

**EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA PARA EL APROVECHAMIENTO Y
TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS RECICLABLES PRODUCIDOS EN
BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA**

JOSÉ GREGORIO FONSECA PLATA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOQUÍMICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2.004

**EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA PARA EL APROVECHAMIENTO Y
TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS RECICLABLES PRODUCIDOS EN
BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA**

JOSÉ GREGORIO FONSECA PLATA

Monografía para optar al título de Especialista en Ingeniería Ambiental

Director

EDGAR FERNANDO CASTILLO MONROY

Ingeniero Químico Ph. D

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICOQUÍMICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2.004

RESUMEN DE TRABAJO DE GRADO

1. TITULO:

EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA PARA EL APROVECHAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES PRODUCIDOS EN BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA *

2. AUTORES:

JOSÉ GREGORIO FONSECA PLATA. **

3. PALABRAS CLAVES:

Residuos Sólidos, Reciclaje, Aprovechamiento, Transformación

4. DESCRIPCION O CONTENIDO

Reciclar los residuos sólidos que todavía conservan sus propiedades físicas o químicas útiles después de servir a su propósito original, y que por lo tanto, pueden ser reutilizados o convertidos en materia prima para la fabricación de nuevos productos, es sin duda la mejor opción que se tiene actualmente para disminuir el grave problema de disposición de residuos.

La posibilidad de contar en Bucaramanga y su Area Metropolitana con una planta que permita la transformación y posterior aprovechamiento y/o reutilización de los residuos sólidos reciclables, permite alcanzar importantes beneficios como la generación de nuevas fuentes de empleo, mayores ingresos para las personas que viven del reciclaje, así como la protección del medio ambiente, entre otros. Estos beneficios se pueden alcanzar, en la medida en que se tengan disponibles los recursos y la tecnología necesaria para su correcta transformación y comercialización.

El documento plantea inicialmente los conceptos básicos sobre reciclaje, la metodología empleada en el trabajo, para posteriormente profundizar en la situación actual del material reciclable recuperado en Bucaramanga, así como la identificación de alternativas y diseño básico de la planta. Igualmente, se presenta una evaluación económica y de mercado sobre la posible operación de la planta, así como factibles modelos administrativos de funcionamiento de la misma. De acuerdo a los resultados alcanzados, se puede asegurar que en Bucaramanga es perfectamente factible tanto técnica como económicamente el montaje de una planta transformadora de residuos sólidos reciclables.

◀ Monografía

** Facultad de Físico Químicas, Especialización en Ingeniería Ambiental, Dr. Edgar Fernando Castillo Monroy

SUMMARY

1. TITLE :

TECHNIC-ECONOMICAL EVALUATION FOR THE ADVANTAGE AND TRANSFORMATION OF SOLID WASTE RECYCLABLE PRODUCED IN BUCARAMANGA AND THEIR METROPOLITAN AREA *

2. AUTHOR :

JOSÉ GREGORIO FONSECA PLATA **

3. KEY WORDS :

Solid Waste, Recycling, Advantage ,Transformation.

4. DESCRIPTION - CONTENT :

To recycle the solid waste that still conserve their physical properties or chemical equipment after serving their original intention, and which therefore, they can be reused or turned raw material for the manufacture of new products, it is without a doubt the best option than must at the moment to diminish the serious problem of disposition of waste.

The possibility of counting in Bucaramanga and its Metropolitan Area with a plant that allows to the transformation and later advantage and/or reusability of the recyclable solid waste, allows to reach important benefits like the generation of new sources of use, greater income for the people that live on the recycling, as well as the protection of the medio.ambiente, among others. These benefits can be reached, in the measurement in which the resources and the necessary technology for their correct transformation and commercialization are had available.

The document raises initially the basic concepts on recycling, the methodology used in the work, later to deepen in the present situation of the recovered recyclable material in Bucaramanga, as well as the identification of alternatives and basic design of the plant. Also, one appears an economic evaluation and of market on the possible operation of the plant, as well as feasible administrative models of operation of the same one. According to the reached results, it is possible to be assured that in Bucaramanga is perfectly feasible as much technical as economically the assembly of a transforming plant of recyclable solid waste.

* Monograph (Thesis)

** Physic-Chemical Faculty, Specialization en Environmental Engineering, Ph.D. Edgar Fernando Castillo Monroy

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. MATERIAL RECICLABLE.....	5
2.2. RECICLAJE	5
2.2.1. <i>Beneficios del reciclaje. Entre los beneficios más importantes que brinda el reciclaje, se tienen los siguientes:</i>	6
2.3. CICLO DEL RECICLAJE	6
3. METODOLOGÍA	9
3.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES.....	9
3.2. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO Y/O TRANSFORMACIÓN	9
3.3. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO Y/O TRANSFORMACIÓN	10
3.4. ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE MERCADOS Y PLATEAMIENTO DE MÓDELO ADMINISTRATIVO DE FUNCIONAMIENTO	10
4. SITUACIÓN ACTUAL DEL MATERIAL RECUPERADO POR LAS COOPERATIVAS RECICLADORAS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	13
4.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES RECOLECTADOS EN BUCARAMANGA	13
4.1.1. <i>Cooperativas Recicladoras. Las Cooperativas operadoras de la ruta del reciclaje operan en diferentes recorridos a lo largo de la ciudad de Bucaramanga, distribuidos de manera equitativa de modo que se logra una amplia cobertura del servicio. A continuación se muestra una breve reseña de cada una de estas cooperativas y las cantidades de residuos manejados.</i>	14
5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS	20
5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS IDENTIFICADAS	20
5.1.1. <i>Línea de acondicionamiento de papel y cartón. El proceso básico que se debe realizar para acondicionar el papel y el cartón que posteriormente serán comercializados como reciclados, se puede observar en la Figura 3.</i>	20
5.1.2. <i>Línea de acondicionamiento de vidrio. El proceso básico que se debe realizar para acondicionar el vidrio reciclado, contempla las etapas que se muestran en la Figura 7.</i>	24

5.1.3. Línea de acondicionamiento de metales. El proceso básico que se debe realizar para procesar los metales reciclados contempla las etapas que se muestran en la Figura 11.	28
5.1.4. Línea de acondicionamiento de plásticos. El proceso básico que se debe realizar para acondicionar las diferentes resinas plásticas contempla las etapas que se muestran en la Figura 13.	29
6. DISEÑO BÁSICO FINAL.....	36
6.1. LÍNEA DE ACONDICIONAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN.....	37
6.1.1. Descripción de las etapas. A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la línea de papel y cartón.....	38
6.2. LÍNEA DE VIDRIO	39
6.2.1. Descripción de las etapas. A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la Línea de Vidrio.....	40
6.3. LÍNEA DE METALES.....	41
6.3.1. Descripción de las etapas. A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la línea de Metales:.....	42
6.4. LÍNEA DE RESINAS PLÁSTICAS	43
6.4.1. Proceso para el acondicionamiento de resinas plásticas rígidas. Este proceso consta de las siguientes etapas, como se muestra en las Figuras 25 y 26.	43
6.4.2. Proceso para el acondicionamiento de resinas plásticas en forma de películas (Bolsas). Este proceso consta de las siguientes etapas, como se muestra en las Figuras 27 y 28.	46
6.5. MAQUINARIA Y EQUIPOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS	49
6.5.1. Línea de acondicionamiento de papel y cartón. A continuación aparecen relacionados los equipos requeridos para la implementación de esta línea.	49
6.5.2. Línea de acondicionamiento de vidrio. Para la implementación de esta línea, solamente se hace necesario acondicionar la báscula que se describe a continuación.	51
6.5.3. Línea de acondicionamiento de metales. Los equipos necesarios para la implementación de esta línea se describen a continuación.	52
6.5.4. Línea de acondicionamiento de plásticos (Rígidos y Películas). A continuación se relacionan los equipos requeridos para la implementación de esta línea, tanto para el procesamiento de resinas rígidas como de películas. Además de la descripción detallada de cada equipo, se indica si éste procesa o no, los dos tipos de material.	53
6.5.5. Equipos de uso general en la planta de reciclaje. Hay algunos equipos que son de uso general para toda la planta y se describen a continuación. ...	68
6.6. FICHAS TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS DE PROCESAMIENTO	69
DISEÑO.....	72
6.7. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	75
6.7.1. Zona de procesamiento de papel y cartón. Esta zona está distribuida en un área de 258.1 metros cuadrados, con un ancho de 14.5 metros y una longitud de 17.8 metros. En la Figura 31 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones.	75

6.7.2. Zona de procesamiento de vidrio. Esta zona se encuentra ubicada en un área de 120 metros cuadrados, con un ancho de 10 metros y una longitud de 12 metros. En la Figura 32 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones. De la misma manera, en la Figura 33 se presentan los compartimientos donde se rompería el vidrio.	75
6.7.3. Zona de procesamiento de metales. Esta zona se encuentra distribuida en un área de 97.9 metros cuadrados, con un ancho de 5.5 metros y una longitud de 17.8 metros. En la Figura 34 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones.	75
6.7.4. Zona de procesamiento de plásticos. Esta zona se encuentra ubicada en un área de 600 metros cuadrados, con un ancho de 30 metros y una longitud de 20 metros. En la Figura 35 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones. De la misma manera, en la Figura 36 se presenta un esquema de cómo estarían distribuidos los equipos que conforman esta línea.	75
6.7.5. Zona de recepción general y bodega de plásticos procesados. La zona de recepción general de materiales se encuentra ubicada en un área de 104 metros cuadrados aproximadamente, con un ancho de 13 metros y una longitud de 8 metros. La bodega de plásticos procesados se encuentra junto a la zona de recepción, ocupando un área aproximada de 102 metros cuadrados, con un ancho de 17 metros y una longitud de 6 metros. En la Figura 37 se puede apreciar un plano de estas dos zonas con sus respectivas dimensiones.....	76
6.7.6. Bodegas de papel, cartón y metales procesados. Esta zona se encuentra ubicada en un área de 58 metros cuadrados, con un ancho de 10 metros y una longitud de 5.8 metros. En la Figura 38 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones.	76
6.7.7. Zona de taller de manualidades, mantenimiento, baños, vestidores y oficinas. El taller de manualidades se encuentra ubicado en un área de 80 metros cuadrados, con un ancho de 8 metros y una longitud de 10 metros, el taller de mantenimiento se encuentra ubicado igualmente en un área de 80 metros cuadrados, con un ancho de 8 metros y una longitud de 10 metros, la zona de baños y vestidores ocupa un área de 55 metros cuadrados, con un ancho de 5.5 metros y una longitud de 10 metros. De la misma manera, la zona de oficinas está distribuida en un área de 65 metros cuadrados, con un ancho de 6.5 metros y una longitud de 10 metros.	76
7. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y DE MERCADO Y MODELO ADMINISTRATIVO DE FUNCIONAMIENTO.....	88
7.1. ESTUDIO DE MERCADOS.....	88
7.1.1. Condiciones actuales de comercialización. En esta primera fase, se buscaba básicamente hacer un diagnóstico de la situación actual de comercialización de cada una de las cooperativas, para esto se entrevistaron los gerentes de las Cooperativas Recicladoras de la ciudad de Bucaramanga, con el fin de conocer con exactitud los materiales y volúmenes que trabajan, los precios manejados actualmente y las vías de comercialización utilizadas, obteniendo los siguientes resultados.....	89
7.1.2. Sondeo de mercados. En esta fase se buscaba conocer las condiciones y características del mercado actual y potencial de los productos reciclables	

<p><i>de Bucaramanga y su Área Metropolitana para saber sus características, sus necesidades y el modo de satisfacerlas, las condiciones de negociación, sus actuales proveedores y los productos reciclados comercializados entre otros. Además, el estudio busca asegurar las ventas de todo el material y los productos transformados en un futuro por la planta, para esto se realizaron encuestas a las principales empresas transformadoras de plástico recuperado del país.....</i></p>	94
7.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	120
<p><i>7.2.1. Costos operacionales. A continuación en las Tablas 24 - 30, se presentan en detalle los costos fijos mensuales de operación por línea, y seguidamente el valor total de los costos operacionales mensuales de la planta.....</i></p>	121
<p><i>7.2.2. Inversión. A continuación se presenta el detalle de los costos de la maquinaria y obras civiles requeridas para el funcionamiento de cada una de las líneas de procesamiento de la planta.</i></p>	125
7.3. INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA.....	136
<p><i>7.3.1. Resultados. A continuación aparecen reportados los resultados de la encuesta aplicada a las cooperativas.....</i></p>	137
<p><i>7.3.2. Conclusiones. A continuación aparecen las conclusiones del sondeo administrativo aplicado a las cooperativas recicladoras.....</i></p>	144
<p><i>7.3.3. Alternativas del manejo administrativo de la planta. A continuación se presentan dos modelos organizativos para la planta. Serán las cooperativas recicladoras y la Empresa de Aseo de Bucaramanga, quienes de común acuerdo decidan finalmente como se debe conformar dicha planta.....</i></p>	145
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	150
8.1. CONCLUSIONES	150
8.2. RECOMENDACIONES	153
BIBLIOGRAFÍA.....	157

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. MATERIALES RECICLABLES RECOGIDOS POR COOPRESER.....	15
TABLA 2. MATERIALES RECICLABLES RECOGIDOS POR CODECOSAN.	16
TABLA 3. MATERIALES RECICLABLES RECOGIDOS POR BELLO RENACER.	17
TABLA 4. CANTIDADES TOTALES ACOPIADAS POR LAS COOPERATIVAS RECICLADORAS Y EN EL CARRASCO.....	19
TABLA 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA EMBALADORA.....	50
TABLA 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA COMPACTADORA DE LATAS DE ALUMINIO.	52
TABLA 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOLINO GRANULADOR DE MATERIALES RÍGIDOS.	56
TABLA 8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOLINO DE PELÍCULAS CON CAJA DE CORTE REFRIGERADA.	59
TABLA 9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL LAVADOR SEPARADOR HORIZONTAL.....	61
TABLA 10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CENTRIFUGA DE LAVADO.....	64
TABLA 11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CENTRÍFUGA DE SECADO.....	65
TABLA 12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA AGLUTINADORA.....	66
TABLA 13. FICHA TÉCNICA DE LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN.....	71
TABLA 14. FICHA TÉCNICA DE LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE VIDRIO.	72
TABLA 15. FICHA TÉCNICA DE LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE METALES.	73
TABLA 16. FICHA TÉCNICA DE LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS.	74
TABLA 17. VOLÚMENES Y CONDICIONES ACTUALES DE COMERCIALIZACIÓN DE LOS MATERIALES RECOGIDOS POR LA COOPERATIVA COOPRESER.....	89
TABLA 18. VOLÚMENES Y CONDICIONES ACTUALES DE COMERCIALIZACIÓN DE LOS MATERIALES RECOGIDOS POR LA COOPERATIVA CODECOSAN.	90
TABLA 19. VOLÚMENES Y CONDICIONES ACTUALES DE COMERCIALIZACIÓN DE LOS MATERIALES RECOGIDOS POR LA COOPERATIVA BELLO RENACER.....	92
TABLA 20. CANTIDADES TOTALES RECOGIDAS POR LAS COOPERATIVAS RECICLADORAS. (CODECOSAN, COOPRESER Y BELLO RENACER)	93
TABLA 21. PRECIOS DE COMERCIALIZACIÓN DE PAPEL RECICLADO OFRECIDOS POR SMURFIT CARTÓN DE COLOMBIA.....	119

TABLA 22. PRECIOS DE COMERCIALIZACIÓN DE CASCO DE VIDRIO OFRECIDOS POR PELDAR.	120
TABLA 23. VENTAS PROYECTADAS POR MES.....	120
TABLA 24. COSTOS OPERACIONALES MENSUALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE VIDRIO.	122
TABLA 25. COSTOS OPERACIONALES MENSUALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE PAPEL Y CARTÓN.	122
TABLA 26. COSTOS OPERACIONALES MENSUALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE PLÁSTICOS.	123
TABLA 27. COSTOS OPERACIONALES MENSUALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE METALES.	122
TABLA 28. COSTOS OPERACIONALES MENSUALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN MONTACARGAS.	123
TABLA 29. GASTOS ADMINISTRATIVOS DE LA PLANTA.....	124
TABLA 30. COSTOS OPERACIONALES MENSUALES TOTALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE RECICLAJE.	124
TABLA 31. PRECIO DE LA MAQUINARIA REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE PAPEL Y CARTÓN.	125
TABLA 32. PRECIO DE LA MAQUINARIA REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE METALES.	125
TABLA 33. PRECIO DE LA MAQUINARIA REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE PLÁSTICO.	126
TABLA 34. PRECIO DE LA MAQUINARIA ADICIONAL REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA.	127
TABLA 35. COSTOS ESTIMADOS DE INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES.....	128

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. SISTEMA ÓPTIMO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES	8
FIGURA 2. DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO EMPLEADA	12
FIGURA 3. PROCESO BÁSICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADOS.....	20
FIGURA 4. PRIMERA ALTERNATIVA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADOS.	21
FIGURA 5. SEGUNDA ALTERNATIVA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADOS.	22
FIGURA 6. TERCERA ALTERNATIVA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN RECICLADOS.	23
FIGURA 7. PROCESO BÁSICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DEL VIDRIO RECICLADO.....	24
FIGURA 8. PRIMERA ALTERNATIVA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DEL VIDRIO RECICLADO.	25
FIGURA 9. SEGUNDA ALTERNATIVA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DEL VIDRIO RECICLADO.	26
FIGURA 10. TERCERA ALTERNATIVA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DEL VIDRIO RECICLADO.	27
FIGURA 11. PROCESO BÁSICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS METALES RECICLADOS.....	28
FIGURA 12. ALTERNATIVA PROPUESTA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE LOS METALES RECICLADOS.	29
FIGURA 13. PROCESO BÁSICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LAS RESINAS PLÁSTICAS RECICLADAS	30
FIGURA 14. PRIMERA ALTERNATIVA PROPUESTA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS RESINAS PLÁSTICAS RECICLADAS.	31
FIGURA 15. SEGUNDA ALTERNATIVA PROPUESTA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS RESINAS PLÁSTICAS RECICLADAS.	32
FIGURA 16. TERCERA ALTERNATIVA PROPUESTA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS RESINAS PLÁSTICAS RECICLADAS.	33

FIGURA 17. CUARTA ALTERNATIVA PROPUESTA PARA EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS RESINAS PLÁSTICAS RECICLADAS.	34
FIGURA 18. PROCESO COMPLEMENTARIO PARA DAR VALOR AGREGADO A LAS RESINAS PLÁSTICAS DESPUÉS DEL MOLIDO.....	35
FIGURA 19. ETAPAS DEL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA LÍNEA DE PAPEL Y CARTÓN.....	37
FIGURA 20. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA LÍNEA DE PAPEL Y CARTÓN.....	38
FIGURA 21. ETAPAS DEL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA LÍNEA DE VIDRIO..	39
FIGURA 22. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA LÍNEA DE VIDRIO.	40
FIGURA 23. ETAPAS DEL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA LÍNEA DE METALES.	41
FIGURA 24. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA LÍNEA DE METALES.	42
FIGURA 25. ETAPAS DEL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA LÍNEA DE RESINAS PLÁSTICAS RÍGIDAS.	44
FIGURA 26. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA LÍNEA DE RESINAS PLÁSTICAS RÍGIDAS....	44
FIGURA 27. ETAPAS DEL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA LÍNEA DE RESINAS PLÁSTICAS EN FORMA DE PELÍCULAS.....	46
FIGURA 28. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LAS RESINAS PLÁSTICAS EN FORMA DE PELÍCULAS.....	47
FIGURA 29. ESQUEMA GENERAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	77
FIGURA 30. DIMENSIONES GENERALES DE LA PLANTA.....	78
FIGURA 31. PLANO DE LA ZONA DE PROCESAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN.....	79
FIGURA 32. PLANO DE LA ZONA DE PROCESAMIENTO DE VIDRIO.	80
FIGURA 33. ESQUEMA GENERAL DE LOS COMPARTIMIENTOS DE RUPTURA DE VIDRIO.....	81
FIGURA 34. PLANO DE LA ZONA DE PROCESAMIENTO DE METALES.	82
FIGURA 35. PLANO DE LA ZONA DE PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS.	83
FIGURA 36. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS.	84
FIGURA 37. PLANO DE LA ZONA DE RECEPCIÓN GENERAL Y BODEGA DE PLÁSTICOS PROCESADOS.....	85
FIGURA 38. PLANO DE LA ZONA DE BODEGAS DE PAPEL, CARTÓN Y METALES.....	86

FIGURA 39. PLANO DE LAS ZONAS DE TALLER DE MANUALIDADES, TALLER DE MANTENIMIENTO, BAÑOS, VESTIDORES Y OFICINAS.....	87
FIGURA 40. ORIGEN DEL MATERIAL TRANSFORMADO.....	99
FIGURA 41. OFERENTES PET RECUPERADO.....	100
FIGURA 42. CANTIDADES DE PET RECUPERADO COMERCIALIZADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.....	101
FIGURA 43. ESTADO DEL PET COMPRADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS..	101
FIGURA 44. PRECIO PROMEDIO DE COMPRA POR KILOGRAMO DE PET RECUPERADO..	102
FIGURA 45. OFERENTES PVC RECUPERADO.....	103
FIGURA 46. CANTIDADES DE PVC RECUPERADO COMERCIALIZADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.....	103
FIGURA 47. ESTADO DEL PVC COMPRADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.	104
FIGURA 48. PRECIO PROMEDIO DE COMPRA POR KILOGRAMO DE PVC RECUPERADO..	104
FIGURA 49. OFERENTES PEAD RECUPERADO.....	105
FIGURA 50. CANTIDADES DE PEAD RECUPERADO COMERCIALIZADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.....	106
FIGURA 51. ESTADO DEL PEAD COMPRADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.....	106
FIGURA 52. PRECIO PROMEDIO DE COMPRA POR KILOGRAMO DE PEAD RECUPERADO.....	107
FIGURA 53. OFERENTES PEBD RECUPERADO.....	108
FIGURA 54. CANTIDADES DE PEBD RECUPERADO COMERCIALIZADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.....	108
FIGURA 55. ESTADO DEL PEBD COMPRADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.....	109
FIGURA 56. PRECIO PROMEDIO DE COMPRA POR KILOGRAMO DE PEBD RECUPERADO.....	109
FIGURA 57. OFERENTES PP RECUPERADO.....	110
FIGURA 58. CANTIDADES DE PP RECUPERADO COMERCIALIZADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS.....	111
FIGURA 59. ESTADO DEL PP COMPRADO POR LAS EMPRESAS TRANSFORMADORAS....	111

FIGURA 60. PRECIO PROMEDIO DE COMPRA POR KILOGRAMO DE PP RECUPERADO. ...	112
FIGURA 61. COMERCIALIZACIÓN CON OTRAS CIUDADES.....	113
FIGURA 62. CONDICIONES MÍNIMAS DE RECEPCIÓN DEL MATERIAL.....	114
FIGURA 63. MANEJO DE LOS FLETES EN LAS NEGOCIACIONES CON OTRAS CIUDADES..	115
FIGURA 64. CUBRIMIENTO DE LA CAPACIDAD TRANSFORMADORA DE CADA EMPRESA..	115
FIGURA 65. DISPONIBILIDAD DE COMERCIALIZACIÓN CON LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES DE BUCARAMANGA....	116
FIGURA 66. NÚMERO DE PERSONAS INVOLUCRADAS CON LA ACTIVIDAD DE RECOLECCIÓN EN BUCARAMANGA.	139
FIGURA 67. TIPO DE VINCULACIÓN DE LAS PERSONAS A LAS COOPERATIVAS.....	140
FIGURA 68. POSIBLE MODELO ADMINISTRATIVO A APLICAR.	140
FIGURA 69. CONFORMACIÓN DE LA PLANTA.....	141
FIGURA 70. EXPECTATIVAS DE LAS COOPERATIVAS A CERCA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA.....	142
FIGURA 71. EXPECTATIVAS DE CONSOLIDACIÓN DE LA PLANTA.....	143
FIGURA 72. ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE LA PLANTA.	144
FIGURA 73. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL - OPCIÓN 1.	147
FIGURA 74. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL – OPCIÓN 2.....	149

INTRODUCCIÓN

El intenso proceso de urbanización ha producido problemas ambientales de complejo manejo para las ciudades del mundo en desarrollo. Los efectos de la contaminación son múltiples y afectan la calidad de vida reduciendo las posibilidades de progreso colectivo integral.

