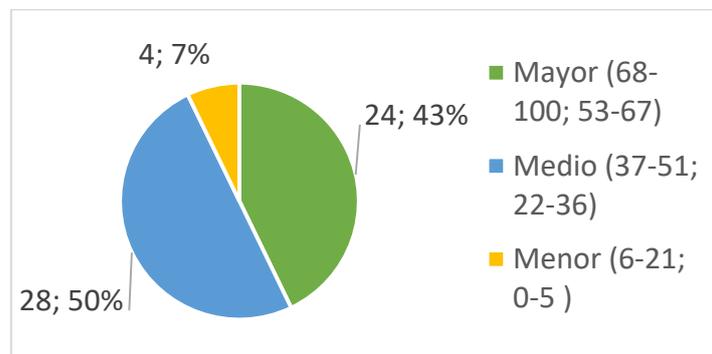
**Gráfica 41** Nivel de preparación de las empresas como resultado del instrumento aplicado.



Fuente: Elaborado por Autores.

Con estos resultados, se identifica que 24 empresas transformadoras (43%) se encuentran en Rango Mayor (53 a 100) respecto al nivel de preparación que tienen frente a lo que exige la Resolución 1407 de 2018, 28 empresas transformadoras (50%) se encuentran en Rango Medio (22 a 52), y 4 empresas transformadoras (7%) se encuentra en Rango Menor (0 a 21), estas últimas son las que tienen más campos en blanco en las respuestas del instrumento, Es decir, no respondieron a un gran número de preguntas del análisis lo que los ubica en esta categoría. (Gráfica 42).

**Gráfica 42** Porcentaje del nivel de preparación de las empresas como resultado del instrumento aplicado.



Fuente: Elaborado por Autores.

## 5. CONCLUSIONES: HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Hallazgos: Categoría Descriptiva Conocimiento

Las empresas transformadoras de Medellín y su Área Metropolitana en más de un 60% carecen de conocimiento de la Resolución 1407 de 2018 y más del 90% no ha recibido capacitaciones. En este sentido, los procesos de capacitación hacia afuera con los consumidores finales también son muy limitados, lo cual generará inconvenientes en la implementación de la Resolución 1407 de 2018 como un proceso activo e integrado de Responsabilidad Extendida del Productor.

### 5.2. Hallazgos: Categoría Descriptiva Producción / Operación

Cerrar el ciclo de vida de los plásticos tiene una base sólida en relación con la infraestructura con la que cuentan las empresas transformadoras. Algunos de los hallazgos relevantes tienen que ver con los

diferentes pasos de la logística que se requiere para recibir, acopiar, transformar y comercializar el material.

- Por una parte, la recolección y la recepción del material es muy pareja en cuanto que casi el 46% recibe el material en sus bodegas y el 43% lo recoge con sus vehículos o contratando el servicio de recolección.
- Una vez llega el material a las bodegas el 32% de las empresas reciben el material separado por resinas (clasificación de plásticos), y de este el 59% no requiere procesos adicionales para mejorar la calidad del material.
- La transformación se da principalmente en los procesos de molido, extrusión, tolva, inyección, pigmentación, limpieza, separación, decantación, que conforman el 45% de la operación. Los tres materiales o resinas que tienen más relevancia dentro de operación diaria de acuerdo con el número de empresas que transforman estas resinas son: plástico 2 (HDPE-Polietileno de alta densidad) (68%), seguido del plástico 4 (LDPE-Polietileno de baja densidad) (57%) y plástico 5 (PP-Polipropileno) con (54%).

Sin embargo, en cantidad procesada, el más representativo es el plástico 1 (PET-Polietileno Tereftalato) con 2750 Ton./mes, seguido del plástico 2 (HDPE-Polietileno de alta densidad) con 950 Ton./mes y plástico 5 (PP-Polipropileno) con 715 Ton./mes. El material de menor relevancia es el plástico 7: Otros (Mezclas) tanto en volúmenes como en empresas transformadoras que lo procesen.

