

Caracterización de los residuos sólidos y del entorno socioeconómico de la población recicladora en el sector de San Bernardino, para obtener y establecer procesos de recuperación¹

1. Introducción

El primer problema en el manejo de los residuos sólidos urbanos, se evidencia en el momento en que el habitante se preocupa solamente en deshacerse de ellos, sin dar importancia al destino de éstos y las consecuencias que traerán al medio ambiente; el segundo problema lo constituyen las municipalidades al no impulsar programas alternativos de gestión de residuos sólidos. La eliminación de los residuos sólidos constituye desde hace mucho tiempo un gran problema para nuestra sociedad.

La falta de gestión en el manejo de residuos sólidos y el crecimiento alarmante de los residuos sólido urbanos, origina problemas como: el aumento de los vertidos incontrolados a cielo abierto o también conocidos como botaderos de basura, los cuales contaminan la zona en donde vienen funcionando; el uso de los rellenos sanitarios o vertederos controlados para erradicar todo tipo de basura, incluso la que puede ser reciclada, eliminando la posibilidad de que algunas plantas industriales puedan comprar estos residuos y emplearlos como materia prima; y quizás el más alarmante todos, el hecho de que familias enteras –incluyendo niños–, trabajen como segregadoras informales sin ninguna alternativa para mejorar su calidad de vida.

En Bogotá se generan diariamente alrededor de seis mil toneladas de basura que son transportadas a rellenos sanitarios y botaderos, de este material la población recicladora aprovecha una mínima parte, menos del 10% del material reutilizable. Gran parte del valor que éste representa para la industria como materia prima, se queda en los intermediarios, quienes al darle un tratamiento o un valor agregado, donde obtienen una mayor rentabilidad desde el momen-

Autores

María Angélica Velandia Romero²

Didier Javier Villalba Díaz³

Director

Robinson Pacheco García⁴

1 Proyecto Curricular de Ingeniería de Producción. El trabajo de grado recibió mención meritoria.

2 Ingeniera de producción. Correo electrónico: m_angelica21@hotmail.com

3 Ingeniero de producción. Correo electrónico: yiyer3@yahoo.com

4 Ingeniero Industrial, docente Facultad Tecnológica. Correo electrónico: rpachecog@udistrital.edu.co

to en que el material se recupera y finaliza en el inicio de la cadena productiva de la industria⁵.

Por ello, la necesidad de involucrar a los recicladores en planes que permitan la tecnificación, organización y profesionalización de sus sistemas de producción a través del naciente incremento de propuestas de gobierno y proyectos que velen por la conservación y mejoramiento en el aprovechamiento de los recursos naturales y las políticas que buscan la superación de las altas condiciones de vulnerabilidad en el aspecto socio-económicas que vive la población recicladora en Bogotá.

2. Contenido del trabajo

La movilización y promoción de una cultura ambiental, junto con políticas de reconocimiento, de desarrollo, integración social y apoyo a poblaciones en condiciones de vulnerabilidad, han permitido el conocimiento de tendencias y variables socio-económicas no vistas en la labor del reciclaje. Esto se manifiesta en los fenómenos sociales, estableciendo vínculos importantes asociados con las cadenas productivas, el estado ambiental y la condición de pobreza en las familias que viven en torno a las basuras.

La situación de informalidad que presentan los recicladores de oficio, no permite un acercamiento a la realidad de este trabajo, donde no se aprecia su importancia en el ámbito industrial y el impacto que dicha labor genera en las cadenas productivas, en la economía y en el medio ambiente. Por esta razón, es necesario reconocer aquellas tendencias, indicadores y variables nacionales e internacionales, así como la comprensión de las características particulares del contexto en que la labor del reciclaje se desarrolla. Por ende, actuar con propuestas que formalicen e incluyan socialmente a los actores de esta actividad.

2.1. La labor del reciclaje

La cadena de valor del reciclaje y su forma de insertarse desde su informalidad al sector formal de la economía, encuentra su pilar en el trabajo del recolector, pues, asume los costos de separación, selección, recolección y transporte, a pesar que, dentro de la cadena es el que percibe menos por su labor. Se podría afirmar que la actividad del reciclador se ubica dentro del ámbito de la economía popular, resultado de las distintas actividades, iniciativas y experiencias que los sectores populares, marginados crecientemente de las grandes organizaciones, han tenido que desplegar con el objeto de asegurar su subsistencia y perseguir la satisfacción de sus necesidades económicas.

Por su parte, la actividad de acopio realizada por pequeñas y medianas bodegas se ajusta más al concepto de informalidad. La recuperación de materiales en Bogotá es un proceso complejo, en el cual sólo se hace visible la acción del reciclador por su relación directa con la calle, —espacio que a diario usufructúa y le sirve de soporte logístico para hacer la labor de separación. La recuperación de los residuos con potencial reciclable, lo realiza el reciclador a través de microrrutas preestablecidas para anticiparse a la recolección de los residuos ordinarios de los operadores de aseo.

3. Trabajo de campo con la población recicladora del sector de San Bernardino

3.1. Determinación del tamaño de la muestra

Durante el trabajo de campo se realizó una encuesta para determinar la cantidad de recicladores que era necesario entrevistar, se estableció el tamaño de la muestra n partiendo del conocimiento del total de la población recolectora de oficio, cuya cifra es de ochocientos setenta personas dedicadas a esta labor (ver Tabla no. 5).