La actividad de la industria y de la comunidad en general, trae consigo la generación de importantes volúmenes de residuos sólidos reciclables que día a día son recogidos y clasificados por personas que viven de esta labor.

Actualmente en Bucaramanga y su Área Metropolitana, son tres las Cooperativas Recicladoras encargadas de operar la “Ruta del Reciclaje” iniciativa impulsada y promovida por la Empresa de Aseo de Bucaramanga – EMAB.

Este programa, además de recoger los materiales reciclables en la fuente: nuestros hogares e industrias, pretende concientizar a la ciudadanía sobre la importancia del reciclaje, en la medida que permite aprovechar y transformar los residuos sólidos en materia prima para la fabricación de nuevos productos completando así la cadena productiva.

Alrededor de los residuos sólidos reciclables, se concentran más de 387 asociados con sus respectivas familias, algunos mejor organizados que otros, generando ingresos producto de la segregación y comercialización de dichos residuos, que podrían ser mejores en la medida en que, entre otros factores, se implemente la infraestructura necesaria para darle mayor valor agregado a estos materiales.

Hasta hoy las Cooperativas recicladoras, sólo recogen y clasifican los materiales de acuerdo a la demanda y se comercializan a través de intermediarios sin realizar ningún tipo de transformación que represente un mayor valor. Finalmente, estos intermediarios venden los residuos a aquellas industrias encargadas de transformarlos y reutilizarlos como insumos de otros procesos.

Este proyecto pretende establecer la viabilidad técnica y económica del montaje y operación de una planta de transformación y/o aprovechamiento de residuos sólidos reciclables producidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga, con el fin de promover su valorización y comercialización.

En las páginas siguientes se analizarán las características y volúmenes de residuos manejados, tratamientos y alternativas de aprovechamiento para los residuos sólidos reciclables producidos en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Es importante aclarar, que el Nodo de Producción más Limpia de Santander y la Universidad Industrial de Santander no se hacen responsables de posibles modificaciones que se le hicieren al presente estudio y en especial a los resultados de carácter técnico y económico presentados en el mismo, con el fin de justificar la construcción y operación de la planta de transformación y/o aprovechamiento de residuos sólidos reciclables producidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

De la misma manera, tampoco se hacen responsables de los criterios que se utilicen en los términos de referencia de los procesos de licitación que se lleven a cabo para la construcción de la planta en mención, ni de la selección del sitio donde vaya a quedar ubicada la planta.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer la viabilidad técnica y económica del montaje y operación de una planta de transformación y/o procesamiento de residuos sólidos reciclables producidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga, con el fin de promover su valorización y comercialización.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

?? Caracterizar cualitativa y cuantitativamente los residuos sólidos reciclables producidos en Bucaramanga y su Área Metropolitana, a través de información suministrada por la EMAB y las cooperativas recicladoras.

?? Evaluar la factibilidad técnica y económica del aprovechamiento y reutilización de los residuos sólidos reciclables generados en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

?? Plantear las alternativas más viables para el tratamiento, aprovechamiento, comercialización y/o transformación de los residuos sólidos reciclables producidos en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

?? Elaborar un estudio de mercados en el ámbito regional y nacional, para juzgar la respuesta del público ante los productos que se obtendrían después de la transformación y/o procesamiento de los residuos reciclables.

?? Plantear un modelo administrativo de conformación y funcionamiento de la Planta de transformación de residuos sólidos reciclables.

2. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan algunos conceptos que fueron importantes para el desarrollo del proyecto y que brindan un marco conceptual que favorece su comprensión.

2.1. MATERIAL RECICLABLE

Son materiales que todavía tienen propiedades físicas o químicas útiles después de servir a su propósito original, y que por lo tanto, pueden ser reutilizados o convertidos en materia prima para la fabricación de nuevos productos.

2.2. RECICLAJE

Conjunto de procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

Entre las diferentes clases de reciclaje están:

?? *Reciclaje Primario:* Es la utilización del material reciclado en un producto que potencialmente puede reciclarse varias veces, como el papel periódico en nuevos periódicos y recipientes de vidrio en nuevos recipientes de vidrio, entre otros.

?? *Reciclaje Secundario*: Es la utilización del material reciclable en un producto que potencialmente, puede reciclarse de nuevo como por ejemplo periódicos en cartón reciclado.

?? *Reciclaje Terciario*: Es la utilización del material reciclado en un producto que probablemente no será reciclado de nuevo como el vidrio en asfalto, papel en papel higiénico.

2.2.1. Beneficios del reciclaje. Entre los beneficios más importantes que brinda el reciclaje, se tienen los siguientes:

- ?? Conservación del Medio Ambiente.
- ?? Educa a las comunidades en el manejo responsable e integral de los desechos sólidos y promueve la cultura de la “NO BASURA”.
- ?? Ahorra costos en la recolección y disposición de los desechos.
- ?? Genera empleo y aporta ingresos a los recolectores.
- ?? Formación de una disciplina social hacia el manejo adecuado de los desechos sólidos.
- ?? Reduce el consumo de energía.
- ?? Ahorro en costos de materia prima, puesto que el material reciclado es más económico que el material virgen.
- ?? Dignifica el trabajo de los recuperadores.

2.3. CICLO DEL RECICLAJE

El ciclo del reciclaje generalmente incluye las actividades de recolección en la fuente, separación, procesamiento y creación de un nuevo producto o material a partir de otros previamente utilizados.

En la Figura 1, se aprecia el modo óptimo de operación de las rutas del reciclaje, que recogen los residuos reciclables en la fuente y los llevan hasta el centro de acopio donde se transforman y se comercializan.

Actualmente, en la ciudad de Bucaramanga las rutas del reciclaje no cubren el 100 % de la ciudad, por lo que dejan de recogerse cantidades importantes de residuos reciclables en la fuente de generación. Estas cantidades llegan al sitio de disposición en el relleno sanitario El Carrasco, contaminándose con otras sustancias y generando mayores problemas ambientales.

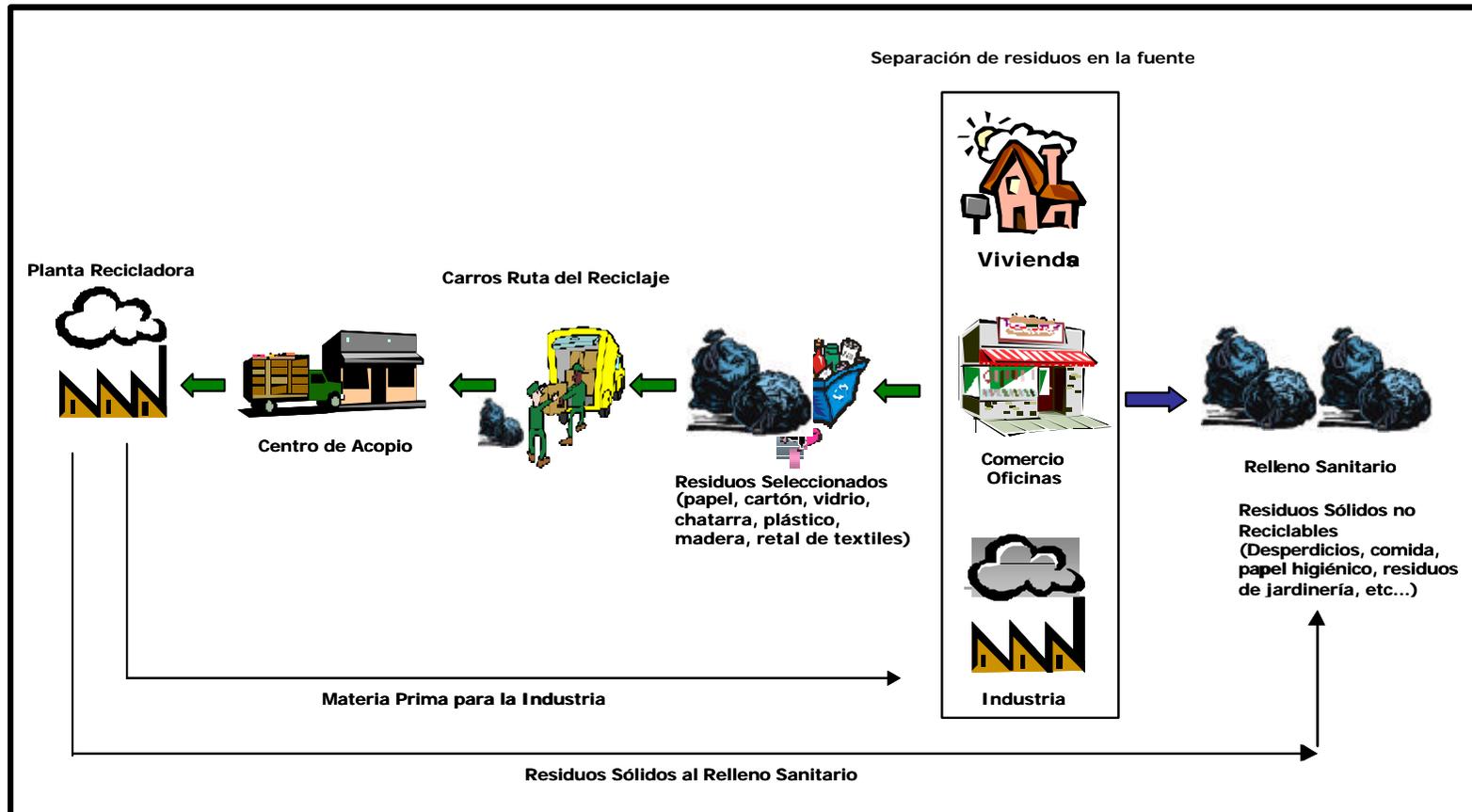


Figura 1. Sistema óptimo de recolección de residuos reciclables.

3. METODOLOGÍA

Las etapas o fases empleadas para el desarrollo metodológico del proyecto, se describe a continuación.

3.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES

El primer paso fue la identificación y consecución de la información base para clasificar los residuos reciclables. Para esto, se realizaron visitas de inspección a las Cooperativas recicladoras vinculadas al proyecto, la Empresa de Aseo de Bucaramanga - EMAB y se tuvo acceso a los expedientes que reposan en la CDMB al respecto, esto con el fin de cuantificar y cualificar los residuos reciclables generados en la ciudad e identificar las formas de comercialización utilizadas.

De manera general, en esta etapa se obtuvo información general de las Cooperativas, volúmenes de producción, volúmenes aproximados de residuos recogidos, proceso de transformación utilizado y las condiciones de trabajo de los empleados.

3.2. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO Y/O TRANSFORMACIÓN

Una vez identificados y cuantificados los residuos, se hicieron visitas de reconocimiento a empresas transformadoras de estos materiales y a algunos proveedores de equipos y maquinarias empleados en la transformación de residuos reciclables, ubicadas en las ciudades de Bogotá y Manizales,

seleccionadas previamente por su importancia en el sector, fundamentalmente para conocer los procesos implementados y las características de los mismos, indagando sobre la posible comercialización de los productos que generaría la planta.

De la misma manera, se adelantaron contactos con expertos en el tema de transformación de residuos reciclables con quienes posteriormente se discutieron las alternativas seleccionadas y los equipos necesarios para su implementación.

Del mismo modo, se tuvo acceso a estudios desarrollados por centros de investigación y universidades y se visitaron empresas de la región cuyas materias primas son materiales reciclados.

3.3. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROCESAMIENTO Y/O TRANSFORMACIÓN

Con la información recopilada, se plantearon diferentes alternativas para el acondicionamiento de cada tipo de residuo recogido por las Cooperativas recicladoras en la ciudad de Bucaramanga. Estas alternativas fueron presentadas ante el comité técnico de seguimiento del proyecto, conformado por representantes de las Cooperativas recicladoras, la CDMB y la EMAB, quienes con la ayuda del grupo investigador y de una manera concertada y participativa, seleccionaron las alternativas más viables técnica y económicamente con las que debería operar la Planta.

3.4. ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE MERCADOS Y PLATEAMIENTO DE MÓDELO ADMINISTRATIVO DE FUNCIONAMIENTO

Paralelamente al desarrollo de las etapas anteriormente mencionadas, se realizó una investigación de mercados que requirió de la aplicación de encuestas, análisis

de situaciones análogas desarrolladas en las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, obtención de información general de las cooperativas existentes en Bucaramanga, análisis de mezcla de productos y pruebas de marketing, de manera tal, que se pudiera establecer de forma preliminar el potencial de comercialización que tendrían los productos procesados en la planta y por ende, contribuir al análisis de viabilidad económica de la misma.

Igualmente, se analizaron posibles modelos administrativos de conformación y funcionamiento para la planta, así como la aplicación de los mismos. Para tal efecto, se tuvo en cuenta las condiciones actuales de los futuros socios o propietarios de la planta.

Es importante destacar, que dentro de la metodología utilizada se tuvo en cuenta un elemento muy importante como la capacitación, el cual mediante talleres teórico-prácticos logró transferir una serie de conocimientos técnicos, sobre como diferenciar los tipos de materiales reciclables, haciendo énfasis en los residuos plásticos, ya que estos son los que presentan mayor dificultad para las personas que realizan esta labor.

En la Figura 2 se puede apreciar un diagrama general de la metodología empleada en el desarrollo del proyecto.

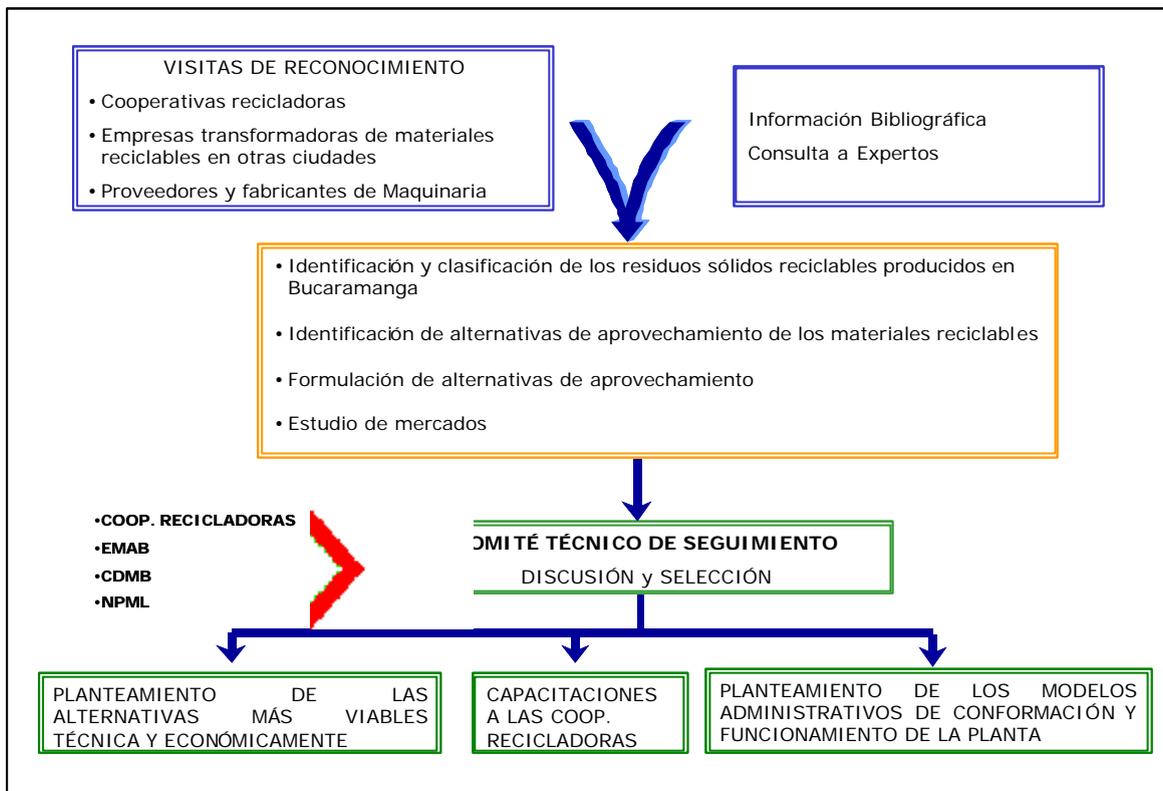


Figura 2. Diagrama de la metodología de trabajo empleada.

4. SITUACIÓN ACTUAL DEL MATERIAL RECUPERADO POR LAS COOPERATIVAS RECICLADORAS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

Actualmente en Bucaramanga, está en marcha el programa de “La Ruta del Reciclaje” liderado por la Empresa de Aseo de Bucaramanga y operado por tres cooperativas ubicadas en la ciudad: COOPRESER, CODECOSAN y BELLO RENACER. Cada una de ellas trabaja en una zona específica asignada para la ruta del reciclaje, sólo una, BELLO RENACER, realiza actividades de reciclaje en el Relleno El Carrasco, actividad que tiende a desaparecer. El proceso del reciclaje en la ciudad, se ha ido intensificando con la implementación de las rutas del reciclaje, que buscan aumentar la recolección en la fuente y minimizar la cantidad de materiales reciclables en el Carrasco.

Hasta hoy, las Cooperativas realizan las labores básicas de recolección y selección de los materiales reciclables y los comercializan sin hacer ningún tipo de procesamiento.

4.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES RECOLECTADOS EN BUCARAMANGA

En Bucaramanga y su Área Metropolitana se recuperan aproximadamente 241 toneladas al mes de material reciclable, que se clasifica en: Papel y Cartón, constituido por archivo, kraft, cartón, plegadiza y periódico; Metales, como el aluminio, latón, hierro, cobre y bronce; Vidrio, entre los que se encuentran envases

de diferentes tamaños, de color verde, blanco o ámbar y plásticos representados en cada uno de los tipos de resinas existentes, en formas rígidas y de películas.

A continuación se presentan algunos aspectos que permiten identificar, clasificar y cuantificar los residuos sólidos reciclables recogidos en la ciudad de Bucaramanga.

4.1.1. Cooperativas Recicladoras. Las Cooperativas operadoras de la ruta del reciclaje operan en diferentes recorridos a lo largo de la ciudad de Bucaramanga, distribuidos de manera equitativa de modo que se logra una amplia cobertura del servicio. A continuación se muestra una breve reseña de cada una de estas cooperativas y las cantidades de residuos manejados.

4.1.1.1. Coopreser Ltda: Cooperativa de Trabajo Asociado, Reciclaje y Servicios. Se inició en 1987 como una Cooperativa dedicada a realizar el reciclaje en la fuente. La fuerza laboral de la Cooperativa la constituyen sus propios asociados. Los datos generales de la empresa aparecen a continuación:

?? Número de Asociados:	135
?? Alternativas Ocupacionales:	Reciclaje, prestación de servicios de aseo
?? Infraestructura:	2 casas, 3 vehículos, 1 Montacargas, 1 embaladora.
?? Número de Rutas:	6
?? Tipos de material reciclado:	Vidrio, plástico, cartón, papel, entre otros.

En la Tabla 1 se pueden observar las cantidades de los materiales recogidos por Coopreser.

Tabla 1. Materiales reciclables recogidos por Coopreser.

Material	Cantidad (Kg/mes)
PAPEL Y CARTÓN	8.145
Archivo	2.960
Periódico	2.003
Cartón	1.843
Cartulina	1.339
PLÁSTICO	2.848
PET	865
PVC	300
Pasta	1.683
BOLSA	812
VIDRIO	4.136
Casco	4.136
METAL	2.498
Chatarra	1.768
Aluminio	550
Bronce	80
Antimonio	40
Cobre	60
TOTAL	18.439

Fuente: Coopreser – EMAB.

4.1.1.2. Codecosan: Corporación para el Desarrollo de la Comuna 9. Inició labores en Septiembre de 1999. Actualmente es otra de las Cooperativas operadoras de la ruta del reciclaje. Los datos generales de la Cooperativa se presentan a continuación:

- ?? Número de Asociados: 15
- ?? Alternativas Ocupacionales: Reciclaje
- ?? Número de Rutas: 6
- ?? Tipos de material reciclado: Vidrio, plástico, cartón, papel, entre otros.

En la Tabla 2 se presentan las cantidades de los materiales recogidos por Codecosan.

Tabla 2. Materiales reciclables recogidos por Codecosan.

Material	Cantidad (Kg/mes)
PAPEL Y CARTÓN	5.523
Archivo	1.530
Periódico	926
Cartón	2.407
Cartulina	660
PLÁSTICO	865
PET	149
PVC	145
Pasta	571
BOLSA	371
VIDRIO	2.273
Casco	2.273
METAL	1.225
Chatarra	1.124
Aluminio (Clausen)	101
TOTAL	10.257

Fuente: Codecosan – EMAB.

4.1.1.3. Cooperativa Bello Renacer. Funciona como Cooperativa desde el año 1995. Es la única Cooperativa que en la actualidad selecciona residuos reciclables en el relleno sanitario El Carrasco. Los datos generales de la empresa son los que se muestran a continuación:

?? Número de Asociados:	237
?? Alternativas Ocupacionales:	Reciclaje
?? Infraestructura:	1 vehículo, 1 embaladora en préstamo y 1 bodega en arriendo.
?? Número de Rutas:	5
?? Tipos de material reciclado:	Vidrio, plástico, cartón, papel, entre otros.

Los asociados no constituyen fuerza laboral, ya que la comercialización del material reciclado se realiza con cada uno de ellos, a los cuales se les debe pagar diariamente el material recogido.

En la Tabla 3 se observan las cantidades de los materiales recogidos por Bello Renacer.

Tabla 3. Materiales reciclables recogidos por Bello Renacer.

Material	Cantidad (Kg/mes)
PAPEL Y CARTON	2.396
Archivo	650
Periódico	284
Cartón	1.212
Cartulina	250

...continuación tabla 3.

Material	Cantidad (Kg/mes)
BOLSA	181
PLÁSTICO	573
PET	186
PVC	69
Pasta	318
VIDRIO	2.172
Casco	2.172
METAL	782
Chatarra	516
Aluminio (Clausen)	156
Bronce	55
Antimonio	50
Cobre	5
TOTAL	6.104

Fuente: Bello Renacer – EMAB.

Cada Cooperativa comercializa los materiales recolectados con la persona o entidad que les compre a mejor precio. Estas cantidades corresponden a las recogidas en la fuente por la ruta del reciclaje, a ellas se suman las que son seleccionadas y recolectadas por la Cooperativa Bello Renacer en el relleno “El Carrasco”, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Cantidades totales acopiadas por las Cooperativas Recicladoras y en el relleno sanitario El Carrasco.

Tipo de Material	Cantidad Recogida en la Fuente (kg/mes)	%	Cantidad Recogida en El Carrasco (kg/mes)	Cantidad Total (kg/mes)
PAPEL y CARTÓN	16.064	100	62.000	78.064
Cartón	5.462	34	21.080	26.542
Archivo	5.140	32	19.840	24.980
Cartulina	2.249	14	8.680	10.929
Periódico	3.213	20	12.400	15.613
PLÁSTICOS	4.286	100	47.450	51.736
Pasta Gruesa-	2.572	60	29.893	32.465
PET-	1.200	28	9.965	11.165
PVC	514	12	7.592	8.106
BOLSA	1.364	100	17.550	18.914
VIDRIO	8.581	100	56.000	64.581
Casco	8.581	100	56.000	64.581
METALES	4.485	100	23.000	27.485
Chatarra	3.408	76	17.480	20.888
Aluminio	807	18	4.140	4.947
Bronce	135	3	690	825
Antimonio	90	2	460	550
Cobre	45	1	230	275

Fuente: Cooperativas Recicladoras – EMAB.