- Las 56 empresas caracterizadas transforman mensualmente 4.937 toneladas de residuos plásticos, estos valores pueden ser variables teniendo en cuenta la época del año y el estado de la oferta y la demanda del mercado.
- El 40,9% de las empresas realizan procesos de transformación con extrusoras (moldeo por presión), seguido por soplado (expansión por presión de aire), valores que indican que es probable que la infraestructura a nivel de compra de maquinaria puede ser más rentable en estas dos primeras líneas que en el resto de opciones de transformación.
- Como resultado de la transformación, el producto principal son pellets (bolitas de plástico) que conforman material prima secundaria para reinyección con 2.241 Ton./mes. Los productos finales se procesan a través de extrusoras, molinos e inyectoras principalmente y una vez obtenidos los productos, el 82% de la comercialización se hace en el mercado nacional.
- Por otra parte, la sistematización de los datos se genera desde los programas contables para el registro de clientes, proveedores e inventarios. El registro de los datos no incluye la publicación de estos, ya que el 80% no tiene este proceso visible, las empresas generan certificados o información pública es a solicitud de algunos clientes.
- Cerrar el ciclo, implica varios retos y problemáticas como calidad y falta de plástico reciclado en el mercado, que impacta directamente la oferta y la demanda y por ende los precios del material procesado.

### 5.3. Hallazgos: Categoría Descriptiva Crecimiento

En los últimos cinco años, el 88% de las empresas transformadoras de Medellín y su Área Metropolitana, consideran que han tenido un crecimiento importante respecto a las inversiones que han hecho, esto debido a que han comprado maquinaria, ampliando así su infraestructura y capacidad de operación para poder competir en el mercado.

#### 5.4. Hallazgos: Categoría Descriptiva Ambiental

El principal recurso que se utiliza en el proceso de producción es la energía eléctrica, seguido del agua y algunos químicos como detergentes, pigmentos, sal, removedores, neutralizadores de agua, soda cáustica y alcohol industrial. El 95% de las empresas no cuentan con permisos o licencias ambientales, sin embargo, se encuentran comprometidos con la mitigación de los impactos ambientales que puedan llegar a generar.

Hasta aquí, podemos observar que a partir del análisis de información realizado con una muestra de 56 empresas transformadoras de Medellín y su Área Metropolitana, podemos concluir que:

- Las empresas transformadoras ponen en evidencia que la legislación colombiana respecto al manejo de residuos reciclables es insuficiente y que sienten no estar apoyadas en términos de políticas públicas.
- Aunque las empresas transformadoras han ido creciendo en virtud del material recibido/procesado, otras áreas del proceso de transformación, como la sistematización de los datos y el seguimiento de los recursos utilizados, no tienen sistemas de seguimiento y monitoreo definidos.
- Se recomienda generar una estrategia de formación con amplia cobertura a las empresas transformadoras (grandes, medianas y pequeñas), para así fortalecer los procesos productivos, de tal manera que se pueda generar crecimiento en el sector del reciclaje, potencializando el interés que existe por parte de las empresas en tener mayor conocimiento y herramientas técnicas que estén al nivel de la Resolución 1407 de 2018 y del Programa de Responsabilidad Extendida del Productor en Colombia.

35

Por ello, es vital y estratégico, poder capacitar desde las agremiaciones como Acoplásticos, a las empresas que realizan la transformación de materiales plásticos y a los demás actores de la cadena de gestión de residuos: productores, consumidores, operarios, recicladores de oficio y asociaciones de reciclaje, fomentando la cultura del reciclaje en todos los eslabones, partiendo de la separación en la fuente, ya que esto permitiría que a las empresas lleguen residuos en condiciones de mayor calidad, evitando la generación de residuos contaminantes, aumentando la capacidad de transformación y disminuyendo por ende los volúmenes de residuos en rellenos sanitarios y/o fuentes de agua.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Blaikie, N. (2003) Analyzing Quantitative Data. From Description to Explanation. Sage Publications, Thousand Oaks, 353.
2. Coronado Padilla, Jorge. (2007). Escalas de Medición. Paradigmas, Vol. 2, (2). Bogotá, D. C. (julio-diciembre de 2007), pp. 104 -125. Corporación Universitaria Unitec. Recuperado de <https://bit.ly/2UzfX2r>.
3. La ONU acuerda reducir los plásticos de un solo uso para el 2030. (2019). Agora, Recuperado de: <https://cutt.ly/jthBPLH>
4. Prohibición de plásticos de un solo uso. United Nations Environment Programme. 2018. Recuperado de: <https://bit.ly/2TUyN52>
5. Resendiz, Juan. (2007). Efecto del tamaño de partícula en la fabricación de pellet y película de baja densidad (PEBD) reciclado, así como sus propiedades reológicas y mecánicas. Instituto Politécnico Nacional. México. Recuperado de <https://bit.ly/3a6xntU>.
6. Resolución 1407 de 2018. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://bit.ly/2WACC11>
7. Cervantes, Víctor H. (2005) Interpretaciones del Coeficiente Alpha de Cronbach. Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/3aopnVf>