5 Artículo: "Docente universitario reflexiona sobre el manejo de residuos de riesgo biológico en Bogotá". Miércoles, 10 de septiembre 2008, aportado por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Todo esto con el fin de esclarecer las características de los recicladores, su oficio, y cuál es el residuo potencial a recuperar. Para el cálculo de dicha variable fue de vital importancia tener en cuenta los siguientes parámetros:

- El nivel de confianza o seguridad (1-a). El nivel de confianza prefijado da lugar a un coeficiente (Z_{α}). Para una seguridad del 95% = 1.96⁶
- La precisión que deseamos para el estudio.
- Una idea del valor aproximado del parámetro que queremos medir (en este caso una proporción). $p = 0.5$ (50%).

Para el hallar el tamaño de la muestra, la fórmula de cálculo empleada fue la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

- N = tamaño de la población $N = 870$ recicladores
- Z_{α}^2 = el nivel de confianza prefijado $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$
- p = proporción esperada $p = 0,05$ (5%)
- $q = 1 - p$ $q = 0,95$
- d = precisión $d = 0,04$ (deseamos un 4%)

$$n = \frac{870 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,04^2(870 - 1) + 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95} \approx 100 \text{ encuestas}$$

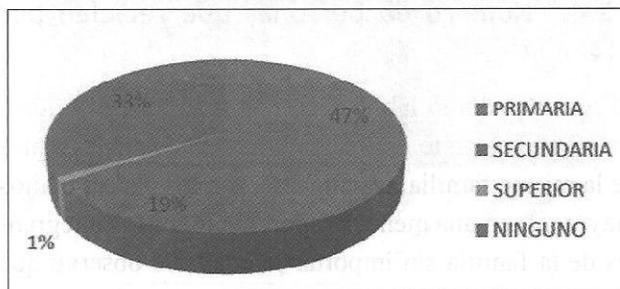
Total encuestas = 100 recicladores

Partiendo del total de encuestas requeridas para la caracterización de residuos y análisis de la población en este estudio, los resultados obtenidos durante el trabajo de campo fueron los siguientes:

3.2. Nivel educativo

El nivel educativo de la población recicladora del sector es bajo, aún en comparación con los índices del mismo sector, lo que obedece a una temprana vinculación en el oficio, una necesidad de trabajar desde la infancia y como consecuencia de la deserción escolar, lo cual se observa con un 47% del total de la población, quienes poseen apenas estudios primarios y tan solo el 1% cursa educación de nivel superior.

Gráfica 1. Nivel educativo de la población recicladora



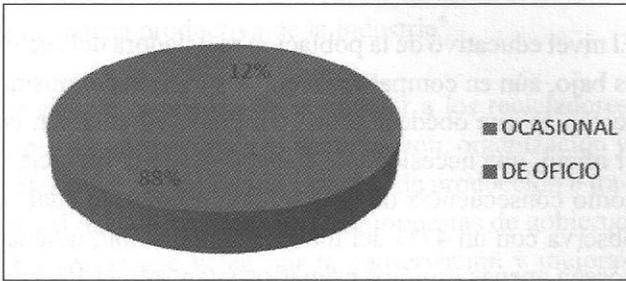
Fuente: los autores

3.3. Tipo de reciclador

El 88% de la población encuestada se considera de oficio, —este resultado tiene que ver con el nivel de frecuencia—, éstos para mantenerse ocupados a diario y recibir más ingresos, se trasladan a otras partes de la localidad o de la ciudad a trabajar. Por otro lado, están quienes trabajan de manera ocasional y se ven limitados a los días en que las empresas de aseo hacen recolección de residuos domiciliarios, la labor puede empezar en su lugar de residencia y se restringe a este sector.

⁶ Corresponde a la abscisa de la distribución normal estándar asociada a la probabilidad centrada igual a 0.95.

Gráfica 2. Tipo de reciclador

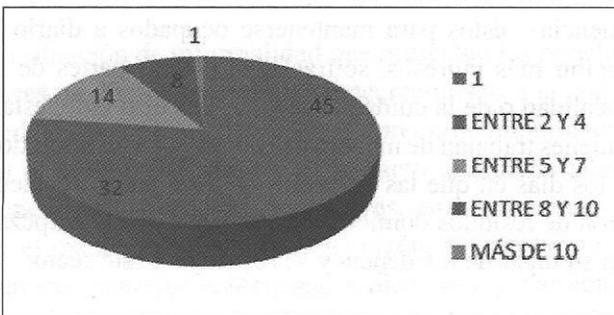


Fuente: los autores

3.4. Número de personas que reciclan por familia

El reciclaje como labor tiene una gran particularidad, en su mayor parte es realizado por varios integrantes de la misma familia; usualmente, son los padres e hijos mayores y en una menor proporción todos los integrantes de la familia sin importar la edad. Se observó que en un 45% de la población, su núcleo familiar tiene al menos una persona que se dedica a esta actividad, y el 32% muestra que en su familia existen entre dos y cuatro personas. Lo anterior se explica mejor en la siguiente gráfica:

Gráfica 3. Número de personas que recicla por familia

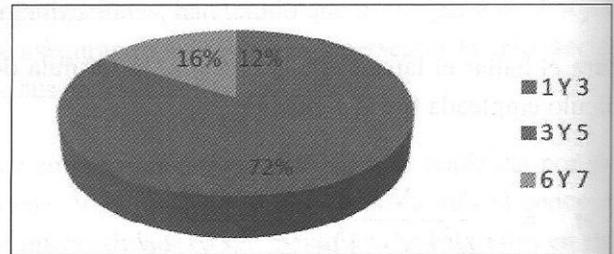


Fuente: los autores

3.5. Número de días dedicados al reciclaje

La cantidad de días dedicados a esta actividad, se nota que la gran mayoría ocupa entre tres y cinco días de la semana. Las jornadas de recolección varían de acuerdo al sitio de trabajo, además, tiene que ver en algunos casos con la cantidad de material que pueden recolectar al día, de ser significativo pueden pensar en disminuir la cantidad de días a la semana, pues, muchos consideran que de ser así ya tendrían el ingreso semanal.