5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS IDENTIFICADAS

A continuación aparece una breve descripción de cada una de las alternativas identificadas para las diferentes líneas de acondicionamiento de materiales que contendrá la Planta. Estas alternativas se discutieron en el comité técnico, para realizar la elección de las más viables técnica y económicamente.

5.1.1. Línea de acondicionamiento de papel y cartón. El proceso básico que se debe realizar para acondicionar el papel y el cartón que posteriormente serán comercializados como reciclados, se puede observar en la Figura 3.



Figura 3. Proceso básico para el acondicionamiento de papel y cartón reciclados.

Para este proceso de acondicionamiento se propusieron tres alternativas, de las cuales seguidamente se presenta una breve descripción.

5.1.1.1. Primera alternativa. En esta alternativa, la selección y limpieza del papel se realiza en un mesón. En la Figura 4 se muestra el esquema del proceso propuesto.

Ocho personas seleccionan por tipo de papel y eliminan los agentes contaminantes como grapas, ganchos, otros papeles, etc. y los papeles que por su alto estado de degradación no se pueden utilizar en el proceso.

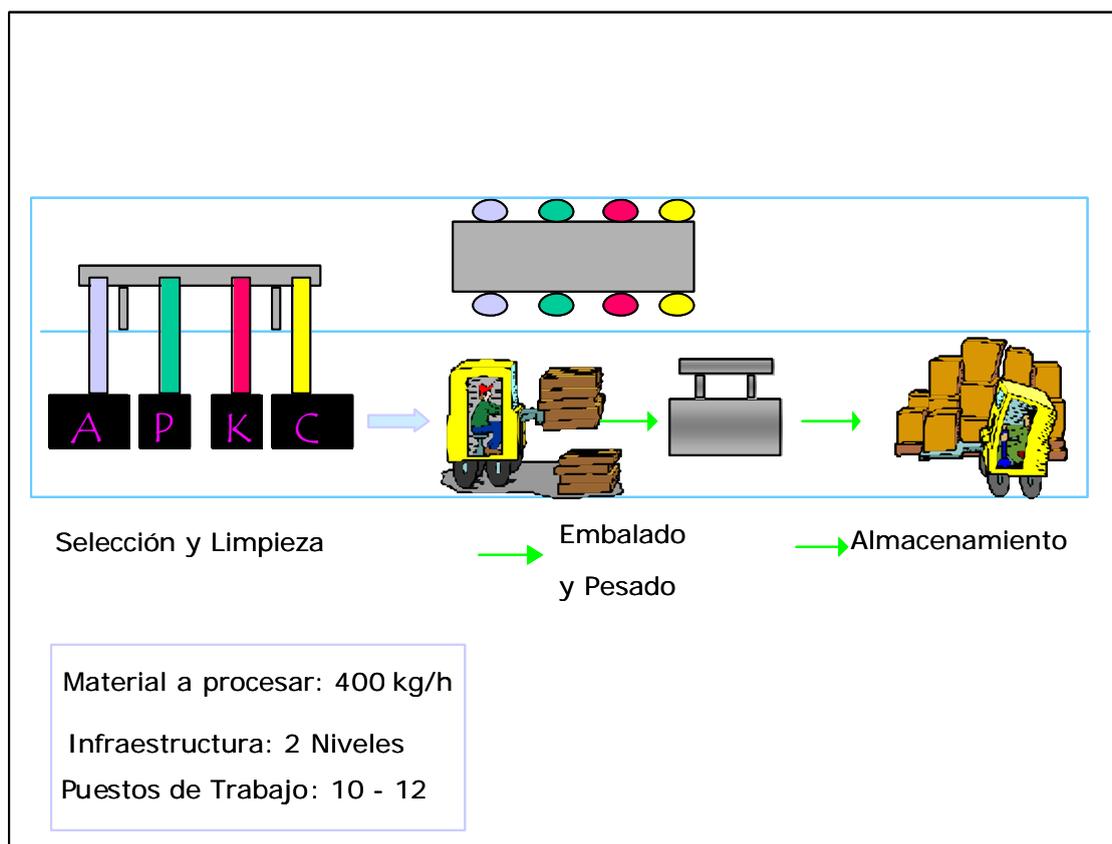


Figura 4. Primera alternativa para el proceso de acondicionamiento de papel y cartón reciclados.

Los papeles seleccionados son conducidos por medio de ductos, para depositarlos en contenedores ubicados justamente en un nivel debajo del mesón. Posteriormente, los papeles son llevados a embalado y pesado, para finalmente almacenarlos para su comercialización. Para la implementación de esta opción son necesarios dos niveles en la planta y se generarían aproximadamente doce puestos de trabajo.

5.1.1.2. Segunda alternativa. En esta alternativa, como se muestra en la Figura 5, la selección y limpieza se realizan del mismo modo que en la anterior, pero no necesita de dos niveles puesto que los contenedores están alrededor del mesón.

Cuatro personas escogen y limpian el papel, seleccionan por tipo de papel y lo depositan en los contenedores, donde se almacenan hasta que es embalado y posteriormente comercializado. Esta opción generaría ocho puestos de trabajo.

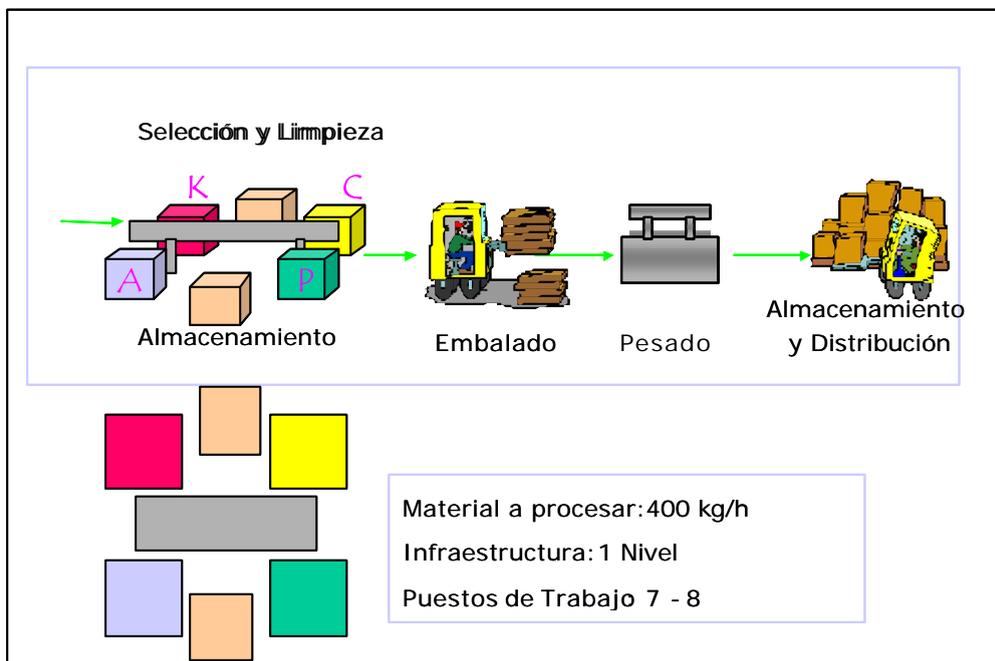


Figura 5. Segunda alternativa para el proceso de acondicionamiento de papel y cartón reciclados.

5.1.1.3. Tercera alternativa. Esta opción, cuyo diagrama aparece en la Figura 6, requiere de la separación de los papeles en el mismo carro de recolección antes de llegar a la planta.

Los papeles preseleccionados son llevados hasta un cubículo particular de acuerdo al tipo de papel, en donde dos personas se encargan de adecuarlos y clasificarlos como “Apto” o “No Apto” para el reciclaje. Cada tipo de papel es embalado, pesado y almacenado para su posterior comercialización.

Esta opción demanda entre 11 y 12 puestos de trabajo y solo requiere de un nivel para su implementación.

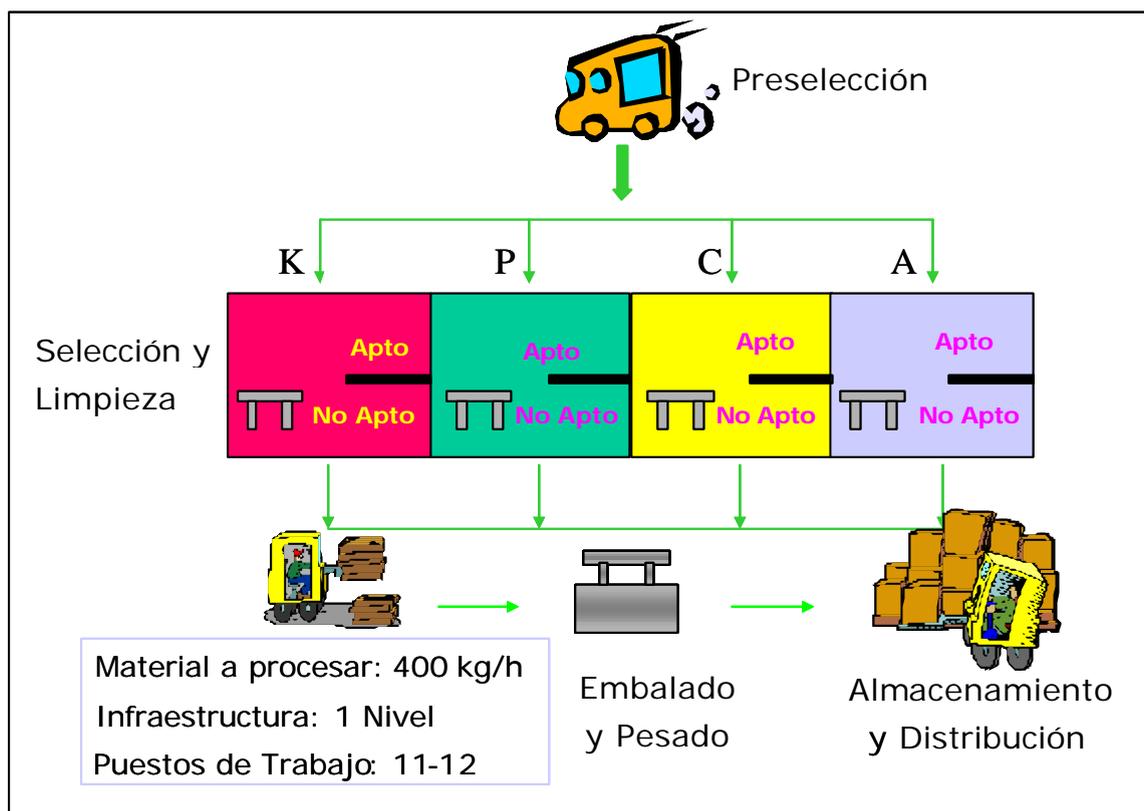


Figura 6. Tercera alternativa para el proceso de acondicionamiento de papel y cartón reciclados.

5.1.2. Línea de acondicionamiento de vidrio. El proceso básico que se debe realizar para acondicionar el vidrio reciclado, contempla las etapas que se muestran en la Figura 7.

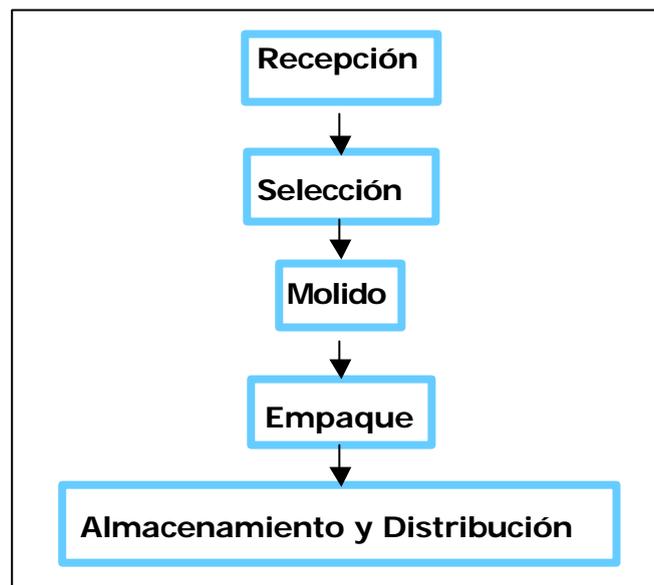


Figura 7. Proceso básico para el acondicionamiento del vidrio reciclado.

Para este proceso de acondicionamiento, se propusieron tres alternativas de las cuales seguidamente se presenta una breve descripción.

5.1.2.1. Primera alternativa. En esta opción cuyo diagrama aparece en la Figura 8, el material de vidrio llega a una mesa, en donde tres personas lo seleccionan por color, eliminan agentes extraños como etiquetas, tapas, etc., y lo pasan a la sección de molido.

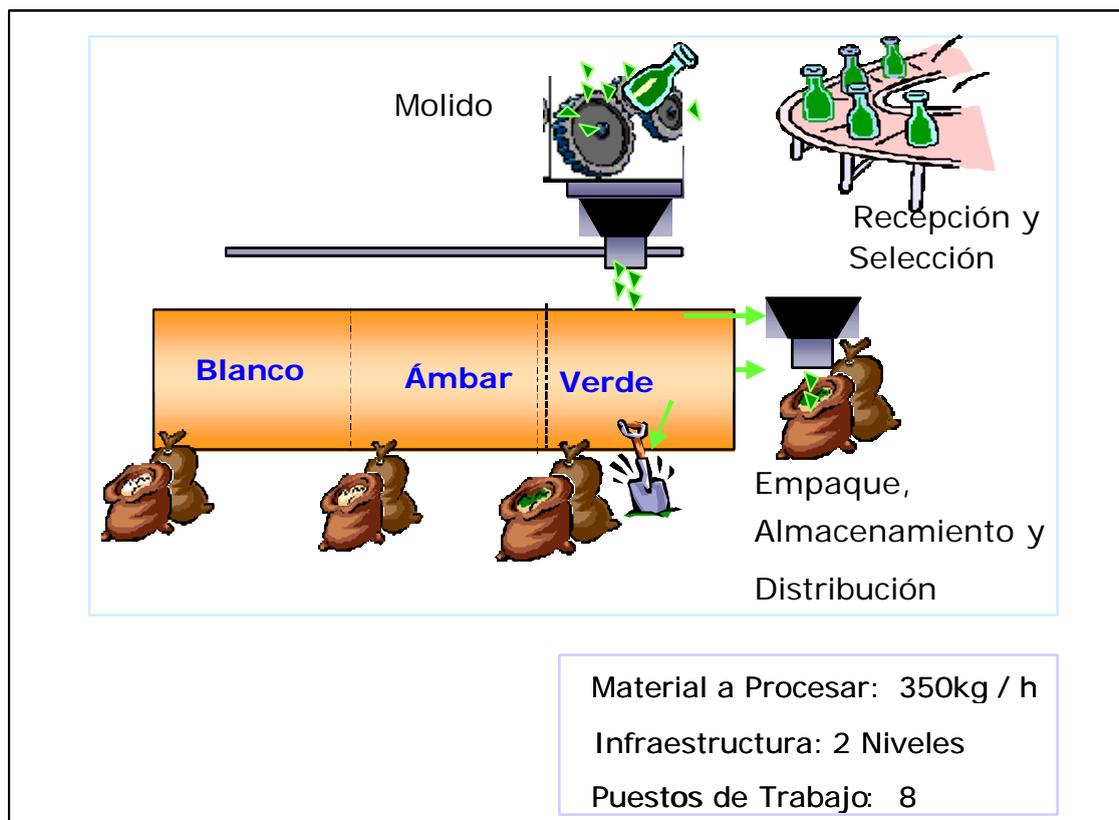


Figura 8. Primera alternativa para el proceso de acondicionamiento del vidrio reciclado.

En un molino dos operarios se encargan de asegurar que la totalidad del vidrio que llegue a la planta, sea convertido en casco y depositado de acuerdo al color del vidrio en los cubículos ubicados en un nivel inferior. El vidrio es empacado en talegos y almacenado para comercializarlo una vez se tenga la cantidad requerida.

Esta opción requiere de dos niveles para su implementación y generaría ocho puestos de trabajo.

5.1.2.2. Segunda alternativa. En esta opción de la misma manera que en la anterior, el material de vidrio llega a una mesa donde tres personas realizan actividades de selección y prelimpieza.

Sin embargo, como se muestra en la Figura 9, aquí no hay molino, por lo que la acción de partir el vidrio y convertirlo en casco es realizada por las mismas personas lanzándolo contra la pared de cada uno de los cubículos ó golpeando los envases con una varilla de hierro asegurando de este modo, el rompimiento de todos los envases incluyendo los más pequeños. El empaque del casco se realiza manualmente por medio de una pala y se almacena para su comercialización.

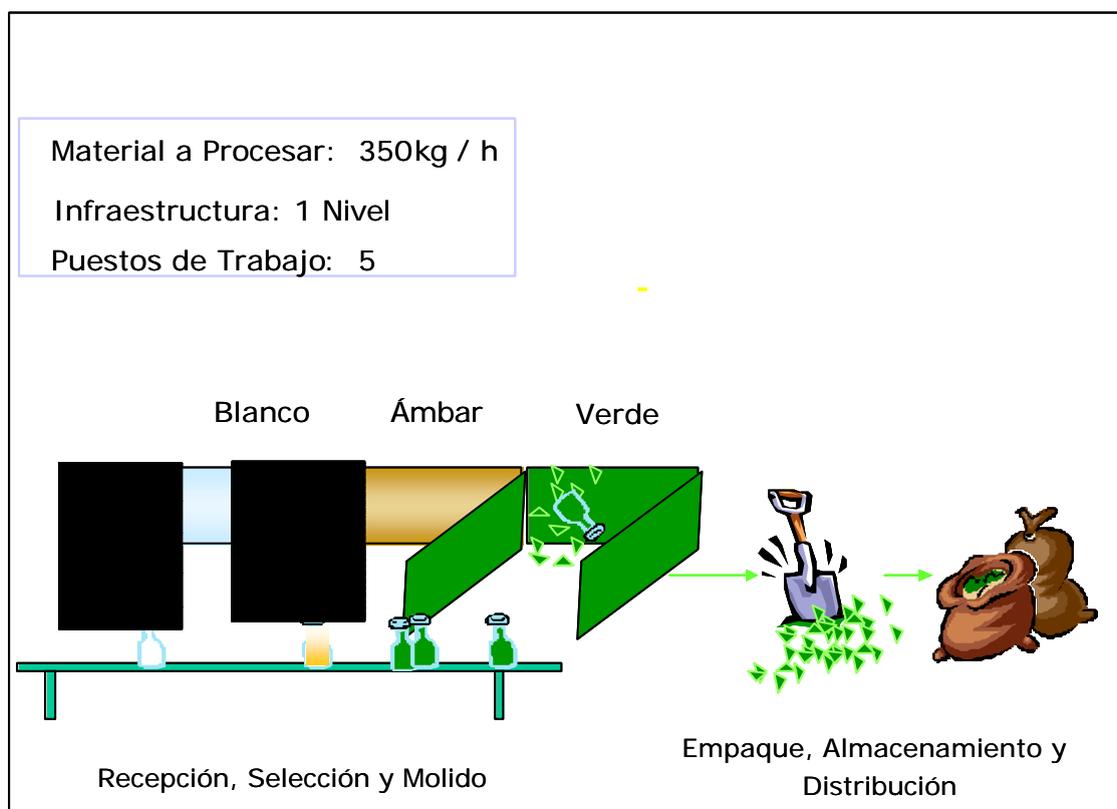


Figura 9. Segunda alternativa para el proceso de acondicionamiento del vidrio reciclado.

Esta opción generaría cinco puestos de trabajo y sólo requiere de un nivel para su implementación.

5.1.2.3. Tercera alternativa. Esta opción es una variación de la primera, ya que se presenta la zona de cargue con un desnivel, que permite cargar directamente el camión por medios manuales, eliminando el empaque del casco en sacos, facilitando la operación.

El diagrama correspondiente a esta alternativa se muestra en la Figura 10. El casco puede ser cargado en el camión por medio de un tornillo sinfín o por medios manuales con una pala. Esta alternativa generaría seis puestos de trabajo.

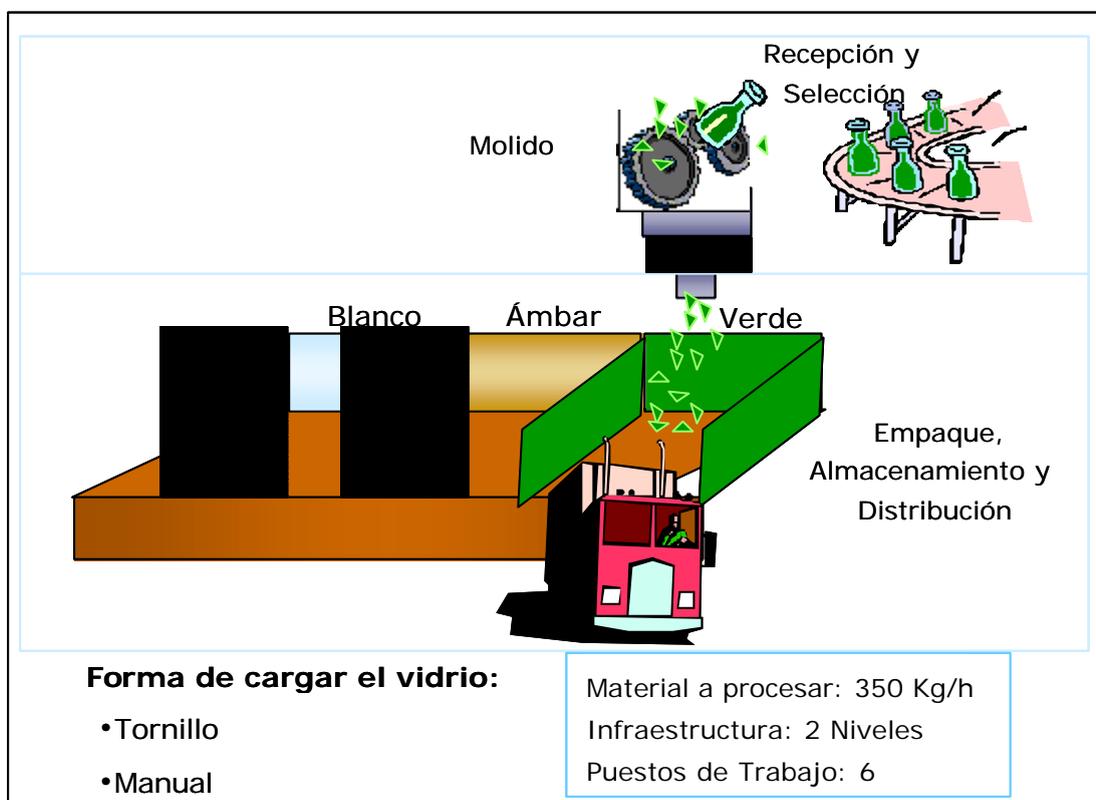


Figura 10. Tercera alternativa para el proceso de acondicionamiento del vidrio reciclado.

5.1.3. Línea de acondicionamiento de metales. El proceso básico que se debe realizar para procesar los metales reciclados contempla las etapas que se muestran en la Figura 11.