Gráfica 4. Días dedicados al reciclaje



Fuente: los autores

3.6. Tipos de materiales recolectados

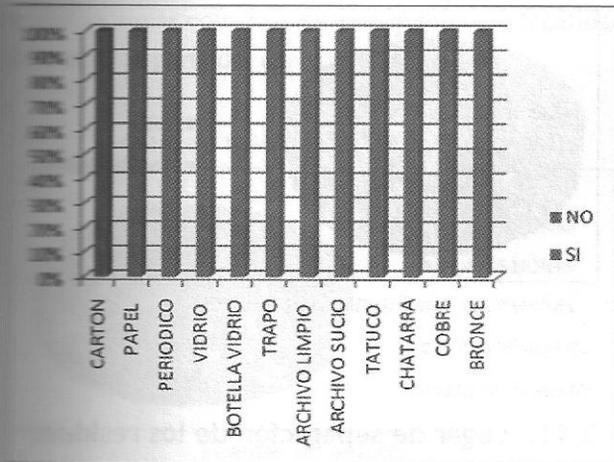
El tipo de material recolectado varía según el centro de acopio⁷ al cual se vende el material recolectado. El papel, el cartón, el periódico y el archivo limpio, son unos de los materiales en los residuos sólidos que se presentan con mayor frecuencia, seguido por el tatico⁸ y la chatarra (hierro), que siempre es una buena opción, por su peso y aceptación en la mayoría de bodegas, situación que no se presenta con materiales como la espuma, el trapo y el vidrio.

En promedio, la cantidad de recolección de materiales se ve ligada a la época del año, experiencia en el oficio y empoderamiento de rutas. En este aspecto de los recorridos existe una sectorización y apropiación de espacios, donde se hace la recolección de material de forma regular.

7 Definición de tipos de bodega... De 44m²; área definida como mínima funcional, equivalente a 4x11mts hasta 400m², como rango de bodegas pequeñas, estas denominaron centros de acopio (definidas dentro del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos PMIRS).

8 Identifica los envases rígidos, independientemente del tipo de resina utilizada para su fabricación.

Gráfica 5. Material recolectado admitido y rechazado

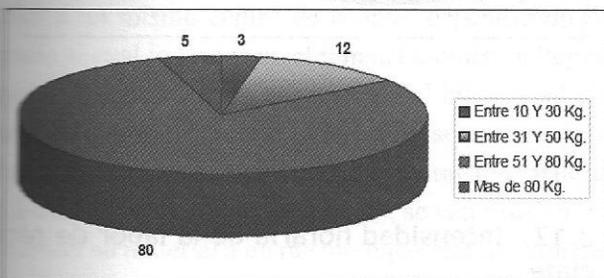


Fuente: los autores

3.7. Cantidad promedio de material recolectado por persona

Según los resultados de las encuestas realizadas y como se observa en el gráfico siguiente, el 80% del total de la población recicla a diario entre 51 y 80 Kg. de material, lo cual representa una cifra significativa para cada uno de ellos y tan solo el 3% recoge menos de 30Kg al día. Hay que tener en cuenta que estas cantidades tienen que ver con todos los tipos de material que se puedan encontrar durante el recorrido y los cuales pueden ser variables.

Gráfica 6. Cantidad de material recolectado por persona

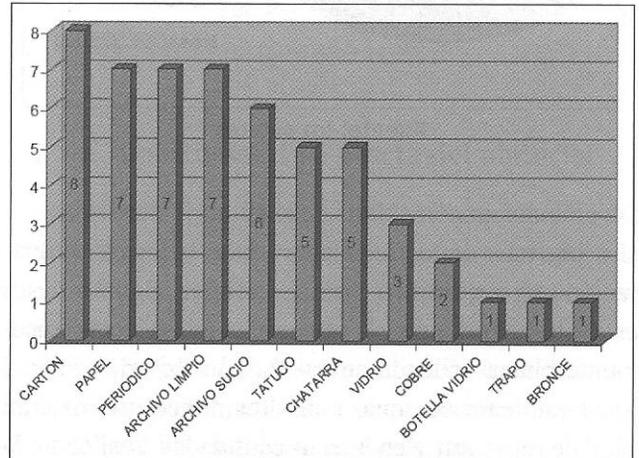


Fuente: los autores

3.8. Cantidad promedio en kilogramos por tipo de material en el recorrido

La cantidad en kilogramos por tipo de material reciclado a diario en los recorridos, arroja el siguiente resultado:

Gráfica 7. Cantidad en kilogramos por tipo de material



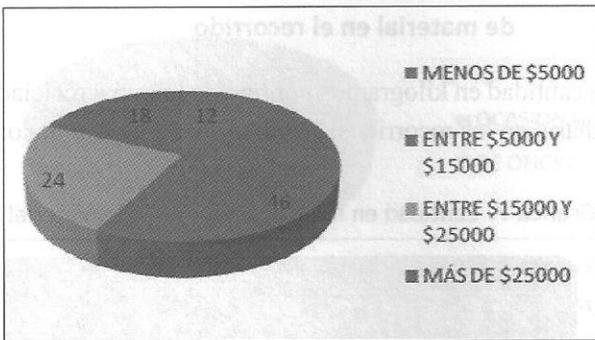
Fuente: los autores

Como se observa en el gráfico anterior los materiales con mayor promedio de cantidad de recolección al día son el cartón, papel, archivo y periódico con un promedio entre 7 y 8 Kg/día, por lo tanto, podría verse que son los residuos potenciales a ser reciclados.

3.9. Ingresos diarios por persona

Se pensaría que el interés de venta del material recolectado, está orientado a los que tienen mejor precio, pero, en gran parte de los casos, se mantiene una tradición mejor remunerada sobre el material que se recupera con mayor esfuerzo de la basura. Esto guiado por la habilidad de recuperación de dicho elemento o por su proporción en los residuos, haciendo que el reciclador desarrolle técnicas y destrezas para la identificación y separación de éste. Por esta razón, los ingresos diarios por persona oscilan con mayor frecuencia entre \$5.000 y \$15.000 pesos aproximadamente, seguidos por el 24% de la población, con \$15.000 y \$25.000 pesos.

Gráfica 8. Ingresos diarios por persona



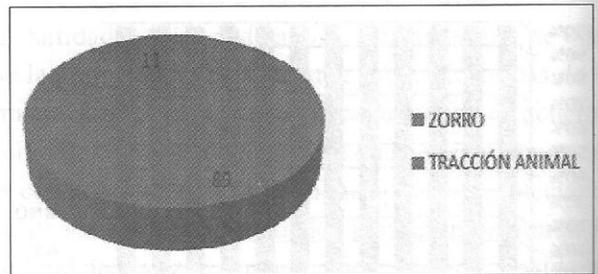
Fuente: los autores

Los ingresos de los recicladores son bajos en comparación con un empleo formal, pero, en algunos casos esta alternativa surge como una opción económicamente buena –cuando se cuenta con experiencia y el apoderamiento de zonas con altos índices de material fácil de recuperar y en buenas cantidades–, así como la realización de actividades alternas directamente ligadas al oficio principal, como lo es el caso de personas que tienen asignados unidades residenciales, edificios o conjuntos, a quienes les permiten el ingreso para tomar el material y les dan un dinero adicional por el aseo de las canecas y cuartos de basuras.

3.10. Tipo de transporte que emplea

La experiencia y la ubicación, posibilitan dos tipos de transporte en el reciclaje: los vehículos de tracción animal para altas cantidades de material; y los vehículos de tracción humana, “los zorros” para cargas ligeras. La mayor parte de ellos son de construcción casera, y su permanencia en las calles ha sido un punto crítico por los problemas de movilidad generados.

Gráfica 9. Transporte empleado por los recicladores

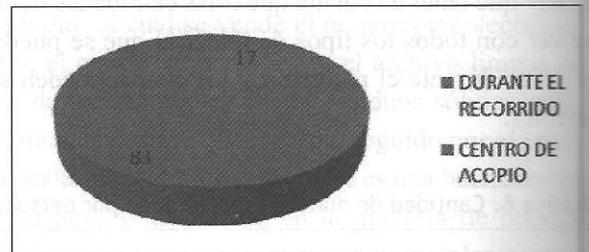


Fuente: los autores

3.11. Lugar de separación de los residuos

El 17% de la población realiza la separación de residuos al final de la jornada de recolección, en los andenes, parques y calles aledaños a las bodegas de venta de residuos sólidos, generando problemas de basuras, invasión al espacio público y movilidad. El 83% de la población realiza la separación de sus diferentes materiales directamente en el establecimiento al que le venden, debido a que, según el tiempo de recorrido, la cantidad diaria de material que encuentren puede variar.

Gráfica 10. Separación de residuos



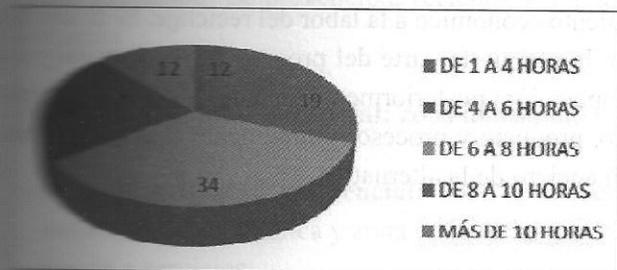
Fuente: los autores

3.12. Intensidad horaria de la labor de reciclaje

El 34% de la población recicladora, labora entre seis y ocho horas en cada recorrido. El tiempo destinado a la recuperación de residuos sólidos, está en el promedio de la jornada laboral legal, y la hora de inicio es en su mayoría entre las diez y once de la noche, momento en que las unidades residenciales sacan las basuras; es la

comienzan que empiezan labores aquellos que se encuentran en las zonas comerciales, por ejemplo, la localidad ubicada en la parte del centro y La Libertad.