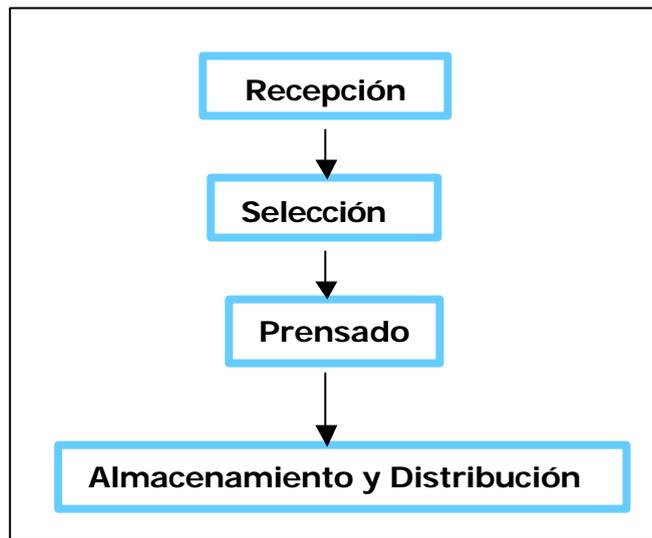


Figura 11. Proceso básico para el acondicionamiento de los metales reciclados.

Por tratarse de un proceso de acondicionamiento tan sencillo, se propuso una única alternativa, de la cual aparece una breve descripción a continuación.

5.1.3.1. Alternativa para el acondicionamiento de metales. El proceso que se presenta en la Figura 12, contempla las etapas de acondicionamiento de los metales que actualmente se reciclan en la ciudad.

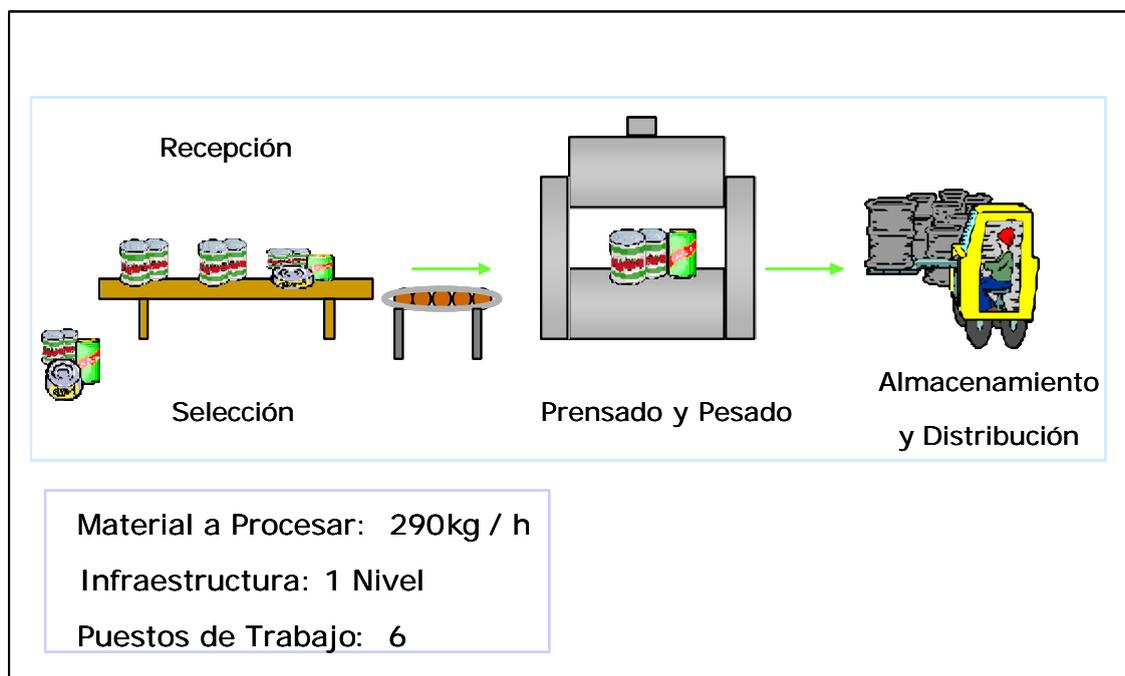


Figura 12. Alternativa propuesta para el proceso de acondicionamiento de los metales reciclados.

En esta alternativa, la selección se realiza en una mesa, los metales seleccionados son llevados a la prensa, donde se reducen de tamaño y se compactan, para posteriormente ser pesados y almacenados para su distribución.

Esta opción ofrece seis puestos de trabajo y sólo requiere de un nivel para su implementación.

5.1.4. Línea de acondicionamiento de plásticos. El proceso básico que se debe realizar para acondicionar las diferentes resinas plásticas contempla las etapas que se muestran en la Figura 13.

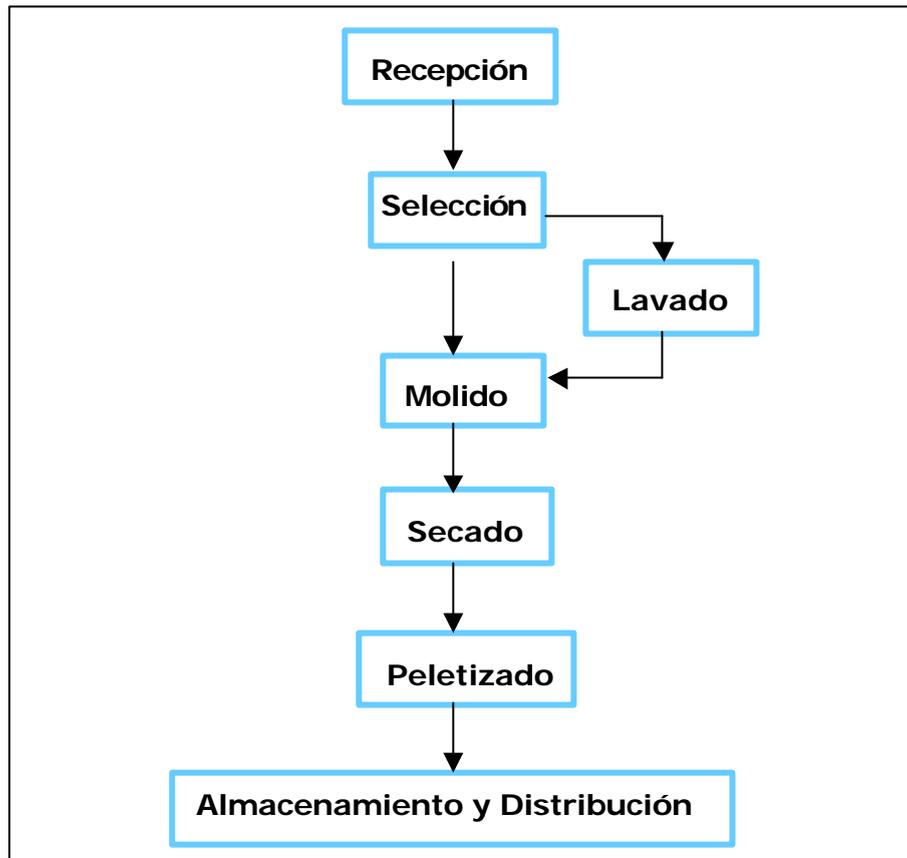


Figura 13. Proceso básico para el acondicionamiento de las resinas plásticas recicladas.

Para este proceso de acondicionamiento, se propusieron cuatro alternativas que se describen brevemente a continuación.

5.1.4.1. Primera alternativa. En esta opción, las resinas son seleccionadas por color y tipo de resina, se les hace limpieza eliminando las etiquetas y los anillos que sean de diferente tipo de resina.

Según las condiciones de limpieza, los envases pueden ser sometidos a lavado y posteriormente son premolidos para reducir el tamaño, se secan, se muelen y se almacenan para comercializarlos; como se muestra en la Figura 14.

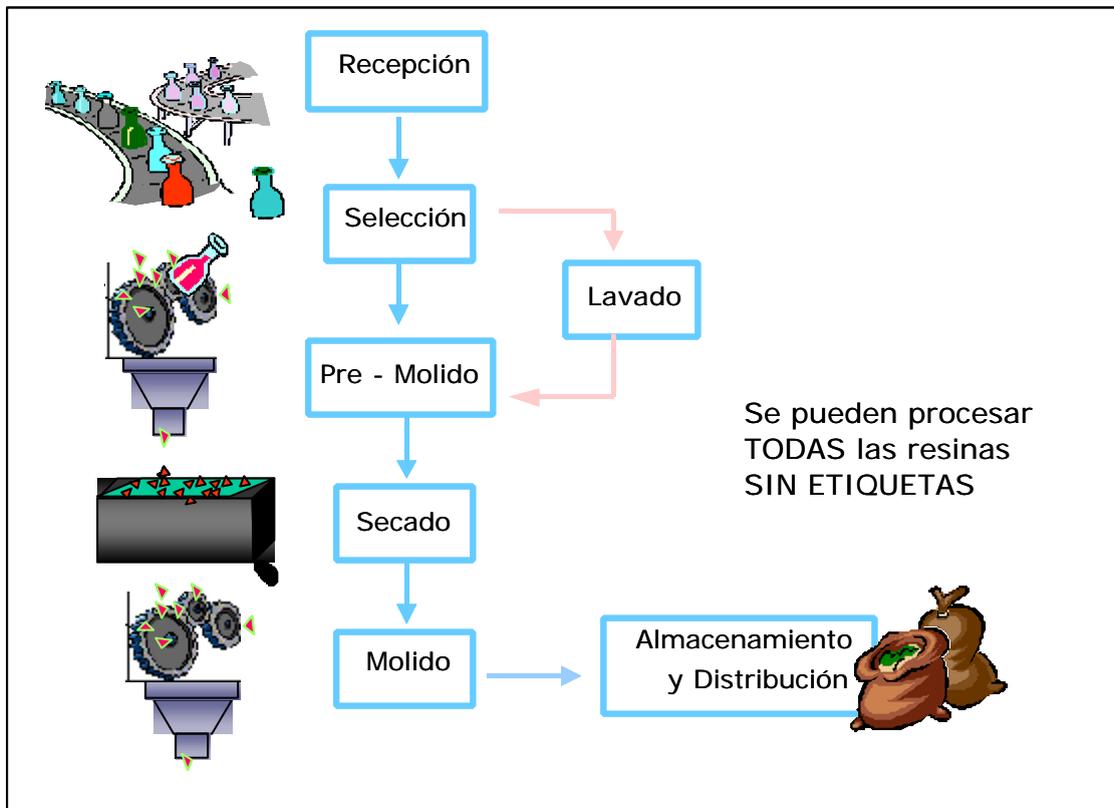


Figura 14. Primera alternativa propuesta para el proceso de acondicionamiento de las resinas plásticas recicladas.

5.1.4.2. Segunda alternativa. En esta opción, las resinas son seleccionadas por tipo y forma (rígidos o película), para posteriormente ser molidas.

Como se muestra en la Figura 15, en la línea de rígidos, aquellas resinas que al ser molidas resultaron de densidad mayor de uno (1), pasan por el lavador separador, donde una solución de soda al 2% y detergente antiespumante elimina la suciedad y posteriormente pasan por dos sistemas de enjuague en donde se eliminan los residuos de jabon y soda. El primer sistema de enjuague cuenta con unos cepillos que permiten eliminar las etiquetas que tengan las resinas (PET), el segundo es un lavador centrífugo.

Las partículas que al ser molidas resultaron de densidad menor que uno (1), pasan directamente al lavador centrífugo donde son enjuagadas con agua. De allí todas las partículas pasan por un segundo molino donde se reduce el tamaño de partícula hasta obtener el requerido por el comprador, se secan pasando primero por una secadora centrífuga y luego sometiéndolas a la acción de aire caliente. Estas partículas son peletizadas y empacadas.

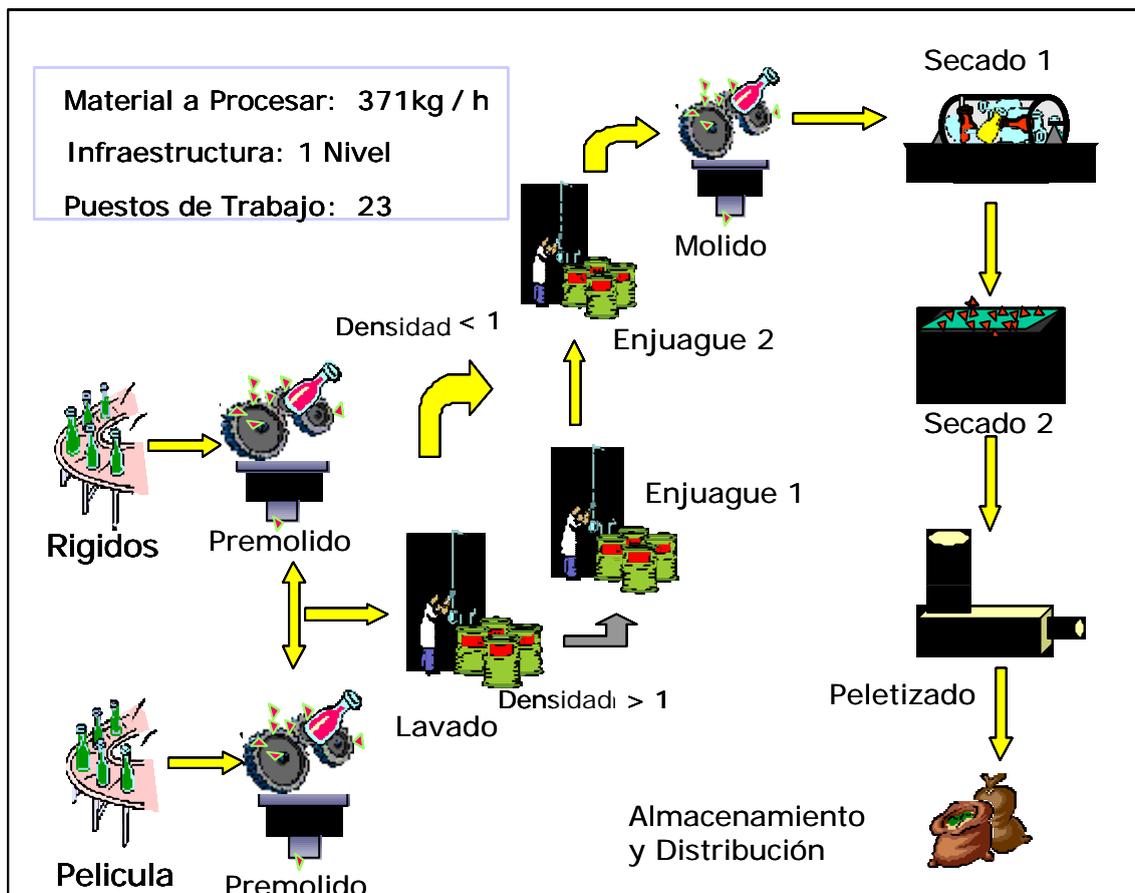


Figura 15. Segunda alternativa propuesta para el proceso de acondicionamiento de las resinas plásticas recicladas.

Esta opción brinda alrededor de veintitres puestos de trabajo y presenta el producto en forma de pellet. Requiere de una alta inversión en maquinaria.

5.1.4.3. Tercera alternativa. Esta opción, requiere de una selección manual por tipo de resinas. Sólo permite procesar envases rígidos.

Previa selección, como se muestra en la Figura 16, los envases son lavados con el fin de eliminar las etiquetas y las suciedades más grandes, se seleccionan por color y se muelen hasta obtener el tamaño de partícula deseado. Estas partículas se deben someter a soplado para eliminar todos los finos que pueden más adelante entorpecer el proceso, posteriormente se lavan en una lavadora centrífuga con una solución de soda al 2% y detergente antiespumante, luego se dejan en agua limpia para eliminar las partículas extrañas y retirar los residuos de soda y detergente. Finalmente, son sometidas a secado con aire caliente, se empacan y almacenan para su comercialización.

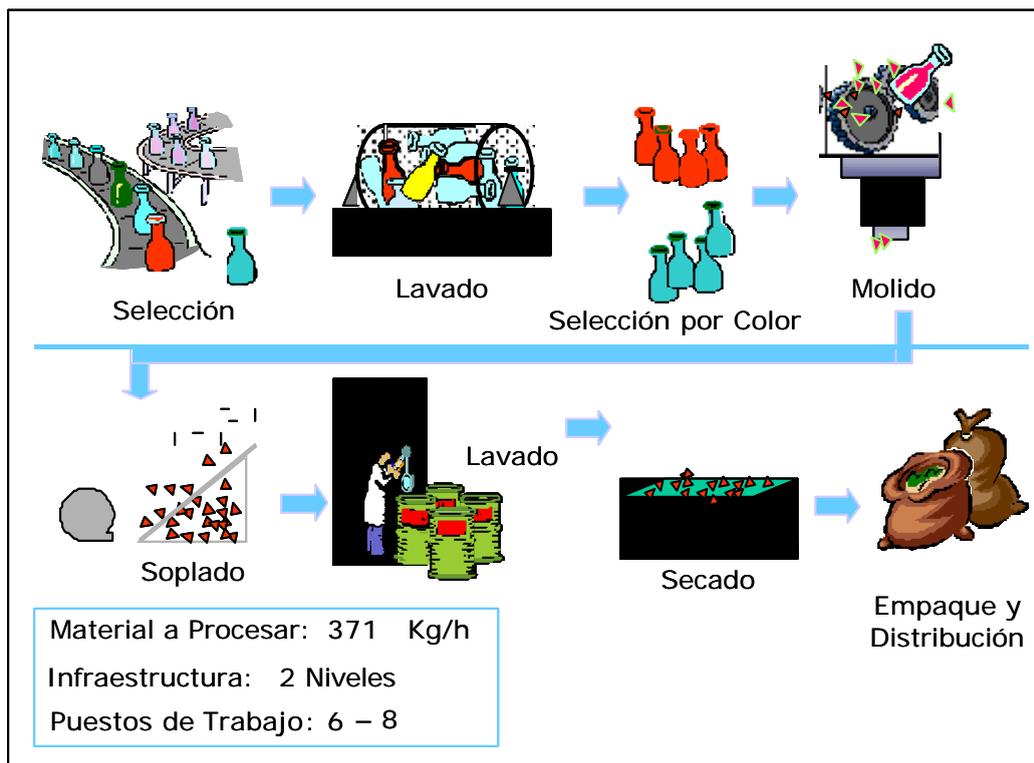


Figura 16. Tercera alternativa propuesta para el proceso de acondicionamiento de las resinas plásticas recicladas.

Esta alternativa requiere de dos niveles para su implementación y genera ocho puestos de trabajo.

5.1.4.4. Cuarta alternativa. En esta opción, las resinas rígidas son separadas de las películas, de igual modo, son seleccionadas por tipo de resina.

Como se muestra en la Figura 17, una vez seleccionadas se muelen para reducir el tamaño de partícula y se lavan con solución de soda al 2% y detergente antiespumante, pasan entonces a un segundo molido donde se logran los tamaños de partícula deseados. Se someten a secado en dos etapas, primero en una secadora centrífuga y luego por la acción de aire caliente, se peletizan y empacan para ser distribuidos. Para su implementación, esta alternativa requiere de dos niveles y generaría veintidós puestos de trabajo.

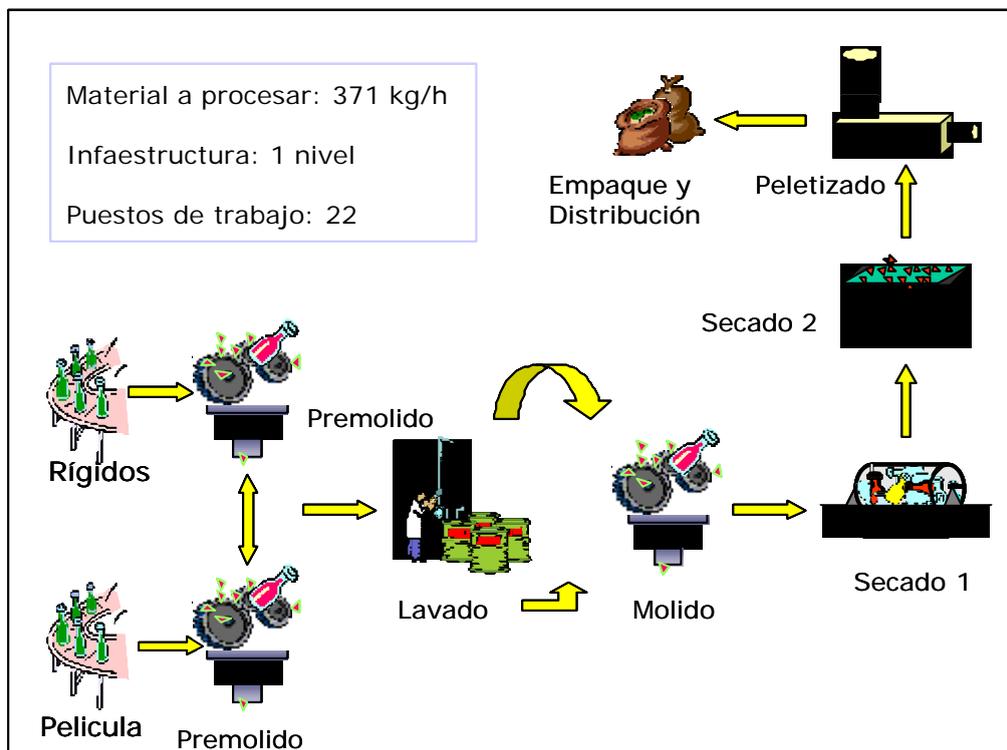


Figura 17. Cuarta alternativa propuesta para el proceso de acondicionamiento de las resinas plásticas recicladas.

La mayoría de las opciones que se presentaron para las resinas plásticas, entregan el material simplemente molido. Sin embargo, el proceso se puede complementar con las operaciones de aglutinación, peletización e inyección, las cuales incrementan el valor del producto.

Como se indica en la Figura 18, las partículas molidas de películas, pasan a aglutinado, inyección y empaque, cuando se entrega un nuevo producto terminado, es decir un artículo listo para el consumidor; o simplemente a aglutinado y empaque cuando el producto final son aglutinados de la resina.

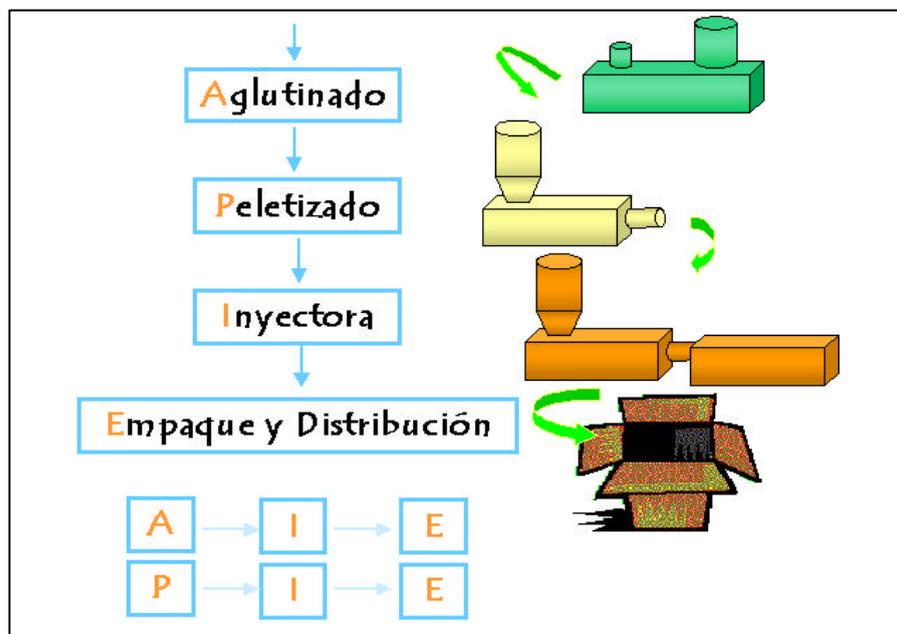


Figura 18. Proceso complementario para dar valor agregado a las resinas plásticas después del molido.