Gráfica 11. Separación de residuos



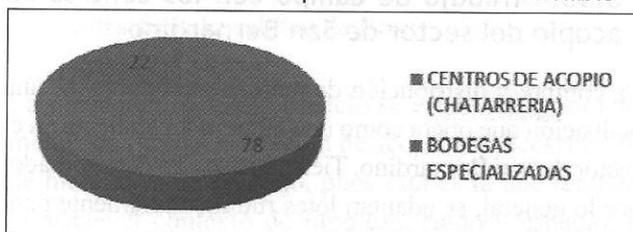
Fuente: los autores

3.13. Destino del material reciclado

El material que la población recicladora vende, en su mayoría, queda en bodegas que reciben todo tipo de material, pues, sólo son un eslabón más de la cadena de intermediarios que trabajan con el material para venderlo a las industrias –algunos materiales como el hierro (los metales) y la cerámica es vendida al detal. Los centros especializados que existen en el sector son únicamente de plástico, donde se recibe material como cartón (botellas y envases plásticos) y bolsas en todos los colores, calibres y clases; seguido del vidrio y las botellas.

Además, esta población en su mayoría ofrece su material a un mismo centro de acopio, dependiendo del precio al cual lo estén pagando en el momento. Por conocimiento de ellos y compañeros del oficio y adicional a esto, porque aún no existe en el sector un centro dedicado al aprovechamiento de un mismo material diferente al plástico, por esta razón, se ven restringidos a ofrecer su material a un mismo lugar, incluso con mejores ofertas en cuanto a los precios de compra.

Gráfica 12. Centros receptores de material reciclable

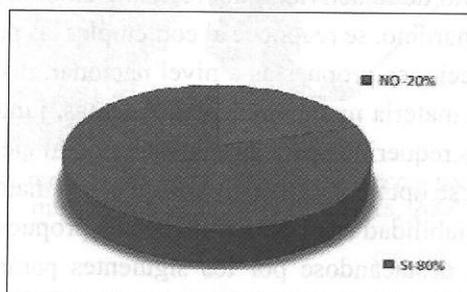


Fuente: los autores

3.14. Oportunidad de oferta del material

En la encuesta formulada a la población recicladora del sector, se indagó sobre quiénes de ellos estarían en la disposición de vender u ofrecer varios tipos de un mismo material a un solo centro de acopio, donde se les garantice la fidelidad de compra a diario del mismo, incluso a un mejor precio que el que pueden ofrecer en la actualidad los establecimientos del sector.

Gráfica 13. Oferta del material



Fuente: los autores

Según lo anterior, cerca de un 80% del total de la población encuestada, confirmó estar dispuesta a vender algún tipo de material al mismo centro especializado. Aunque, esto en la actualidad no sucede, quizás porque no existen muchos centros en el sector y los pocos que existen se dedican sólo al material plástico.

3.15. Trabajo de campo con los centros de acopio del sector de San Bernardino

La compra y distribución de material reciclable, es una ocupación que opera como una labor independiente en el sector de San Bernardino. Tiene un espacio determinado, por lo general, se adaptan lotes rudimentariamente para la actividad. Estos centros de acopio, casi siempre, carecen de algún tipo de registro legal que los avale, como documentos de cámara y comercio y RUT.

Con el fin de determinar cuál era el residuo potencial a ser recuperado a través de un proceso productivo en el sector y que de esta forma se convirtiera en una materia prima para la industria, se realizó una encuesta a los establecimientos que funcionan actualmente en dicho sector.

4. Propuesta de recuperación del papel y el cartón en la vereda de San Bernardino

El entorno de la actividad del reciclaje en el sector de San Bernardino, se reconoce al contemplar las políticas y proyecciones propuestas a nivel nacional, distrital y local en materia medioambiental. Además, junto a los procesos requeridos para su reintegración al ciclo productivo, se opta por el papel y cartón como material de mayor viabilidad en el desarrollo de una propuesta productiva, destacándose por los siguientes parámetros: oferta, beneficio ambiental e impacto social.

De acuerdo a lo anterior y basado en los criterios técnicos acordes a los requerimientos de la normatividad existente (GTC 53-4. GTC 53 -6)⁹, se plantea un proceso productivo de recuperación y adaptación de los residuos sólidos de papel y cartón –en el sector de San Bernardino– como materia prima para la industria.

La propuesta trata de integrar a través del proceso productivo de recuperación del papel y el cartón, los

beneficios ambientales junto con las características socioeconómicas de la población recicladora del sector de San Bernardino. Se brinda una alternativa formal de empleo directo a recicladores, y de empleo indirecto a través de estrategias que permitan un mejor reconocimiento económico a la labor del reciclaje. El desarrollo de la propuesta parte del proceso de recolección y recuperación; posteriormente, una descripción de mercado, producto y proceso; y finalmente el planteamiento financiero de la alternativa.

5. Definición del centro de acopio

A continuación, se puede dar un marco que describa el funcionamiento general, así como las características básicas y esenciales del centro de acopio:

El centro de acopio se fundamenta en el procesamiento del papel y el cartón de post-consumo, básicamente los tipos de material a comprar y reciclar serían: cartón corrugado, plegadiza, kraft, papel periódico, papel blanco y papel archivo. Estos sometidos al proceso productivo de recuperación, se hacen más rentables para la industria y de esta forma serían ocupados en la elaboración de productos nuevos.