Las partículas provenientes de las resinas en envases rígidos, pasan a peletización, inyección y empaque cuando se entrega un producto terminado final, como ya se mencionó anteriormente; o simplemente a peletizado y empaque cuando el producto final es en forma de pellet.

6. DISEÑO BÁSICO FINAL

Como ya se mencionó en la descripción de la metodología, para la selección de las alternativas más viables técnica y económicamente, se conformó un Comité Técnico integrado por un representante de la CDMB, la EMAB y las Cooperativas Recicladoras, quienes en conjunto con el Nodo de Producción más Limpia de Santander como entidad ejecutora del proyecto, evaluaron y seleccionaron las alternativas más viables para la transformación y/o aprovechamiento de los residuos reciclados, de acuerdo a los resultados obtenidos en la fase de factibilidad técnica y económica, así como en el estudio de mercados; de igual forma, se analizó y seleccionó un modelo administrativo de conformación y funcionamiento para la planta.

La propuesta final para las cuatro líneas que manejará la planta está constituida por: Línea de acondicionamiento de Papel y Cartón, Línea de acondicionamiento de Metales, Línea de acondicionamiento de Vidrio y Línea de acondicionamiento de Resinas Plásticas.

Todos los artículos reciclables que ingresen a la planta deberán llegar a la zona de recepción general. Esta zona tendrá 13 metros de largo por 8 metros de ancho, equivalentes a 104 m², en la cual se clasificarán los artículos para llevarlos a cada línea de producción. Al ingresar a la planta, el camión debe pesarse en una báscula camionera mecánica de 20 toneladas de capacidad, con el fin de llevar un registro del flujo de materiales al interior de la planta.

En esta etapa los operarios deberán seleccionar los materiales que no hayan sido clasificados en los camiones de la ruta del reciclaje, para llevarlos a su

correspondiente línea de procesamiento. La clasificación que se realizará en esta zona depende del tipo de material, es decir, los papeles deben ser clasificados por tipo de papel en archivo, periódico, cartón, plegadiza y kraft; los materiales plásticos, los metales y el vidrio se les clasificará de manera más general, simplemente por tipo de material.

A continuación se resumen los procesos a seguir en cada una de las líneas de acondicionamiento.

6.1. LÍNEA DE ACONDICIONAMIENTO DE PAPEL Y CARTÓN

El proceso consta de las etapas que se exponen a continuación, como se indica en las Figuras 19 y 20.

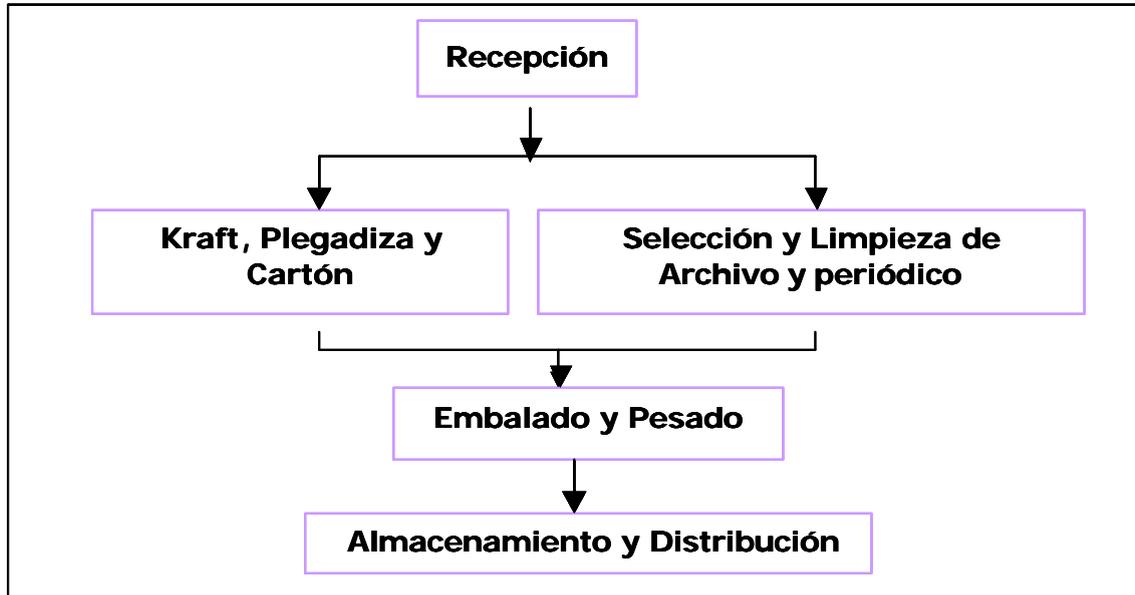


Figura 19. Etapas del proceso de acondicionamiento para la línea de papel y cartón.

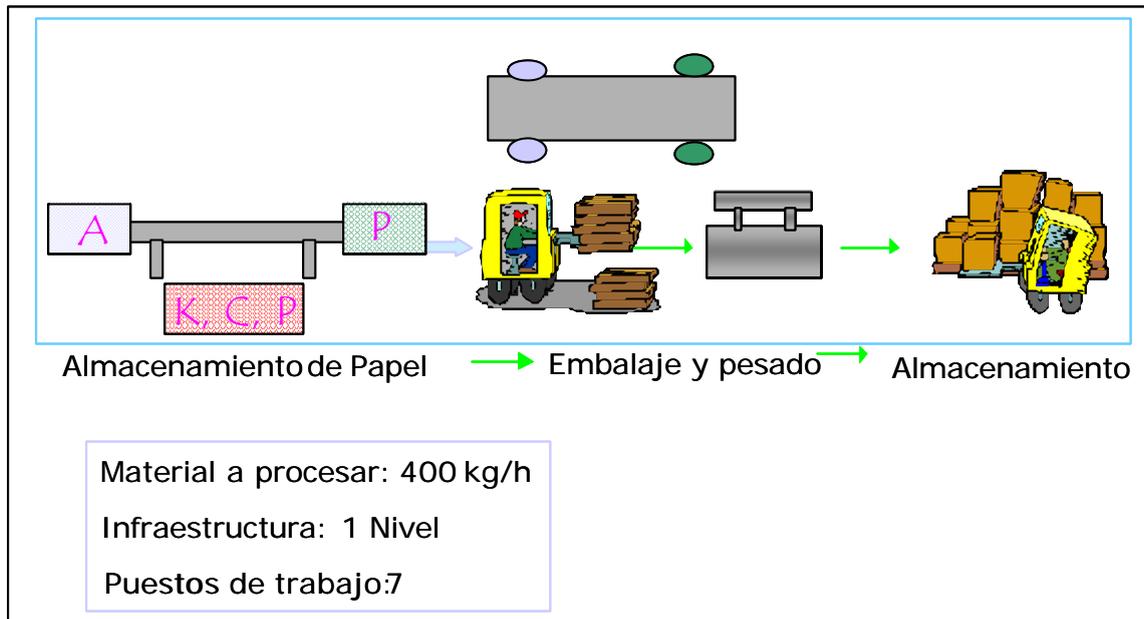


Figura 20. Diagrama de proceso para la línea de papel y cartón.

6.1.1. Descripción de las etapas. A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la línea de papel y cartón.

?? **Recepción.** En esta etapa se reciben los tipos de papel preclasificados y se pesan en una báscula móvil adecuada en la línea. Los papeles de archivo y periódico se llevan a limpieza y selección y los de cartón, plegadiza y kraft se depositan en sacas o talegos almacenándolos temporalmente, para posteriormente embalarlos.

?? **Selección y Limpieza.** Sobre dos mesas de 3 metros de ancho por 1.5 metros de largo, de estructura metálica con cubierta; tres operarios deberán seleccionar y limpiar los papeles de archivo y periódico de agentes extraños (papel carbón, papel copia, contac, pegantes, cintas, etc.) que puedan entorpecer el proceso, y depositarlos en cada uno de los contenedores para continuar su procesamiento.

?? **Embalaje y Pesado.** Los diferentes tipos de papel deben ser embalados en una embaladora de 9 HP en pacas o paquetes de 320 a 420 kg y pesados en una báscula fija de 1.000 kg de capacidad, para su posterior comercialización. Este peso puede variar de acuerdo a la humedad del papel, la cual altera a su vez la capacidad de compactación. Por las cantidades manejadas y los tiempos de prensado, se hace necesario utilizar dos embaladoras Modelo EHC 20.

?? **Almacenamiento.** Se debe realizar en un sitio cerrado, seco y con ventilación natural, evitando la humedad, durante el tiempo necesario para obtener las cantidades suficientes para su posterior comercialización. Este almacenamiento se hará en una bodega de 10 metros de largo por 5.8 metros de ancho, donde también se almacenarán los metales compactados. Allí se pesa el material en una báscula móvil ubicada dentro de la bodega con el fin de registrar los pesos y llevar un control de los materiales que son almacenados.

6.2. LÍNEA DE VIDRIO

El proceso consta de las siguientes etapas, como se muestra en las Figuras 21 y 22.

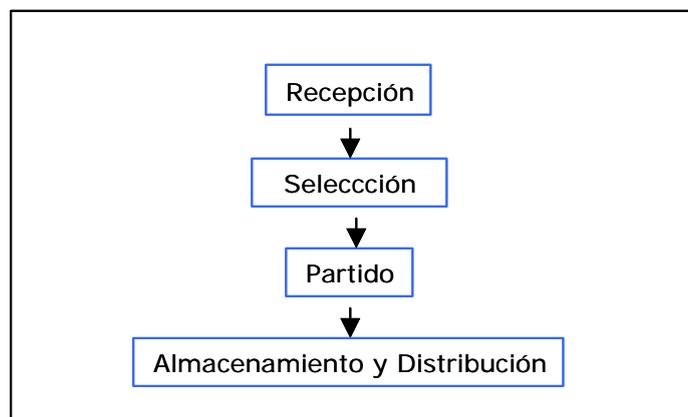


Figura 21. Etapas del proceso de acondicionamiento para la línea de vidrio.

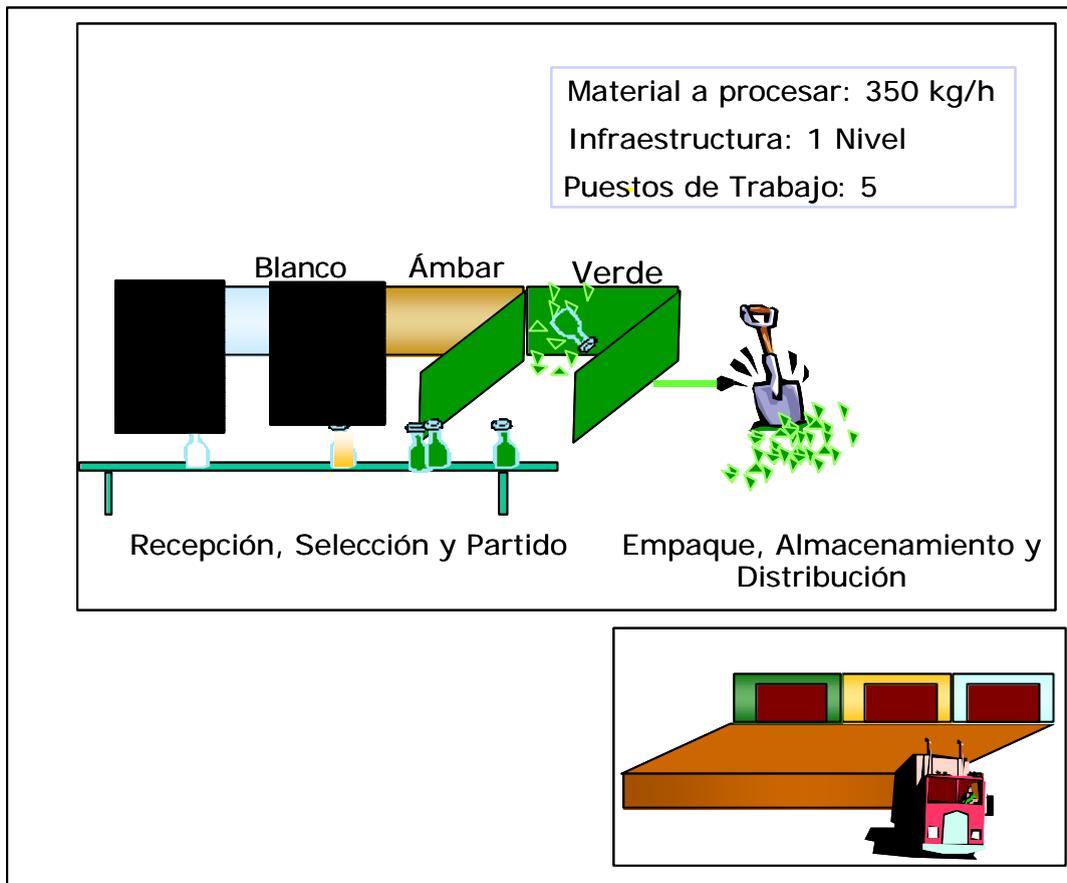


Figura 22. Diagrama de proceso para la línea de vidrio.

6.2.1. Descripción de las etapas. A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la Línea de Vidrio.

?? **Recepción.** En esta etapa el operario deberá clasificar el vidrio por colores (verde, ámbar y blanco), pesarlo en una báscula móvil adecuada a la línea y llevarlo hasta la zona de partido.

?? **Partido.** Se realizará en una zona de 10 metros de largo por 12 metros de ancho, correspondiente a un área de 120 m², separada en cubículos de 4 por 6 metros, donde el operario partirá manualmente contra la pared o con una varilla

los envases, logrando obtener el casco para comercializar, cuidando en todo momento que se conserve la calidad del casco en cuanto a limpieza y colores se refiere. Cada cubículo tendrá un portón lateral por el cual se pueda evacuar la totalidad del casco de determinado color, cuando se considere conveniente.

?? **Empaque, Almacenamiento y Distribución.** El empaque se hará a granel cuando la carga del vehículo esté completa para el viaje de comercialización. La zona de empaque se contempla con una rampa inclinada para facilitar la acción del cargue de los vehículos.

6.3. LÍNEA DE METALES

El proceso consta de las siguientes etapas, como se muestra en las Figuras 23 y 24.

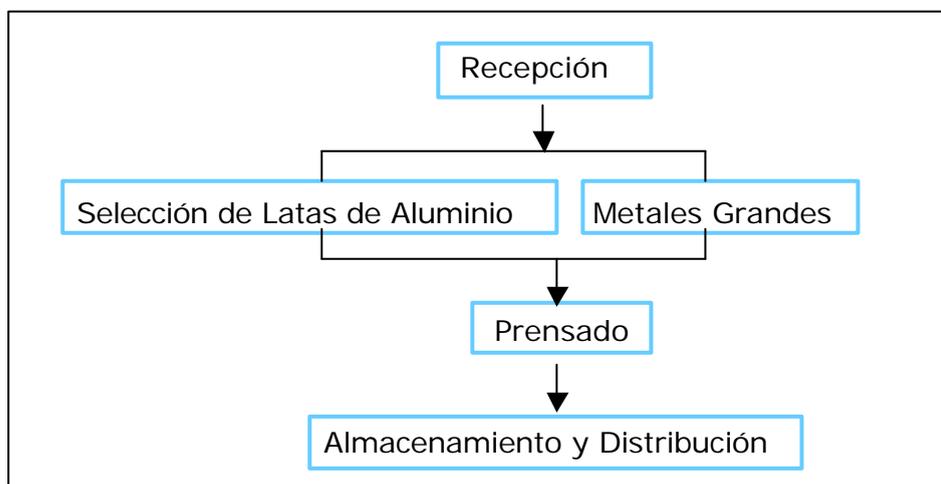


Figura 23. Etapas del proceso de acondicionamiento para la línea de metales.

Este proceso contempla una compactadora – embaladora de 3000 PSI para compactar el aluminio. El latón y otros metales grandes se compactarán con la ayuda de un pisón, como se indica en la figura 24.

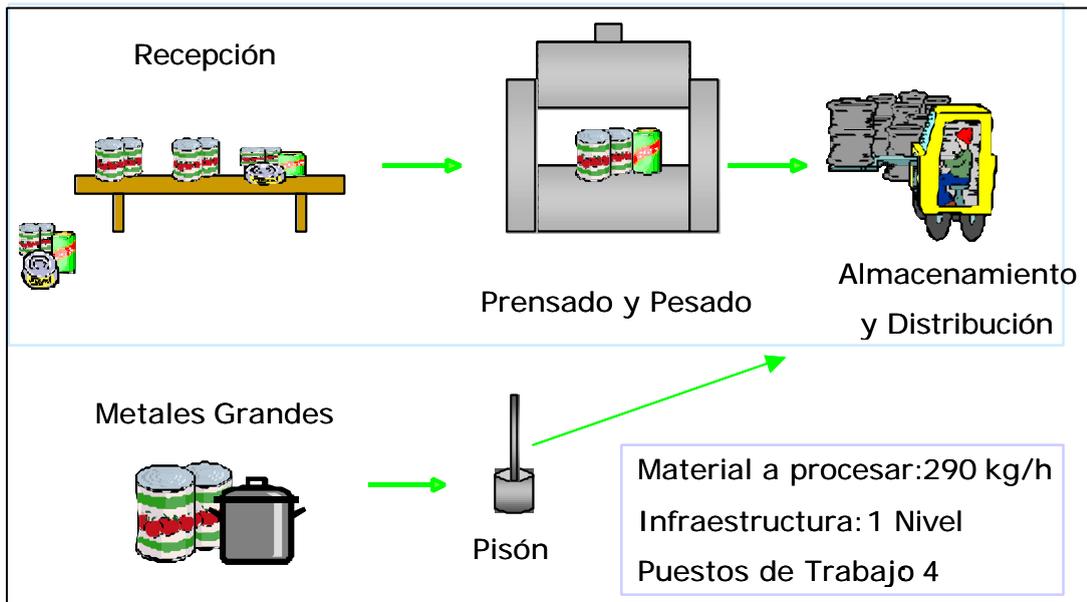


Figura 24. Diagrama de proceso para la línea de metales.

6.3.1. Descripción de las etapas. A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la línea de Metales:

?? **Recepción:** En esta etapa el operario deberá clasificar los metales según sean de aluminio, acero, latón, etc., y pesarlos en la báscula móvil de la línea para que continúen su proceso. Los elementos metálicos como son planchas, máquinas de escribir, etc., deberán llevarse al “*Taller de Cachivaches*”, en donde se repararán, de ser posible, para su posterior comercialización y/o utilización. Las latas de aluminio y latón, se deberán disponer para ser compactadas posteriormente.

?? **Prensado y Pesado:** Los metales (aluminio y latón) deben ser compactados para facilitar su almacenamiento y transporte. De los metales recogidos actualmente sólo cuentan con valor comercial el aluminio (latas de cerveza), el latón (latas de alimentos: Klim, enlatados, etc.), el hierro, el cobre y el estaño en menor proporción.

Esta compactación se realizará en una prensa de 3000 PSI para los envases y piezas de aluminio y con la ayuda de un pisón, las piezas metálicas grandes. Los artículos metálicos que sean recogidos y puedan ser reparados se deberán llevar al “Taller de cachivaches”, como se mencionó anteriormente.

?? **Almacenamiento y Distribución:** Los bloques metálicos compactados se deberán almacenar hasta conseguir la cantidad necesaria de comercialización. Este almacenamiento se hará en la misma bodega donde se almacena el papel.

6.4. LÍNEA DE RESINAS PLÁSTICAS

En la línea de las resinas plásticas se identifican dos procesos de acondicionamiento, uno para las resinas plásticas rígidas y el otro para películas o bolsas, cada una de los cuales se explica a continuación.

6.4.1. Proceso para el acondicionamiento de resinas plásticas rígidas. Este proceso consta de las siguientes etapas, como se muestra en las Figuras 25 y 26.

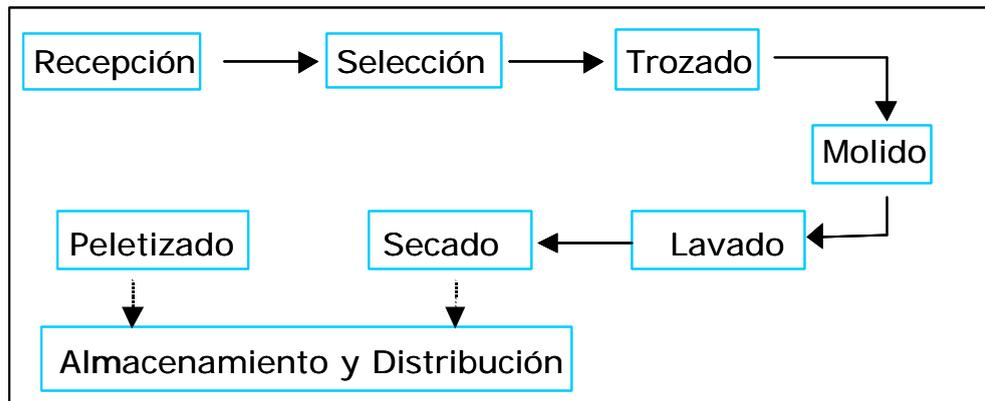


Figura 25. Etapas del proceso de acondicionamiento para la línea de resinas plásticas rígidas.

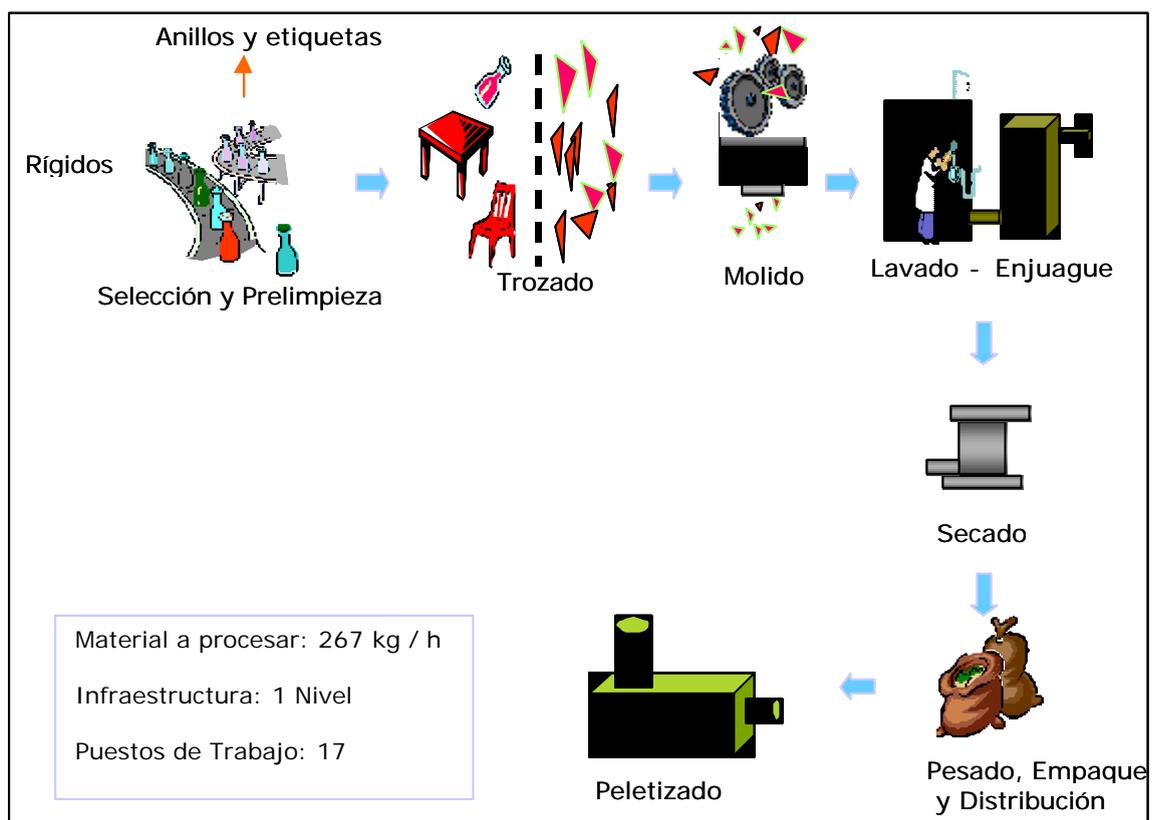


Figura 26. Diagrama de proceso para la línea de resinas plásticas rígidas.