De acuerdo a este panorama, se cuenta, principalmente, con un sistema de recepción, limpieza, clasificación, así como una trituradora y una compactadora de papel y cartón, con lo cual se da cumplimiento a la transformación de un residuo desecho en materia prima apta para el consumo en la industria. Las cantidades y características de la maquinaria serán descritas posteriormente.

9 Guía para el reciclaje de papel y cartón. / ICONTEC.] GTC 53-4. Guía del aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales / ICONTEC.] GTC 53-6.

5.1. Ubicación y requerimientos

Para el desarrollo del centro propuesto se debe considerar las directrices del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), que define áreas en las cuales se permite llevar a cabo actividades de prevención, reciclaje y aprovechamiento:

- **Área de actividad industrial:** zona industrial.
- **Área de actividad residencial:** zona residencial con actividad económica y zona residencial con comercio y servicios.
- **Área de actividad de comercio y servicios:** zona de comercio aglomerado, zona de comercio cualificado, zona de servicios al automóvil y zona de servicios empresariales e industriales.
- **Accesibilidad:** no pueden realizarse accesos en V-0, V-1 y V-2¹⁰ a menos que se realice por calzada paralela existente o se defina una vía de desaceleración no inferior a 5 m de ancho.
- **Ubicación:** vías intermedias V4, V-5, V-6 y vías locales V-7 y V-8¹¹.

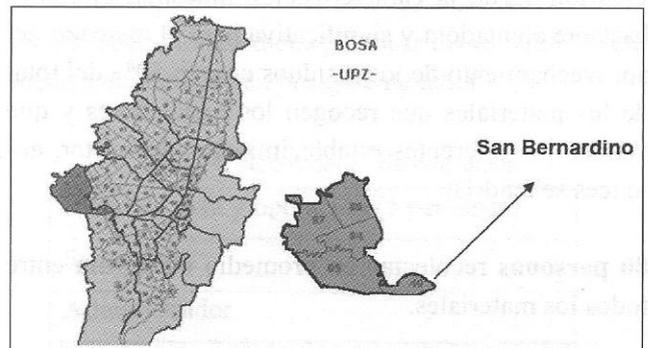
La ubicación del centro de acopio y de procesado de material deberá contar con las siguientes características:

- Vialidades adecuadas para los camiones transportadores.
- Vialidades adecuadas para los recicladores quienes serían los potenciales proveedores de material.
- Ubicación rural debido al material utilizado así como el ruido generado.

- Ubicación cercana a las áreas socio-económicamente altas de la Localidad de Bosa.

La ubicación de dicho espacio se establece, principalmente, en torno a la función de acopio y procesamiento de materiales de desecho, pues ésta es la que requiere un especial contexto de limpieza, ruido y espacio, lo cual no es tan importante para el área de productos de papel y cartón, los cuales sólo requerirían espacio para almacenamiento. De acuerdo al POT¹² se encuentran zonas en las que dicho centro de acopio puede establecerse dentro del mismo sector de San Bernardino, en los barrios: Villa Ema, Echeverri, y Potreritos, pertenecientes a la UPZ¹³ 84 de Bosa occidental.

Gráfica 14. Ubicación de la vereda San Bernardino



Fuente: recorriendo Bosa, diagnóstico físico y socio-económico de las localidades de Bogotá, 2004.

5.2. Proceso

Los principales procesos a llevar a cabo en la planta serán: recepción, limpieza, clasificación, triturado, prensado, almacenamiento y expedición. De igual forma, el material reciclado requiere el espacio y la logística necesaria para el almacenamiento, transporte y comercialización de los mismos.

¹⁰ Vías principales.

¹¹ Vías secundarias.

¹² Plan de Ordenamiento Territorial, Decreto Distrital 190 del 2004.

¹³ Unidad Perimetral Zonal.

5.3. Volumen de material a procesar

Según los datos que mostró la caracterización en el sector, teniendo en cuenta que hay ochocientas setenta personas –recicladores de oficio– y que según el tamaño de la muestra se encuestaron cien de ellas. El 80% confirmó que estaría en la disposición de vender a centros especializados por tipo de material, esto con el fin de establecer vínculos permanentes con un mismo centro de acopio, donde cuenten con la seguridad de vender a diario su material y de esta forma hacer de su oficio una labor más formal.

Además, teniendo en cuenta que del total de la población encuestada, el 80% recolecta en promedio 60 Kg./día, conociendo que los residuos sólidos de papel y cartón según la caracterización muestran una cifra bastante alentadora y significativa para el mercado del aprovechamiento de los residuos con un 59% del total de los materiales que recogen los recicladores y que venden los diferentes establecimientos del sector, entonces se tendría:

80 personas recolectan en promedio **60 kg/día** entre todos los materiales.

El 59% del material recolectado corresponde a **35.9 kg/día** por persona en solo residuos en materiales de **papel y cartón**.

Entonces, se contaría con una cantidad diaria aproximada de 2875 Kg./día para procesar y aprovechar, lo que corresponde al 31.25% de los 9200 Kg./día de los residuos de papel y cartón que se reciclan en la localidad de Bosa (además como una generación del 4.47% del total generado en el distrito).

De acuerdo a la **cantidad promedio de material recibido**, los centros de acopio presentan una distribución uniforme en la cantidad recibida de residuos sólidos derivados del papel y del cartón; la cantidad diaria anteriormente descrita de 2875 kg, ésta se distribuiría en los diferentes tipos de material a comprar (tabla 1).

Tabla 1. Promedio en kilogramos de material por día

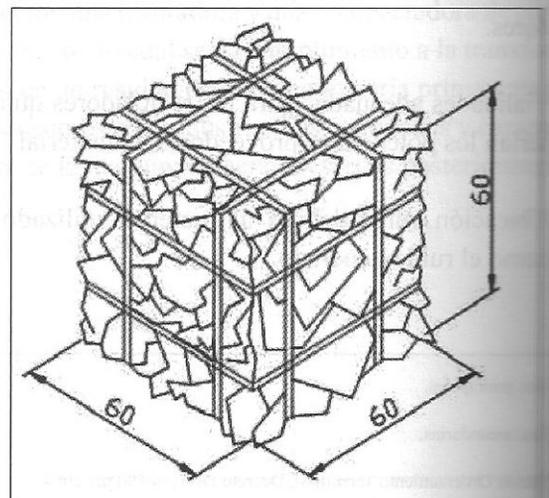
| Material | Cantidad diaria promedio |
|---------------------|--------------------------|
| Cartón corrugado | 479.1 Kg. |
| Plegadiza | 479.1 Kg. |
| Kraft | 479.1 Kg. |
| Papel periódico | 479.1 Kg. |
| Papel blanco | 479.1 Kg. |
| Papel archivo | 479.1 Kg. |
| Total al día | 2.875 Kg. |

Fuente: los autores

5.4. Características de superficie y terreno para el proceso

Para establecer el tamaño del centro de acopio se tuvo en cuenta que se comprarían seis tipos de material en cantidades diarias similares. Además, teniendo en cuenta que la capacidad diaria del centro es de 2.9 Toneladas, se establece que el almacenamiento de esa cantidad de material compactado se hará en estibas plásticas de capacidad hasta de 2500 Kg. El material se dispondría en a dos fardos, cada uno de 70 Kg en forma cúbica de 60 cm de arista (ver gráfica 15), ubicando dos en el primer nivel de cada estiba de 1 x 1.20 m de longitud, con la posibilidad de apilar máximo cuatro niveles de fardos. El movimiento de dichas estibas se hará por medio de una estibadora manual.

Gráfica 15. Esquema de compactación del material (Fardos)



Fuente: los autores

El total del material recibido es distribuido en los seis materiales clasificados, transportado a diario y soportado en cada estiba (140 Kg. por estiba). Aproximadamente, se requerirán cuatro estibas por material, lo que corresponde a un total de veinticuatro estibas para el almacenamiento del material diario, ocupando 28.8 m² y con 2m² adicionales por cada tipo de material proyectado para áreas de manejo, carga, descarga y transporte del mismo —el espacio ocupado para almacenamiento sería de 40.8 m².

En la tabla siguiente, para definir el tamaño del terreno se presentan las dimensiones de los espacios requeridos, se cuenta aproximadamente con 202 m².

Tabla 2. Tamaño de área para almacenamiento

| Concepto | Área (m ² .) |
|--------------------------|-------------------------|
| Almacenamiento | 40 |
| Banda | 50 |
| Molienda | 6 |
| Prensado (compactado) | 6 |
| Oficina | 33 |
| Clasificación y limpieza | 17 |
| Recepción de materiales | 50 |
| Total | 202 |

Fuente: los autores

5.5. Maquinaria y equipo

Para realizar adecuadamente las labores se requiere equipo y maquinaria específico (ver tabla 3).

Tabla 3. Equipos y maquinaria

| |
|------------------------------------|
| Bascula plataforma |
| Molino |
| Compactadora |
| Grapadora y tensionadora de zuncho |
| Banda separadora (8 m.) |
| 24 estibas plásticas |
| Instalaciones |
| Equipo de oficina |
| Estibador manual |

Fuente: los autores

Para la operación de dicha planta se necesitarán los elementos enunciados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Necesidades de operación

| |
|--|
| Maño de obra y operación (5 personas) |
| Secretaria |
| Administrador |
| Energía para molino, compactadora, banda |
| Otros: equipo de oficina, alumbrado, consumibles, etc. |

Fuente: los autores

5.6. Análisis de costos

Para determinar los costos y el balance financiero del centro de acopio y aprovechamiento de papel y cartón, se considerará primero lo correspondiente a la inversión inicial, seguido de los ingresos y egresos por la venta de material y operación de la misma. Considerando las necesidades, espacios y características de la empresa planteados anteriormente, se establecen los siguientes conceptos para la inversión inicial.

Tabla 5. Inversión inicial

| Concepto | Costo |
|--------------------------------|----------------------|
| Bascula plataforma | \$2.000.000 |
| Molino | \$14.327.000 |
| Compactadora | \$13.037.000 |
| Banda separadora por 8 m | \$9.600.000 |
| Veinticuatro estibas plásticas | \$672.000 |
| Instalaciones | \$5'000.000 |
| Equipo de oficina | \$5'000.000 |
| Estibador manual | \$1'300.000 |
| Total | \$ 50.936.000 |

Fuente: los autores

5.7. Balance general

Los ingresos se generarán de la comercialización de material recuperado a través del proceso productivo de papel y cartón. De acuerdo a las cantidades antes establecidas y al precio en el mercado de las mismas, se establecen los siguientes ingresos por concepto de la comercialización de material reciclable, la utilidad por mes y el tiempo de recuperación de la inversión.