6.4.1.1. Descripción de las etapas: A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la línea de Resinas Plásticas Rígidas.

?? **Recepción:** En esta etapa el operario deberá clasificar las resinas, pesarlas en la báscula móvil de la línea de plásticos y llevarlas hasta la zona de procesamiento.

?? **Selección y Prelimpieza:** Al recibir las resinas rígidas, los operarios deberán clasificarlas por tipo de resina y color (si se hace necesario por requerimiento del comprador), además de realizar una prelimpieza donde se eliminen las etiquetas, anillos y todo agente extraño a la misma. Las piezas pequeñas pasan directamente al molino y las piezas más grandes (canastas, sillas, mesas) son trozadas.

?? **Trozado Manual y / ó Mecánico:** Como se mencionó anteriormente, este paso sólo se le deberá realizar a las piezas grandes, y se hace con el fin de reducir el tamaño de las mismas, facilitando su molido, de manera que se aumente la vida útil de las cuchillas del molino. Este trozado se realizará manualmente con la ayuda de sierras eléctricas.

?? **Molido:** Una vez trozadas las resinas, son sometidas a un proceso de molido final para reducir el tamaño de partícula hasta de 3/8, 1/2 o 5/8 de pulgada según los requerimientos del comprador. En esta etapa se debe tener muy en cuenta la separación de finos puesto que estos evitan que en el lavado se puedan diferenciar las impurezas. Esta operación se realiza en un molino granulador para materiales rígidos alimentado manualmente y de allí la pieza molida es transportada por medio de un transportador neumático al separador de finos, donde finalmente se retiran las partículas finas que entorpecen el proceso. La resina molida, libre de finos, cae por gravedad dentro del lavador.

?? **Lavado:** Este producto molido es lavado, primero en un lavador separador horizontal, donde con la ayuda de agitación mecánica en una solución de soda al 2% y jabón industrial antiespumante, se eliminan los restos de grasas, comidas o sustancias previamente contenidas y se separan las impurezas. Posteriormente, las resinas molidas pasan a un lavador centrífugo donde se hace un lavado a manera de enjuague, eliminando las impurezas que pudieran haber quedado por medio de agua y los residuos de detergente y soda del lavado anterior.

?? **Secado:** Las hojuelas de resinas, se secan en una máquina secadora centrífuga que retira la humedad y facilita el empaque.

?? **Empaque:** Se realiza manualmente en sacos de 40 a 70 kilos de acuerdo a la cantidad que se procese, o según lo solicite el comprador y se almacena en la bodega de plásticos.

6.4.2. Proceso para el acondicionamiento de resinas plásticas en forma de películas (Bolsas). Este proceso consta de las siguientes etapas, como se muestra en las Figuras 27 y 28.

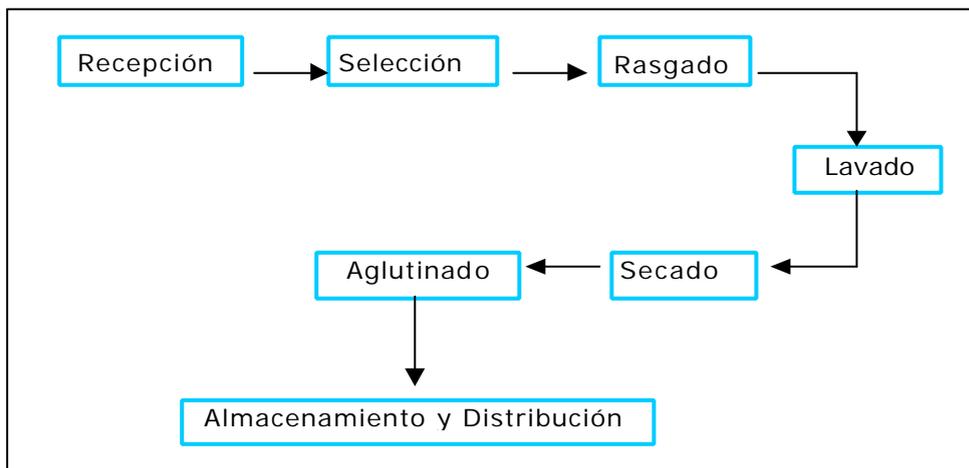


Figura 27. Etapas del proceso de acondicionamiento para la línea de resinas plásticas en forma de películas.

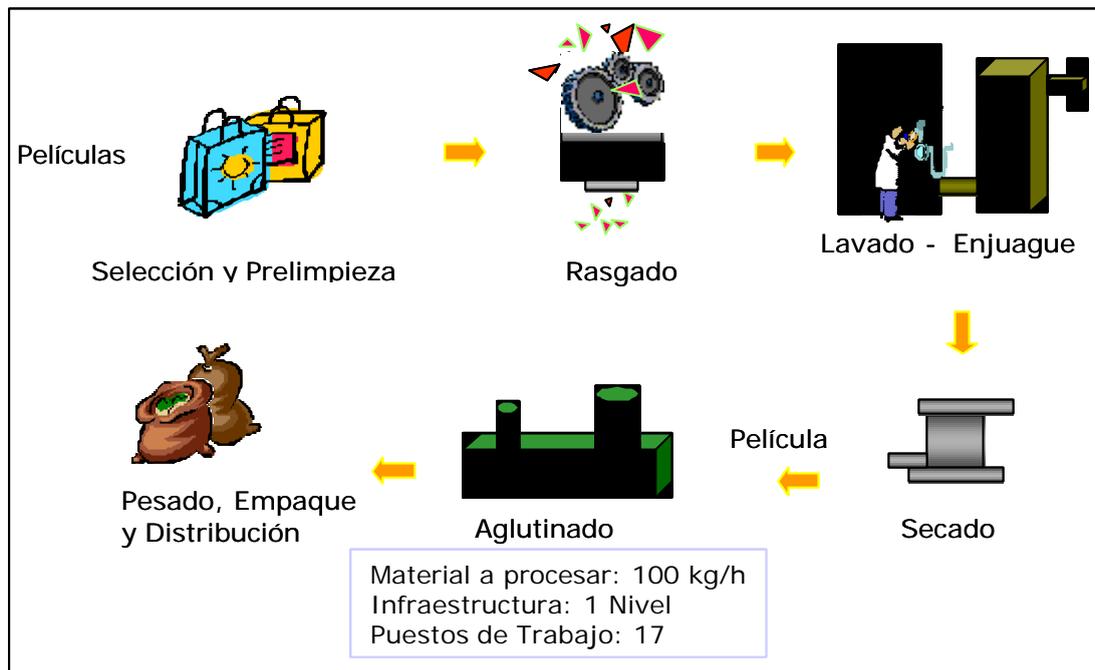


Figura 28. Diagrama de proceso para las resinas plásticas en forma de películas.

6.4.2.1. Descripción de las etapas: A continuación se expone el proceso de acondicionamiento a realizar en la línea de Resinas Plásticas en forma de Películas.

?? **Recepción:** En esta etapa el operario deberá clasificar las resinas, pesarlas en la báscula de la línea y llevarlas, hasta la zona de procesamiento películas.

?? **Selección:** Al recibir las resinas en forma de película clasificadas previamente, se procederá a hacer una prelimpieza donde se eliminan los agentes extraños, realizando al mismo tiempo la selección por color (si se hace necesario por requerimiento del comprador).

?? **Rasgado:** Se realiza en un molino granulador de películas. Las bolsas plásticas se deben rasgar y / ó reducir de tamaño de modo que el proceso de lavado sea efectivo. Además, esta reducción de tamaño garantiza un mayor rendimiento de producción reduciendo los costos operacionales. Las películas rasgadas son alimentadas por sistema neumático a una tolva con agua y posteriormente por medio de una bomba centrífuga pasan al lavador.

?? **Lavado:** Una vez rasgadas las películas, se debe proseguir con el lavado de las mismas, que se realiza del mismo modo y en el mismo equipo que las resinas rígidas.

?? **Secado:** Los restos rasgados de películas se deben someter a secado, el cual se realizará en la secadora centrífuga, para retirar la humedad y acondicionarlos para llevarlos a la aglutinadora.

?? **Aglutinado:** En esta etapa el material molido se calienta y homogeniza parcialmente por medio de la fricción entre las cuchillas de la aglutinadora y las hojuelas de resina. Las cuchillas cortan sucesivamente el material (alimentado por baches) hasta lograr su fusión parcial, momento en el cual se inyecta un pequeño chorro de agua, por medio de una válvula dosificadora, con lo que se produce el aglutinado de las películas.

El trabajo de aglutinado requiere de supervisión constante por parte del operador, para determinar el punto de fusión adecuado e inyectar el chorro de agua.

?? **Empaque:** Se realizará en pacas o sacos de 40 ó 70 kilos de acuerdo con la cantidad que se procese, o según lo solicite el comprador y se debe almacenar en la bodega de plásticos para su posterior comercialización.

6.5. MAQUINARIA Y EQUIPOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

En este numeral se presenta la descripción detallada de los equipos necesarios para la implementación de las alternativas seleccionadas.

6.5.1. Línea de acondicionamiento de papel y cartón. A continuación aparecen relacionados los equipos requeridos para la implementación de esta línea.

6.5.1.1. Embaladora. Este equipo se utilizará en el embalaje del papel. Como se había mencionado anteriormente, se acondicionarán dos embaladoras de las mismas características, una para el archivo y periódico y la otra para el cartón, el kraft y la plegadiza.

El equipo está compuesto por una unidad de compactación y una unidad de fuerza electro hidráulica.

La unidad de compactación se encuentra en la parte inferior de la maquina e incluye la plancha apisonadora, dos puertas (una al frente de la alimentación y la otra en la parte trasera para facilitar el zunchado) y un monocasco que en conjunto y cuando las puertas están cerradas, conforman el sitio propiamente de compactación. El monocasco y la plancha apisonadora están provistas de una serie de ranuras que facilitan el zunchado de la placa. Una vez las puertas están cerradas existe un espacio suficientemente amplio para facilitar el acceso del material a embalar.

La unidad de fuerza hidráulica consta de un tanque de almacenamiento de aceite, un cilindro hidráulico con sus respectivas válvulas hidráulicas y un motor eléctrico acoplado a una bomba con todos los aditamentos requeridos para su operación. El accionamiento de la máquina es manual mediante palanca.

En la Tabla 5, se relacionan las especificaciones del equipo entregadas por el proveedor.

Tabla 5. Especificaciones técnicas de la embaladora.

ITEM	DIMENSIONES		
	Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)
Caja compactadora	150	120	80
Paca embalada	50-120	120	80
Máquina	250	130	100
Potencia del Motor	9 HP, 220/440 V, 60 Hz		
Fuerza de Compactación	20 Toneladas		
Peso de la Paca	320-420 Kilogramos		
Peso de la Máquina	1.800 Kilogramos		

Fuente: Proveedor.

Según la cotización presentada por el proveedor, este equipo a la fecha tiene un valor de \$ 11.800.000, precio FOB en Bogotá. No incluye los valores de las acometidas eléctricas ni hidráulicas desde la fuente hasta la máquina, aceite hidráulico, ni el transporte del equipo. Cuenta con garantía de seis meses a partir de su entrega, periodo en el cual se suministrarán los equipos de mantenimiento preventivo sin costo adicional, excepto los gastos de traslado que corren por cuenta del comprador.

6.5.1.2. Báscula para pacas de papel. Este equipo se utilizará en la etapa de pesaje al finalizar el proceso de acondicionamiento del papel.

Es un equipo con indicador de lectura directa, de brazo, graduado por ambos lados. Posee una capacidad de pesaje de 1.000 Kg, con graduación mínima de

200 gramos por 50 Kilogramos, una plataforma de 91 cm* 141 cm y 29 cm de alto, pesa 162 Kg y está fabricada en lámina de acero.

El valor total del equipo es de \$1.000.000 a la fecha de la cotización adjunta. Este precio incluye IVA y gastos de embalaje y transporte.

6.5.1.3. Báscula para sacas de papel. En este equipo se desarrollará el pesaje del material a la entrada de la línea.

Es una báscula móvil con rodachines y brazo de lectura directa graduado por ambos lados. Posee una capacidad de pesaje de 500 Kg, graduación mínima de 200 gramos, una plataforma de 43 cm* 66 cm, grado del brazo 50 Kg * 200 gr, altura de la plataforma 29 cm y con un peso de 87 Kg. Está fabricada en hierro fundido lo que les permite ser más resistentes al trabajo.

El valor total del equipo a la fecha de la cotización adjunta , es de \$490.000. Este precio incluye IVA y gastos de embalaje y transporte.

6.5.2. Línea de acondicionamiento de vidrio. Para la implementación de esta línea, solamente se hace necesario acondicionar la báscula que se describe a continuación.

6.5.2.1. Báscula para vidrio. Como se mencionó anteriormente, se constituye en el único equipo necesario para acondicionar la línea de vidrio, en él se desarrollará el pesaje del material a la entrada de la línea.

Es una báscula móvil con rodachines y brazo de lectura directa graduado por ambos lados. Posee una capacidad de pesaje de 500 Kg, graduación mínima de 200 gramos, una plataforma de 43 cm* 66 cm, grado del brazo 50 Kg * 200 gr, altura de la plataforma 29 cm y con un peso de 87 Kg. Está fabricada en hierro fundido lo que les permite ser más resistentes al trabajo.

El valor total del equipo a la fecha de la cotización adjunta, es de \$490.000. Este precio incluye IVA y gastos de embalaje y transporte.

6.5.3. Línea de acondicionamiento de metales. Los equipos necesarios para la implementación de esta línea se describen a continuación.

6.5.3.1. Unidad compactadora. Este equipo es exclusivo para las latas de aluminio, puesto que los metales grandes se reducirán de volumen por medio de un pisón.

Está construido en lámina de acero estructural A-36 y perfilería estructural. Posee una puerta plegable que facilita la salida libre del paquete para retirarlo de la maquina, así como un sistema de accionamiento hidráulico para lograr una presión de trabajo de 3000 PSI y una fuerza de empuje de 12 toneladas. Los mandos hidráulicos se componen de una bomba hidráulica de 4 galones, una válvula direccional de doble solenoide de 1/4 de pulgada y una válvula reguladora de presión con un manómetro para 4000 PSI. En la Tabla 6 se indican las especificaciones técnicas del equipo.

Tabla 6. Especificaciones técnicas de la compactadora de latas de aluminio.

ÍTEM	DIMENSIONES		
	Altura (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)
Caja compactadora	55	40	48
Máquina	230	60	70
Potencia del Motor	4.8 HP, 220/440 V, 60 Hz		
Fuerza de Compactación	12 Toneladas		
Peso de la Paca	40-50 Kilogramos		
Presión de Trabajo	3.000 PSI		

Fuente: Proveedor

El valor del equipo es de \$ 8.500.000 más IVA, a la fecha de la cotización presentada por el proveedor.

6.5.3.2. Báscula para sacas. Es otra de las básculas que se deben adecuar a la entrada de cada línea. Esta báscula móvil con rodachines y brazo de lectura directa graduado por ambos lados, posee una capacidad de pesaje de 500 Kg, graduación mínima de 200 gramos, una plataforma de 43 cm* 66 cm, grado del brazo 50 Kg * 200 gr, altura de la plataforma 29 cm y pesa 87 Kg.

Está fabricada en hierro fundido. Tiene un valor total de \$490.000 pesos. Este precio incluye IVA y gastos de embalaje y transporte.

6.5.4. Línea de acondicionamiento de plásticos (Rígidos y Películas). A continuación se relacionan los equipos requeridos para la implementación de esta línea, tanto para el procesamiento de resinas rígidas como de películas. Además de la descripción detallada de cada equipo, se indica si éste procesa o no, los dos tipos de material.

6.5.4.1. Molino granulador de materiales rígidos. Este equipo se requiere para la etapa de molido de resinas rígidas.

Es un equipo con la capacidad para granular desechos plásticos post-consumo moldeados por inyección, soplados y extruídos con espesores de pared hasta de 3 mm y se compone principalmente de los siguientes elementos:

- ?? Rotor de cuchillas.
- ?? Estructura del molino compuesta por: Caja de corte abierta, tolva de alimentación, pantalla protectora, tolva de recepción de material granulado, y criba de granulado.
- ?? Motor eléctrico y sistema de transmisión de potencia.

?? Elementos extractores de materiales granulados: Sistemas de transporte neumáticos.

?? Volante.

?? Tablero de control y Arrancador Estrella-Triangulo.

Características generales del equipo

☞☞ La caja de cuchillas es de tipo abierto con (4) cuatro secciones de estrellas porta cuchillas de 220 mm de largo cada una, montadas de forma alternada desfasadas 45 grados sobre el rotor porta-cuchillas. Son más cortas que las cuchillas del molino de película, se montan en voladizo (tipo remo) y poseen un ángulo de inclinación de 4 grados con el que se genera un corte de tijera que reduce el consumo de energía, la emisión de ruido y el calor generado por la fricción durante el corte, mejorando las propiedades mecánicas finales del material granulado.

☞☞ La estrella porta cuchillas es un elemento de forma triangular o cuadrada en cuyos vértices se monta una cuchilla.

☞☞ El granulado del material se realiza por impacto.

☞☞ El número de cuchillas fijas lo determina el espesor de pared, la forma y el grado de abrasividad de los elementos a granular. Para espesores de pared mayores a 4 mm, se requiere un mayor número de cuchillas. Para elementos de mayor espesor (4mm-7mm) de pared no se recomienda emplear un molino granulador, puesto que la vida útil de las cuchillas se disminuye apreciablemente. La vida útil de las cuchillas depende del tipo de material a granular, su grado de contaminación y abrasividad y su espesor de pared, pero puede estimarse una duración de 10 a 120 horas de trabajo, tiempo que depende de otros factores como la calibración del juego de cuchillas según la programación de producción

establecida, de la forma de cargar el equipo y de las prácticas de mantenimiento preventivo que se implementen.

☞☞☞ La caja de corte es abierta y cuenta con una pantalla protectora que evita el retroceso del granulado por su boca de carga.

☞☞☞ La calibración de las cuchillas para espesores de pared de hasta 4 mm en resinas rígidas, debe ser entre 0.2 – 0.3 mm de luz entre cuchillas fijas y móviles. Para envases con espesores de pared mayores de 4mm se requiere de una luz mayor, que será determinada por ensayo.

☞☞☞ El rotor de cuchillas posee varias secciones que permiten cambiar una sección de corta longitud y no un tramo largo cuando se deteriora una porción de la cuchilla.

☞☞☞ El diseño de la tolva de recepción de material granulado permite la reducción de la emisión de polvos en el sitio de trabajo mientras se realiza el granulado. Para extraer el granulado de la tolva de recepción se emplea un sistema de transporte neumático.

☞☞☞ El granulado producido contiene material particulado, que entorpece el proceso y disminuye la calidad de las hojuelas. Este material particulado se evacua con un separador de finos montado al final del transporte neumático.

☞☞☞ El sistema de transporte neumático se utiliza cuando se granula en seco.

☞☞☞ Las buenas prácticas de mantenimiento y operativas del equipo conducen a disminuir apreciablemente la producción de finos con el granulado.

Los elementos estructurales del molino están contruidos en Lamina de acero A36 y las cuchillas son fabricadas en AISI D2 con alto contenido en Cromo, tratadas

térmicamente hasta obtener una dureza de 58 – 60 RC (Rockwell C), para soportar el alto desgaste al cual serán sometidas. Las especificaciones técnicas aparecen reportadas en la Tabla 7, que se muestra a continuación.

Tabla 7. Especificaciones técnicas del molino granulador de materiales rígidos.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Máquina	Altura: 1.95 m, Longitud: 1.5 m, Ancho: 1.2 m
Eje	- Diámetro: 100 mm, Longitud: 890 mm - Posee 4 estrellas portacuchillas en secciones de 220 mm c/u
Caja de alimentación	- Ancho: 500 mm, Longitud: 550 mm - Posee rotor abierto y cuchillas alternadas
Criba	- Espesor: 9.5 mm - Diámetro de agujeros: 3/8 pulgada
Expansiones del equipo	1 metro en torno al molino
Capacidad de producción	220 – 380 kg/h
Potencia del Motor	24 HP, 220/440 V, 60 Ciclos
Peso del Molino	1.200 Kilogramos
Velocidad del motor	1.800 rpm
Cuchillas	- Fijas: 4 - Móviles; 6 - Angulo de inclinación: 4 grados

Fuente: Proveedor.

El equipo tiene un valor a la fecha de \$23.000.000 con tiempo de entrega de 90 a 120 días hábiles. Este precio no incluye IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje como: tiquetes aéreos ida y regreso para transporte del personal de montaje, alojamiento y alimentación del personal, obras civiles y

mampostería, instalaciones de agua hasta los equipos y acometidas eléctricas, como se muestra en la cotización adjunta.

6.5.4.2. Molino granulador de películas con caja de corte refrigerada. Este equipo se requiere para la etapa de molido de resinas en película. Es un equipo con la capacidad para rasgar o reducir a trozos las películas plásticas.

Se compone principalmente de los siguientes elementos:

- ?? Rotor de cuchillas.
- ?? Estructura del molino, compuesta por: Caja de corte cerrada y refrigerada, tolva de alimentación, pantalla protectora, tolva de recepción de hojuelas granuladas y criba de granulado.
- ?? Motor eléctrico y sistema de transmisión de potencia.
- ?? Elementos extractores de materiales granulados: Sistema de transporte neumático.
- ?? Volante.
- ?? Tablero de control y Arrancador Estrella-Triangulo.

Características generales del equipo

🔧 Las cuchillas se montan en posición no alternada, por secciones cortas de cuchillas en estrella triangular (4 secciones) y un rotor tipo cerrado, con caja de cuchillas que debe permanecer refrigerada.

🔧 El montaje de las cuchillas se hace en voladizo (tipo remo) y con un ángulo de inclinación de 4 grados, que produce un rasgado en la bolsa plástica. El rotor tipo cerrado evita que la película se enrolle entorno al rotor y produzca atascamiento del material.

🔧🔧 El granulado del material se realiza por desgarramiento sin impacto, la alta fricción a que es sometido el material tiende a fundirlo, por lo que se hace necesario refrigerar la caja de cuchillas para lograr un rasgado eficaz.

🔧🔧 Un juego de cuchillas tiene una duración que puede oscilar entre 10 y 120 horas de trabajo, tiempo que depende de factores como la contaminación presente en las resinas plásticas (líquidos corrosivos y orgánicos), la forma de cargar el equipo y las practicas de mantenimiento preventivo que se implementen.

🔧🔧 La calibración de las cuchillas (distancia entre filos de cuchillas móviles y fijas) para la granulación de las películas, debe ser de 0.1 mm sin necesidad de recalibrar cuando se muelan películas con espesores de pared diferentes.

🔧🔧 La caja de corte es cerrada, además el molino cuenta con una pantalla protectora que evita el retroceso del granulado por su boca de carga.

🔧🔧 El material trozado no contiene material particulado ya que el molino solo lo desgarrar. Este material es evacuado por medio de transporte neumático siempre y cuando se encuentre seco, de esta forma pueden ser manejado con gran facilidad.

🔧🔧 Cada juego de cuchillas puede afilarse un máximo de 10 veces en el caso que no se hayan desportillado o fracturado por el uso, de lo contrario deben ser cambiadas.

🔧🔧 Es importante mantener un (1) juego de cuchillas de repuesto.

Los elementos estructurales de este molino están construidos en lámina de acero A36, las cuchillas se fabrican en AISI D2 con alto contenido en cromo, tratadas térmicamente hasta obtener una dureza de 50 a 60 RC (Rockwell C), para

soportar el alto desgaste al cual son sometidas. En la Tabla 8, se muestran las especificaciones técnicas del equipo.

Tabla 8. Especificaciones técnicas del molino de películas con caja de corte refrigerada.

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Máquina	Altura: 1.95 m, Longitud: 1.5 m, Ancho: 1.2 m
Eje	- Diámetro: 100 mm, Longitud: 890 mm - Posee 4 estrellas portacuchillas en secciones de 220 mm c/u
Caja de alimentación	- Ancho: 500 mm, Longitud: 550 mm - Posee rotor cerrado y cuchillas no alternadas
Criba	- Espesor: 9.5 mm - Diámetro de agujeros: 3/8, 2, 3 y 4 pulgadas
Expansiones del equipo	1 metro en torno al molino
Capacidad de producción	150 kg/h
Potencia del Motor	24 HP, 220/440 V, 60 Ciclos
Peso del Molino	1.200 Kilogramos
Velocidad del motor	1.800 rpm
Cuchillas	- Fijas: 4 - Móviles; 6 - Angulo de inclinación: 4 grados

Fuente: Proveedor.

El valor del equipo es de \$25.000.000 con tiempo de entrega de 90 a 120 días. Este precio no incluye IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje como: tiquetes aéreos ida y regreso para transporte del personal de montaje, gastos de alojamiento y alimentación, obras civiles y mampostería, instalaciones

de agua hasta los equipos y acometidas eléctricas, como se muestra en la cotización adjunta.

6.5.4.3. Lavador separador horizontal. Este equipo se utiliza para la etapa de lavado con soda, común para resinas rígidas y películas.

Es un tanque que contiene agua con detergente antiespumante y soda cáustica al 2% como máxima concentración. Posee, en la parte superior, aletas agitadoras que permiten el transporte de granulados plásticos con densidades inferiores a 1 y son retirados por uno de los extremos del tanque. En el fondo del tanque se encuentra un tornillo sin fin que recibe los gránulos de plástico con densidades mayores a 1 y los transporta horizontalmente efectuando su lavado. Un tornillo sin fin adicional evacua los gránulos con densidades mayores a 1 del fondo del tanque y los entrega a un contenedor escurridor.

Los lodos son descargados por un conducto de purga. La carga y descarga del agua de lavado se desarrolla por baches.

Todo el sistema de movimiento está montado sobre cojinetes oscilantes y protegidos con guarniciones especiales que los aíslan del contacto con el agua, garantizando larga duración y confiabilidad.

El tanque de lavado horizontal está fabricado totalmente en lámina de acero inoxidable 304 desbarbada, plegada y soldada. Las paletas agitadoras y demás elementos son fabricados en Acero Inoxidable AISI 304. En la Tabla 9, aparecen las especificaciones técnicas del equipo.

Tabla 9. Especificaciones técnicas del lavador separador horizontal.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Máquina	- Altura: 1.5 m - Longitud: 2.4 m - Ancho: 1.2 m - Potencia de Motores: 2 por 1.2 HP c/u
Tornillo de Fondo	- Longitud: 2.0 m - Diámetro de Hélice: 8 pulgadas - Paso de Hélice: 8 pulgadas - Potencia del Motor: 1.2 HP
Tornillo Sinfín inclinado para densidades > 1	- Longitud: 2.4 m - Diámetro de Hélice: 8 pulgadas - Paso de Hélice: 8 pulgadas - Potencia del Motor: 1.2 HP
Tornillo Sinfín horizontal para densidades < 1	- Longitud: 2.0 m - Diámetro de Hélice: 8 pulgadas - Paso de Hélice: 8 pulgadas - Potencia del Motor: 1.2 HP
Expansiones del equipo	1.5 metros alrededor del lavador
Capacidad de lavado	220 – 380 kg/h
Consumo de agua	2 m ³ /día
Velocidad giro de paletas	70 rpm
Número de ejes de paletas	3

Fuente: Proveedor.

El valor total es de \$40.200.000 e incluye el valor del equipo y el de los tornillos sin fin inclinado y horizontal a la fecha de cotización adjunta. Este precio no contempla el pago de IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje,

costos de obras civiles y mampostería e instalaciones de agua y acometidas eléctricas.

6.5.4.4. Transporte neumático de granulado rígido. Consiste en un sistema neumático de transporte con separador de finos ciclónico montado al final del sistema. El material granulado, proveniente del molino granulador de rígidos, se introduce por gravedad, libre de material particulado, al lavador separador horizontal.

Este sistema se compone de dos motoventiladores de aletas rectas girando a 3600 r.p.m. con motor de 1.8 HP, ductos y un ciclón.

El valor del equipo es de \$5.700.000 de pesos a la fecha de cotización adjunta. Este precio no incluye IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje, costos de obras civiles y mampostería, instalaciones de agua y acometidas eléctricas.

6.5.4.5. Transporte neumático con inyector de bomba para películas. Se compone de un sistema neumático sin separador de finos, cuya potencia es de 1.8 HP. Las películas rasgadas, provenientes del molino de películas, se descargan a una tolva que por gravedad deposita los trozos de películas en un pequeño tanque con agua, para de allí ser inyectados al lavador horizontal por medio de una bomba centrífuga. Las películas trozadas deben poseer un diámetro promedio de 5/8 - 2 pulgadas, con el fin de evitar atascamientos.

Este sistema mejora apreciablemente el lavado de las películas puesto que los trozos se exponen totalmente y por mayor tiempo a los detergentes y agentes químicos de limpieza, y se incrementa la turbulencia del agua de lavado.

El valor del equipo a la fecha de cotización es de \$4.900.000. Este precio no incluye IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje, costos de obras civiles y mampostería e instalaciones de agua y acometidas eléctricas.

6.5.4.6. Centrífuga de lavado. Del mismo modo que en el lavador separador horizontal, en este equipo se desarrolla el lavado tanto para resinas rígidas como para películas. En la centrífuga de lavado, se termina la etapa de lavado de las resinas, enjuagándolas con agua limpia para proseguir con el proceso.

Este equipo es alimentado forzosamente por medio de un tornillo sinfín corto. El material sale del lavador centrifugo gracias al empuje vertical logrado por la configuración de la canastilla y la componente vertical de la fuerza centrifuga.

Este equipo se compone de los siguientes elementos:

- ?? Canastilla.
- ?? Tornillo sinfín de alimentación forzada.
- ?? Motor eléctrico
- ?? Sistema de transmisión de potencia.
- ?? Dispositivo receptor de material enjuagado.

Está fabricado en su totalidad en acero inoxidable AISI 304. En la Tabla 10, aparecen las especificaciones técnicas del equipo.

Tabla 10. Especificaciones técnicas de la centrifuga de lavado.

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Altura: 1.500 mm - Longitud: 570 mm - Ancho: 570 mm - Potencia del Motor: 4 HP - Diámetro Canastilla: 430 mm - Diámetro del Rotor: 300 mm
Tornillo de Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> - Longitud: 60 – 70 cm - Diámetro de Hélice: 8 pulgadas - Paso de Hélice: 8 pulgadas - Potencia del Motor: 1.2 HP
Expansiones del equipo	1.5 metros alrededor del equipo
Consumo de agua	1 litro / minuto

Fuente: Proveedor

El valor total del equipo a la fecha de la cotización es de \$20.380.000m. Este precio no incluye IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje, costos de obras civiles y mampostería e instalaciones de agua y acometidas eléctricas.

6.5.4.7. Centrífuga de secado. Este equipo permite una separación óptima del agua en un 75%, que puede variar dependiendo del tamaño de las partículas y su composición, tanto de los trozos lavados de películas como de los gránulos rígidos para continuar el proceso. Por la humedad con que salen, los trozos de películas (15%) deben dejarse secar completamente al aire para facilitar su manejo posterior.

El sistema comprende un rotor de palas con una inclinación especial que proyecta el material contra las paredes taladradas de la canastilla, separando el agua por

fuerza centrífuga. La centrífuga de secado no puede trabajar con tamaños de hojuelas muy grandes (3 o 4 pulgadas) ya que se pueden presentar problemas por atascamientos. El tamaño adecuado de hojuelas debe determinarse por medio de prueba y ensayo, hasta lograr el mejor resultado.

Está construido totalmente en acero inoxidable AISI 304 y sus especificaciones técnicas aparecen en la Tabla 11, que se muestra a continuación.

Tabla 11. Especificaciones técnicas de la centrífuga de secado.

ITEM	CARACTERÍSTICAS
Máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Altura: 1.200 mm - Longitud: 475 mm - Ancho: 475 mm - Potencia del Motor: 3 HP - Diámetro Canastilla: 360 mm - Diámetro del Rotor: 250 mm
Tornillo de Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> - Longitud: 60 – 70 cm - Diámetro de Hélice: 8 pulgadas - Paso de Hélice: 8 pulgadas - Potencia del Motor: 1.2 HP
Expansiones del equipo	1.5 metros alrededor del equipo

Fuente: Proveedor.

El valor total del equipo a la fecha de la cotización es de \$18.350.000, e incluye tanto el valor del Tornillo sinfín de alimentación forzada, como el del secador centrífugo. Este precio no contempla los costos de IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje, costos de obras civiles y mampostería e instalaciones de agua y acometidas eléctricas.

6.5.4.8. Aglomerador de películas plásticas. En este equipo se desarrollará la etapa de aglutinación, exclusiva para las películas.

Es un equipo que calienta y homogeniza parcialmente las resinas previamente trozadas, por medio de la fricción ejercida por su rotor de cuchillas y los trozos de película. Las cuchillas cortan sucesivamente el material (alimentado por baches) hasta lograr su fusión parcial, momento en el cual se inyecta un pequeño chorro de agua por medio de una válvula dosificadora, con lo que se produce el aglutinado de las películas. La operación se termina una vez el aglutinado se rompe por la acción de las cuchillas.

Las resinas plásticas aglomeradas pierden parte de sus propiedades mecánicas debido al choque térmico que experimentan, por lo que no es recomendable aglutinar el material más de tres a cuatro veces. Los materiales con numerosas historias térmicas presentan bajo brillo, poca resistencia al rasgado y unas propiedades mecánicas pobres.

El trabajo de aglutinado requiere de supervisión constante por parte del operador, para determinar el punto de fusión adecuado e inyectar el chorro de agua.

La capacidad de producción de material aglomerado es mayor para el Polietileno de Baja Densidad - PEBD y mucho más baja para el Polietileno de Alta Densidad - PEAD y para Polipropileno - PP, (100 Kg/h). En la Tabla 12 aparecen las especificaciones técnicas de la aglutinadora.

Tabla 12. Especificaciones técnicas de la aglutinadora.

CARACTERÍSTICAS

Diámetro del cilindro	600 mm
Cuchillas Fijas/Móviles	2/4
Potencia Motor	30 HP
Producción Aproximada	100 Kg/h
Carga por Bache	20 Kg/h

Fuente : Proveedor

A la fecha de la cotización, el valor del equipo es de \$12.000.000. Este precio no incluye IVA, gastos de embalaje y transporte, gastos de montaje, costos de obras civiles y mampostería e instalaciones de agua y acometidas eléctricas.

6.5.4.9. Báscula para sacas de plástico molido. Se utilizará en la salida de la línea de resinas, para pesar los sacos de plástico molido que deberán pasar a la bodega.

Es una báscula móvil con rodachines y brazo de lectura directa graduado por ambos lados. Posee una capacidad de pesaje de 500 Kg, graduación mínima de 200 gr, una plataforma de 43 cm* 66 cm, grado del brazo 50 Kg * 200 gr, altura de la plataforma 29 cm y con un peso de 87 Kg. Fabricadas en hierro fundido que las hace más resistentes al trabajo.

El valor total del equipo a la fecha de la cotización es de \$490.000, como se indica en la cotización.. Este precio incluye IVA y gastos de embalaje y transporte.

6.5.4.10. Sierra eléctrica circular. Se requieren dos sierras para el trozado de los plásticos rígidos.

Son sierras circulares de 14 pulgadas de diámetro en el disco y motor de 3 HP, cada una de ellas posee una mesa de 1 m² aproximadamente.

6.5.5. Equipos de uso general en la planta de reciclaje. Hay algunos equipos que son de uso general para toda la planta y se describen a continuación.

6.5.5.1. Báscula camionera mecánica. En ella se realiza el pesaje de todos los camiones que lleguen con material a la planta.

Este equipo posee un brazo mecánico manual para la lectura de la carga, se construye en dos secciones con capacidad de carga de 10 Toneladas cada una y 5 puntos de carga distribuidos en las cuatro esquinas y al centro de la estructura. El tamaño de la plataforma es de 7.29 m*3.2 m, está fabricada en acero estructural y las palancas están provistas con sistemas de cuchillas que se tratan térmicamente. La altura de la báscula es de 77 cm.

Posee un puente de carga montado sobre palancas con sistemas de cuchillas y cojinetes en acero endurecido que garantizan un mínimo desgaste.

La bascula puede realizar las lecturas de carga desde el lector mecánico de brazo con un impresor manual de tiquetes. Tiene además la posibilidad de convertirse en báscula electromecánica mediante un kit electrónico.

Las obras civiles que involucra su montaje, tienen un costo aproximado de \$10.000.000, según estimativo del proveedor y se encuentran representadas en:

- ?? Una caseta para ubicación del medidor de carga.
- ?? Foso.
- ?? Losa de cimentación para carga puntual de 10 toneladas, ubicada en cada punto de carga.
- ?? Plataforma en concreto montada sobre la plataforma de la báscula.
- ?? Rampas de acceso y evacuación a la báscula.
- ?? Pilotes para señalización de límites de acceso a la báscula.

Para convertir la bascula a electromecánica deben adquirirse los siguientes equipos:

- ?? Celda de carga tipo S.
- ?? Indicador PRO – 2000,
- ?? Interfase Opción 04 salida para computador o impresora.

Según la cotización del proveedor, el valor total del equipo es de \$10.000.000, e incluye un indicador mecánico. Para lograr una bascula electromecánica es necesario adquirir una celda de carga tipo S que tiene un costo de US\$ 191.15, un indicador PRO-2000 de US\$ 253.00 y una interfase opción 04 salida para computador o impresora de US \$ 60. Este precio contempla los valores de IVA y gastos de embalaje y transporte. El valor de las obras civiles corre por cuenta del comprador de la bascula.

6.5.5.2. Montacargas. Necesario para trasladar el material tanto en las líneas de procesamiento como entre ellas.

El montacargas cotizado es marca Caterpillar modelo GP15k-G de 1.5 ton de capacidad a 24 pulgadas, de centro de gravedad y mástil triplex de 190 pulgadas, con motor a gasolina, llantas neumáticas y tracción en dos ruedas. Su motor es marca Mitsubishi modelo 4G63, con distancia para giros de 90° y 328 cm.

El valor del equipo es US\$ 17.695 más IVA, entregado en Bucaramanga y con garantía de un año sin límite de horas de uso.

6.6. FICHAS TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS DE PROCESAMIENTO

En las Tablas 13, 14, 15 y 16 se pueden observar las fichas técnicas que resumen cada una de las líneas de acondicionamiento con que contaría la planta, es decir de la línea de Papel y Cartón, Vidrio, Metales y Plásticos respectivamente.

Tabla 13. Ficha técnica de la línea de procesamiento de papel y cartón.

ASPECTOS GENERALES					
Capacidad de producción (Ton/día)			Diseño	Materiales	Área total requerida
Archivo 1.04	Periódico 0.65	Cartón 1.53	Carácter modular	Archivo, Periódico y Cartón.	258.1 m ²
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA PLANTA					
Pasillos y recepción	Separación y limpieza	Embalaje y pesado	Almacenamiento de papel para su embalaje.	Bodega de papel y cartón y metal	
Zonas de tránsito y almacenamiento de papel y cartón para su limpieza	Limpieza del archivo y el periódico.	Embalaje y pesado de cartón, archivo y periódico.	Ubicación de materias primas para su acondicionamiento.	Disposición del producto terminado para su despacho	
Área: 68.3 m ²	Área: 40.8 m ²	Área 49 m ²	Área 42 m ²	Área: 58 m ² , este valor no se incluye en el Área total de papel y cartón	
	Operarios: 4	Operarios: 3			
ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS, RECURSOS NATURALES, INSUMOS Y REPUESTOS					
Energía Eléctrica (kwh/Ton)			Mantenimiento		
Archivo 12.07	Periódico 12.08	Cartón 9.3	Se debe realizar un mantenimiento preventivo cada 2000 horas de trabajo. Se debe controlar el nivel y la temperatura del aceite hidráulico, como los elementos de la maquina. No debe cargarse inadecuadamente el equipo ya que puede dañar el cilindro y sus empaquetaduras.		
Consumo Energía Eléctrica (Kwh/mes) 831.12					
MAQUINARIA REQUERIDA					
Embaladoras de 20 Ton		Bascula mecánica móvil, 500 Kg		Bascula mecánica fija, 1.000 Kg.	
2		1		1	

Tabla 14. Ficha técnica de la línea de procesamiento de vidrio.

ASPECTOS GENERALES			
Capacidad de producción (Ton/día)	Diseño	Materiales	Área total requerida
Casco 2.69	Carácter modular	Casco	120 m ²
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA PLANTA			
Pasillos y recepción	Separación y limpieza	Triturado	Almacenamiento de casco para su transporte.
Zonas de tránsito y almacenamiento de vidrio para su Trituración.	Separación por colores.	Triturado de envases.	Ubicación de materias primas para su acondicionamiento.
Área: 18 m ²	Área: 48 m ²	Área: 54 m ²	Área: 54 m ² , área compartida con triturado.
	Operarios: 2	Operarios: 3	

Tabla 15. Ficha técnica de la línea de procesamiento de metales.

ASPECTOS GENERALES				
Capacidad de producción (Ton/día)	Diseño	Materiales	Área total requerida	
1.14	Carácter modular	Chatarra, aluminio, bronce, antimonio y cobre.	97.9 m ²	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA PLANTA				
Pasillos y recepción	Separación y limpieza	Embalaje y pesado	Almacenamiento de aluminio para su embalaje.	Bodega de papel y cartón y metal
Zonas de tránsito y almacenamiento de metales para su limpieza.	Limpieza del metal.	Embalaje y pesado de pacas con latas de aluminio.	Ubicación de materias primas para su acondicionamiento.	Disposición del producto terminado para su despacho
Área: 41.9 m ²	Área: 16 m ²	Área: 24 m ²	Área: 16 m ²	Área: 58 m ² , este valor no se incluye en el Área total de metales
	Operarios: 3	Operarios: 1		
ESTIMACION DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS, RECURSOS NATURALES, INSUMOS Y REPUESTOS				
Energía Eléctrica (Kwh/Ton)			Mantenimiento	
Aluminio (17.9)			Se debe realizar un mantenimiento preventivo cada 2000 horas de trabajo. Se debe controlar el nivel y la temperatura del aceite hidráulico, como los elementos de la maquina. No debe cargarse inadecuadamente el equipo ya que puede dañar el cilindro y sus empaquetaduras.	
Potencia Instalada 3.58 Kw Nivel de tensión 1				
Consumo Energía Eléctrica (Kwh/mes) 88.52				
MAQUINARIA REQUERIDA				
Compactador de 12 Toneladas			Bascula mecánica móvil, 500 Kg	
1			1	

Tabla 16. Ficha técnica de la línea de procesamiento de plásticos.

ASPECTOS GENERALES					
Capacidad Producción (Ton/día)		Diseño		Resinas plásticas	Área total requerida
Rígidos 2.16	Películas 0.8	Carácter modular		Envases rígidos y películas	702 m ²
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA PLANTA					
Pasillos y recepción	Separación y limpieza	Acondicionamiento	Almacenamiento	Bodega de plásticos	
Pasillos y almacenamiento de resinas para su limpieza	Separación por colores, tipos de resinas y eliminación de etiquetas.	Trozado, Molido, lavado, secado y aglutinado de resinas.	Almacenamiento de materias primas	Ubicación del producto terminado.	
Área: 130.5 m ²	Área: 49 m ² Operarios: 10	Área: 134.5 m ² Operarios: 7	Área: 286 m ²	Área: 102 m ²	
ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS, RECURSOS NATURALES, INSUMOS Y REPUESTOS					
Energía Eléctrica (KwH/Ton)		Agua (m ³ /ton plástico)		Mantenimiento	
Rígidos 127.09	Películas 513.25	Rígidos 2.93	Películas 7.9	- Se debe mantener en stock un (1) juego de cuchillas por tipo de molino. - <i>Molino de rígidos</i> : Las cuchillas deben afilarse aproximadamente cada 2 o 3 días. Se requerirán 8 afiladas por mes y se estima que debe comprarse un juego de cuchillas cada mes. - <i>Molino de Películas</i> : Las cuchillas deben afilarse aproximadamente cada 2 o 3 días. Se requerirán de 2 afiladas por mes aproximadamente y se estima que debe comprarse un juego de cuchillas cada 5 meses. Cada juego de cuchillas puede afilarse máximo 10 veces siempre que no presenten desportillamientos.	
Consumo Energía Eléctrica (KwH/mes)		Consumo Agua (m ³ /mes)			
7132.64		151.7			
Potencia Instalada		Insumos			
75.94 Kw. Nivel de tensión 1		Soda cáustica al 2% y detergente no espumante al 1.5%			
EQUIPOS REQUERIDOS					
Sierra Circular	Molinos	Trans. Neuma.	Lavadoras	Secadoras	Aglutinador
2	2	2	2	1	1

6.7. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La planta de procesamiento de residuos sólidos reciclables estaría conformada por once (11) zonas, distribuidas en un área total de 1.734 m². En la Figura 29 se puede apreciar un esquema general de la distribución de planta propuesta, diferenciándose cada una de las zonas que la conforman. Igualmente, en la Figura 30 se presentan las dimensiones generales de la planta.

Una descripción de las diferentes zonas que conforman la planta, incluyendo sus dimensiones y el área ocupada, se presenta en los siguientes numerales.

6.7.1. Zona de procesamiento de papel y cartón. Esta zona está distribuida en un área de 258.1 metros cuadrados, con un ancho de 14.5 metros y una longitud de 17.8 metros. En la Figura 31 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones.

6.7.2. Zona de procesamiento de vidrio. Esta zona se encuentra ubicada en un área de 120 metros cuadrados, con un ancho de 10 metros y una longitud de 12 metros. En la Figura 32 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones. De la misma manera, en la Figura 33 se presentan los compartimientos donde se rompería el vidrio.

6.7.3. Zona de procesamiento de metales. Esta zona se encuentra distribuida en un área de 97.9 metros cuadrados, con un ancho de 5.5 metros y una longitud de 17.8 metros. En la Figura 34 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones.

6.7.4. Zona de procesamiento de plásticos. Esta zona se encuentra ubicada en un área de 600 metros cuadrados, con un ancho de 30 metros y una longitud de 20 metros. En la Figura 35 se puede apreciar un plano de esta zona con sus

respectivas dimensiones. De la misma manera, en la Figura 36 se presenta un esquema de cómo estarían distribuidos los equipos que conforman esta línea.

6.7.5. Zona de recepción general y bodega de plásticos procesados. La zona de recepción general de materiales se encuentra ubicada en un área de 104 metros cuadrados aproximadamente, con un ancho de 13 metros y una longitud de 8 metros. La bodega de plásticos procesados se encuentra junto a la zona de recepción, ocupando un área aproximada de 102 metros cuadrados, con un ancho de 17 metros y una longitud de 6 metros. En la Figura 37 se puede apreciar un plano de estas dos zonas con sus respectivas dimensiones.