Tabla 6. Ingresos y egresos del proceso

| Ingresos por reciclaje de material por mes | Costos de operación por mes | Utilidades por mes |
|--|-----------------------------|--------------------|
| \$ 26'551.147 | \$ 20'198.959 | \$ 6'352.188 |

Fuente: los autores

| | |
|---------------------------------------|--------------|
| Utilidad por mes | \$6.352.188 |
| Utilidad por año | \$76.226.252 |
| 33% impuesto de renta anual | \$25.154.663 |
| Utilidad neta al mes | \$4.164.826 |
| Utilidad neta al año | \$49.977.908 |
| Inversión | \$50.936.000 |
| Recuperación de la inversión en meses | 12,2 |
| Recuperación de la inversión en años | 1 |

Fuente: los autores

6. Resultados obtenidos

Actualmente, el trabajo de investigación sobre el comportamiento de los materiales reciclados y el análisis del mismo en los procesos de producción de papel y cartón es insuficiente; esto posibilita el creciente interés investigativo, por ejemplo, la mecánica de materiales. En esta investigación se detectó que el reciclaje de papel y cartón es un área sumamente fértil en crecimiento y desarrollo tecnológico, permitiendo el análisis de los procesos.

Seguido a esto, se definió una alternativa para el aprovechamiento del residuo sólido potencial, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de una fracción de la población recicladora de San Bernardino en la localidad de Bosa. Se posibilitó a su vez un impacto ambiental favorable en la reducción final de residuos sólidos en el RSDJ. La ejecución de la propuesta para el aprovechamiento de los residuos de papel y cartón en el sector de San Bernardino, brindaría formalidad al oficio del reciclaje para la población en la vinculación y tecnificación de la labor.

También, dicha propuesta de aprovechamiento se enmarca en la generación de empleo directa e indirecta en el sector, pues, se requerirían alrededor de seis personas para laborar en dicho centro de acopio de recuperación de materiales de papel y cartón. Finalmente, se encontró una clara alternativa de negocio en el reciclaje, al detectar los nichos en los que éste se puede explorar y

trabajar, así como las formas y espacios muy concretos para su crecimiento y desarrollo.

7. Conclusiones

El objetivo inicial del proyecto era la realización de una propuesta de aprovechamiento de los residuos sólidos potenciales a ser recuperados en el sector de San Bernardino en la localidad de Bosa, que defina la técnica más apropiada para procesarlo y la descripción de ciertos usos finales que se le podría dar a dicho material, esto, a partir de una caracterización de residuos sólidos en el sector. Con lo ya presentado se concluye satisfactoriamente dicho objetivo propuesto.

- El papel recuperado representa una materia prima para la industria papelera: su utilización está en expansión.
- El reciclaje de papel y cartón presenta opciones de negocio en las que se puede invertir recursos con impacto desde varios puntos de vista y con gran oportunidad de proyección a muy largo plazo, pues, la utilización de papel recuperado como materia prima reduce los niveles de contaminación y supone un ahorro económico.
- Es posible realizar un proyecto viable de reciclaje con una inversión pequeña comparada con la requerida para otros proyectos y con un tiempo realmente significativo en recuperación de la inversión inicial.
- Se comprobó que la apuesta actual a centros de acopio o bodegas especializadas de reciclaje tiene una gran capacidad de proyección a futuro económica y socialmente.

Referencias

- [1] **Asociación Nacional de Industriales** (1997). *La industria de pulpa, papel y cartón en Colombia* (ANDI). Bogotá: Cámara de la industria de pulpa, papel y cartón, ANDI. 19 ed.
- [2] **Benavides Pérez, Marlene; Mayorga Morato, Manuel & Et Al** (2004). *Guía para la elaboración de proyectos de investigación en ingeniería*. Bogotá: Departamento de investigación, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre, pp. 22-48.
- [3] **Cámara y Comercio de Bogotá** (2007). *Perfil económico y empresarial, localidad de Bosa 2007*. Bogotá: Dirección de Estudios e Investigaciones de la CCB.
- [4] **DAMA** (1994). *Agendas locales ambientales, localidad 7-Bosa*. Bogotá : Guía Editores e Impresores.
- [5] **DAMA** (1996). *Valoración del impacto ambiental pequeña y mediana industria*. Bogotá: Cincet, pp. 125-14.
- [6] **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación** (2007). *Compendio guías para la gestión integral de los residuos/Icontec*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC 21 ed.
- [7] **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación** (1999). *Gestión ambiental: residuos sólidos. Guía del aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales/Icontec*. Bogotá: 20 ed.
- [8] **Herbert, Lound** (1996). *Manual Mc Graw Hill de reciclaje*. México: Mc Graw Hill.
- [9] **Sapag, Chain Nassir** (1999). *Preparación y evaluación del proyectos*. Bogotá: Mc Graw Hill.

Referencias Web

- [1] www.uesp.gov.co/documentos/15_02_2006_02_59_49_p.m._PMIRS%20con%20logo%2018feb.pdf
- [2] http://residuossolidossenad.blogspot.com/2008/03/bienvenidos_05.html
- [3] <http://reciclajebogota.googlepages.com/www.universia.net.co/noticias/noticia-del-dia/docente-universitario-reflexiona-sobre-el-manejo-de-residuos-de-riesgo-biologico-en-bogota.html>