6.7.6. Bodegas de papel, cartón y metales procesados. Esta zona se encuentra ubicada en un área de 58 metros cuadrados, con un ancho de 10 metros y una longitud de 5.8 metros. En la Figura 38 se puede apreciar un plano de esta zona con sus respectivas dimensiones.

6.7.7. Zona de taller de manualidades, mantenimiento, baños, vestidores y oficinas. El taller de manualidades se encuentra ubicado en un área de 80 metros cuadrados, con un ancho de 8 metros y una longitud de 10 metros, el taller de mantenimiento se encuentra ubicado igualmente en un área de 80 metros cuadrados, con un ancho de 8 metros y una longitud de 10 metros, la zona de baños y vestidores ocupa un área de 55 metros cuadrados, con un ancho de 5.5 metros y una longitud de 10 metros. De la misma manera, la zona de oficinas está distribuida en un área de 65 metros cuadrados, con un ancho de 6.5 metros y una longitud de 10 metros.

En la Figura 39 se puede apreciar un plano de las cuatro zonas mencionadas anteriormente con sus respectivas dimensiones.

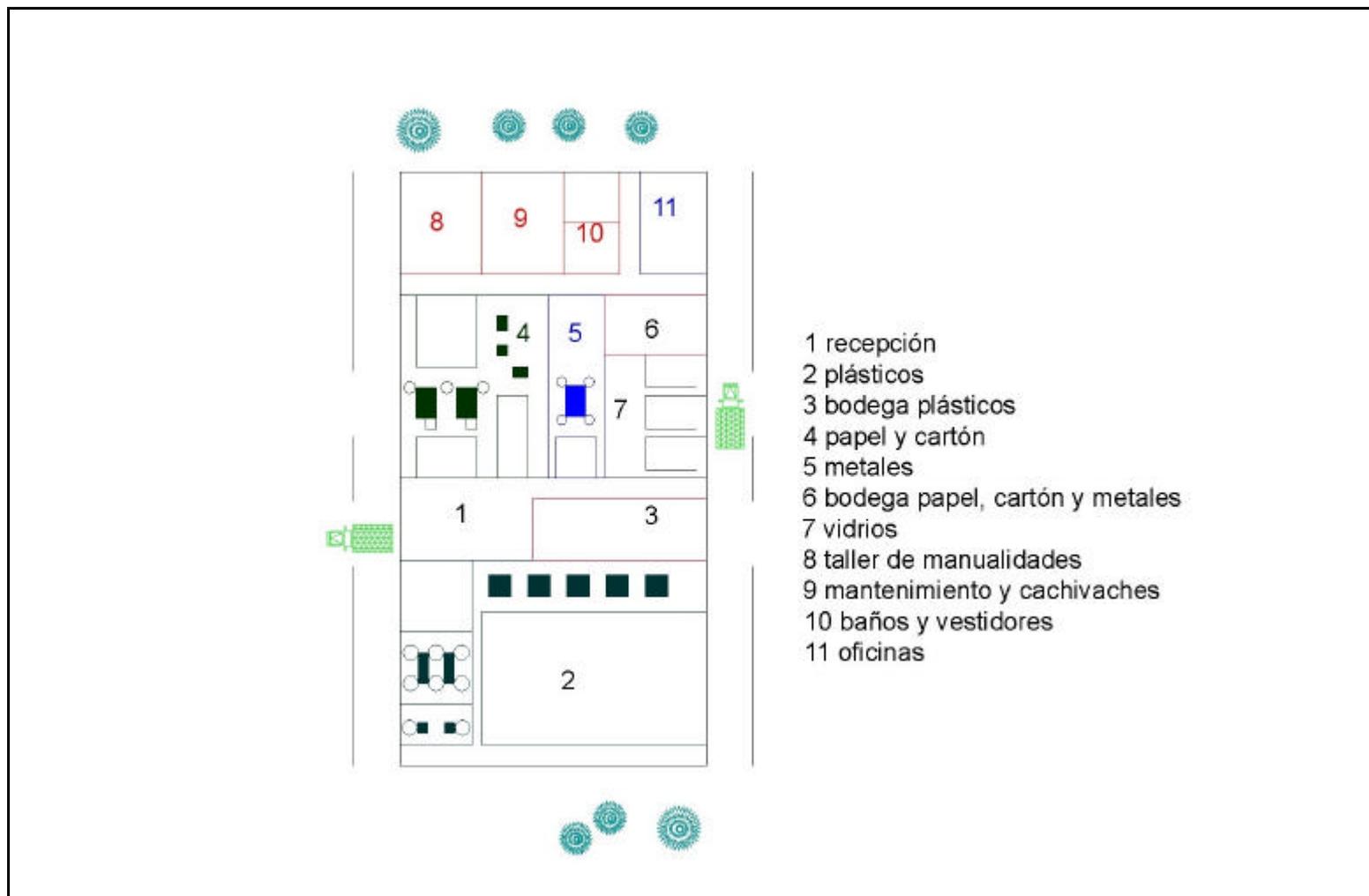
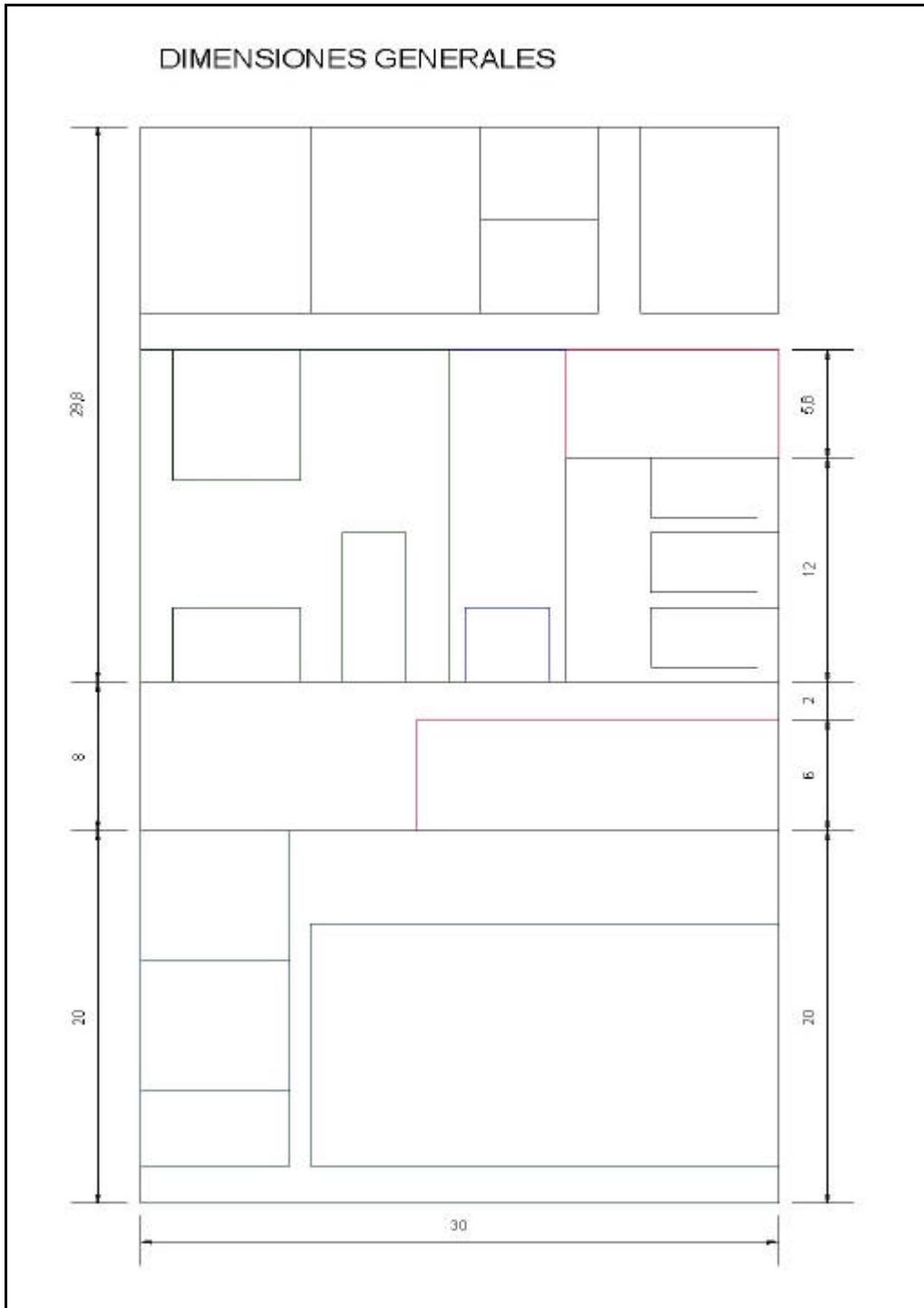
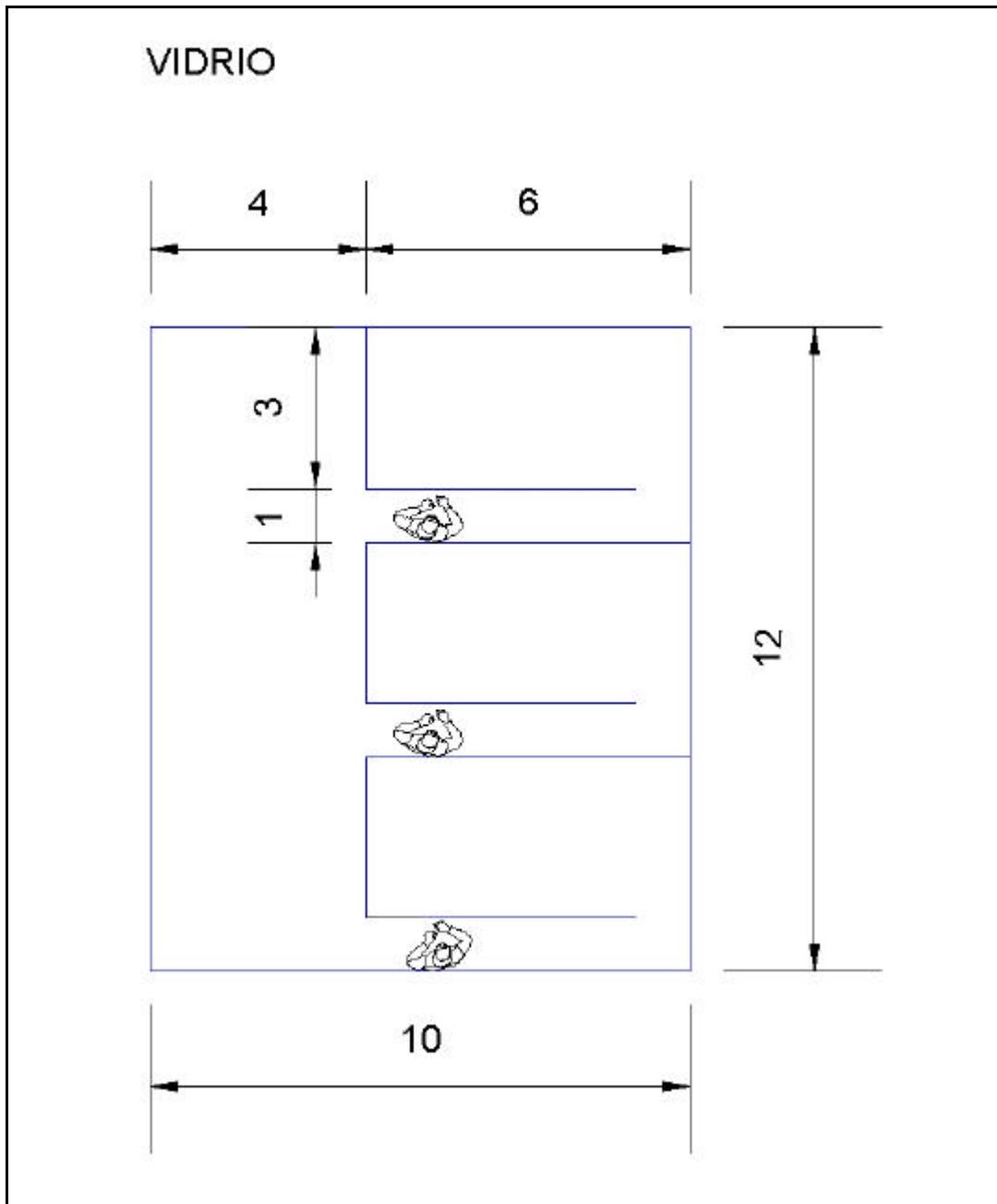


Figura 29. Esquema general de la distribución de planta.



Nota: Todas las dimensiones están expresadas en metros.

Figura 30. Dimensiones generales de la planta.



Nota: Todas las dimensiones están expresadas en metros.

Figura 32. Plano de la zona de procesamiento de vidrio.

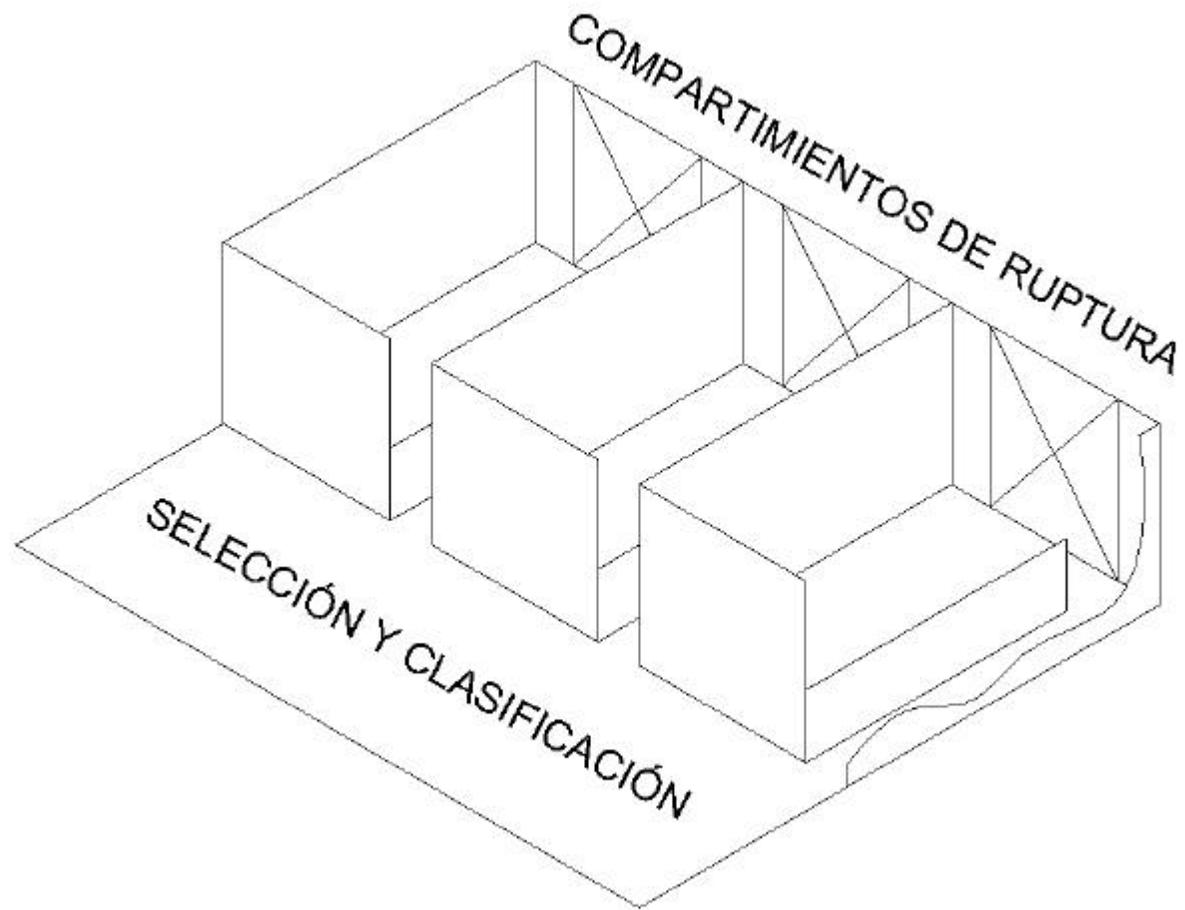
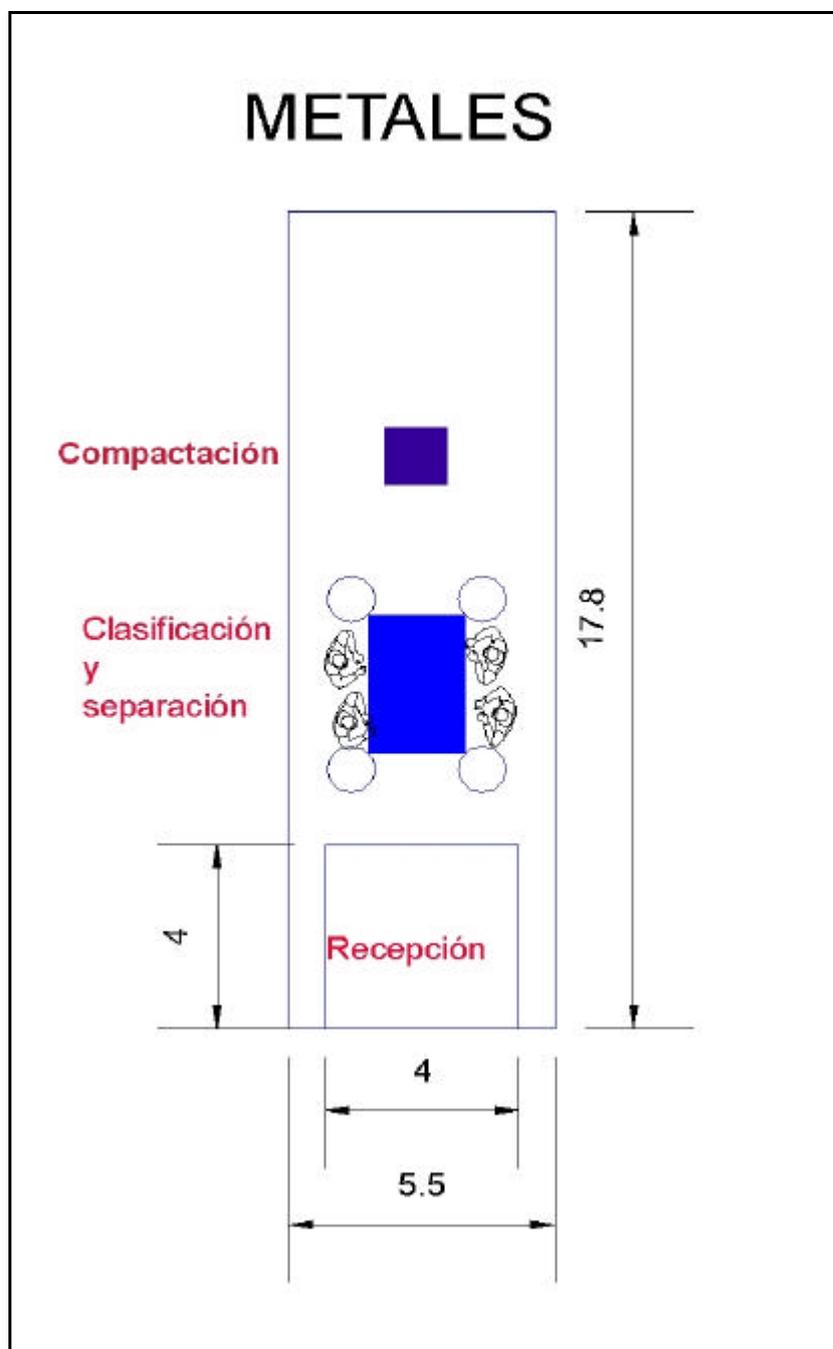
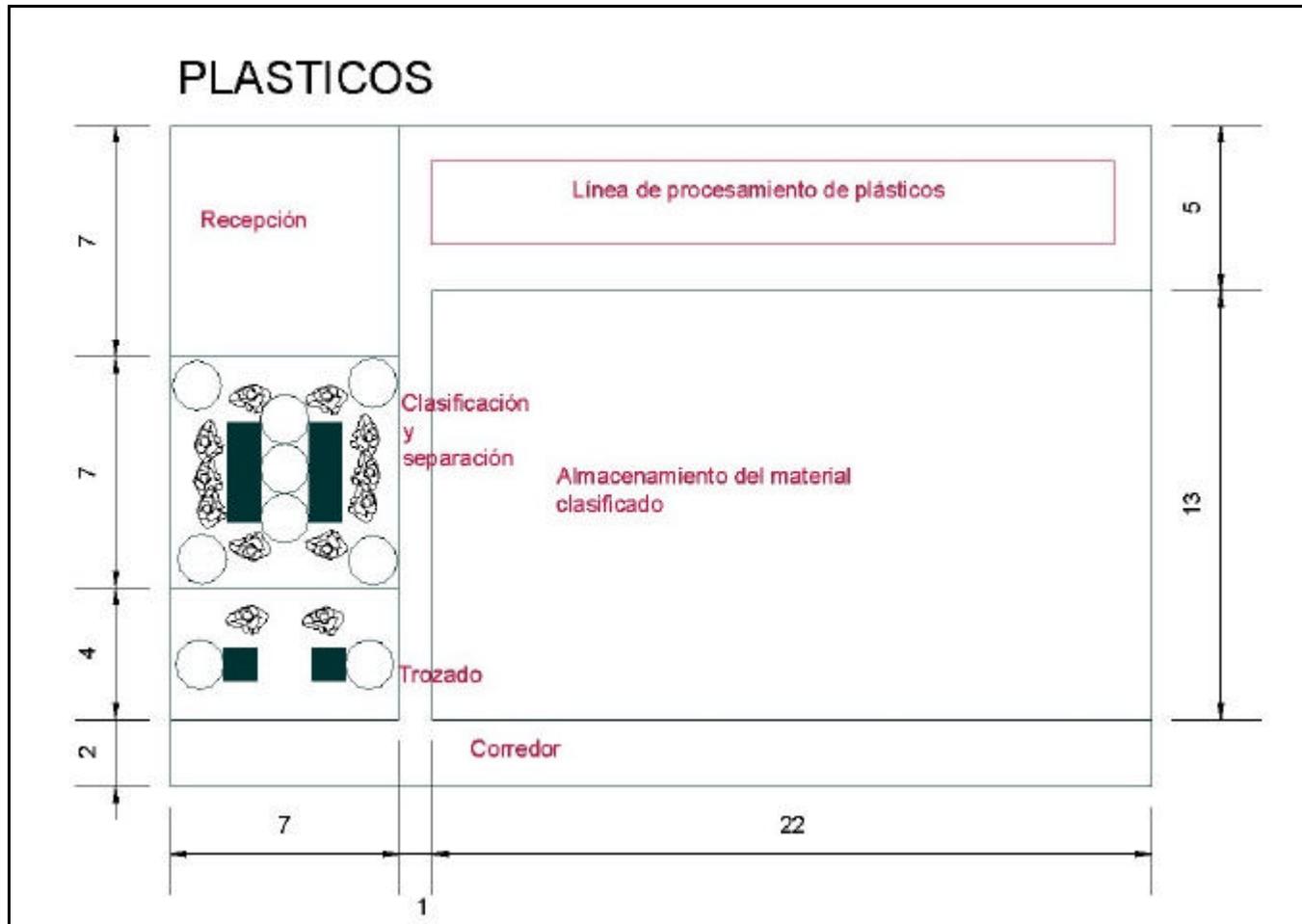


Figura 33. Esquema general de los compartimientos de ruptura de vidrio.



Nota: Todas las dimensiones están expresadas en metros.

Figura 34. Plano de la zona de procesamiento de metales.



Nota: Todas las dimensiones están expresadas en metros.

Figura 35. Plano de la zona de procesamiento de plásticos.

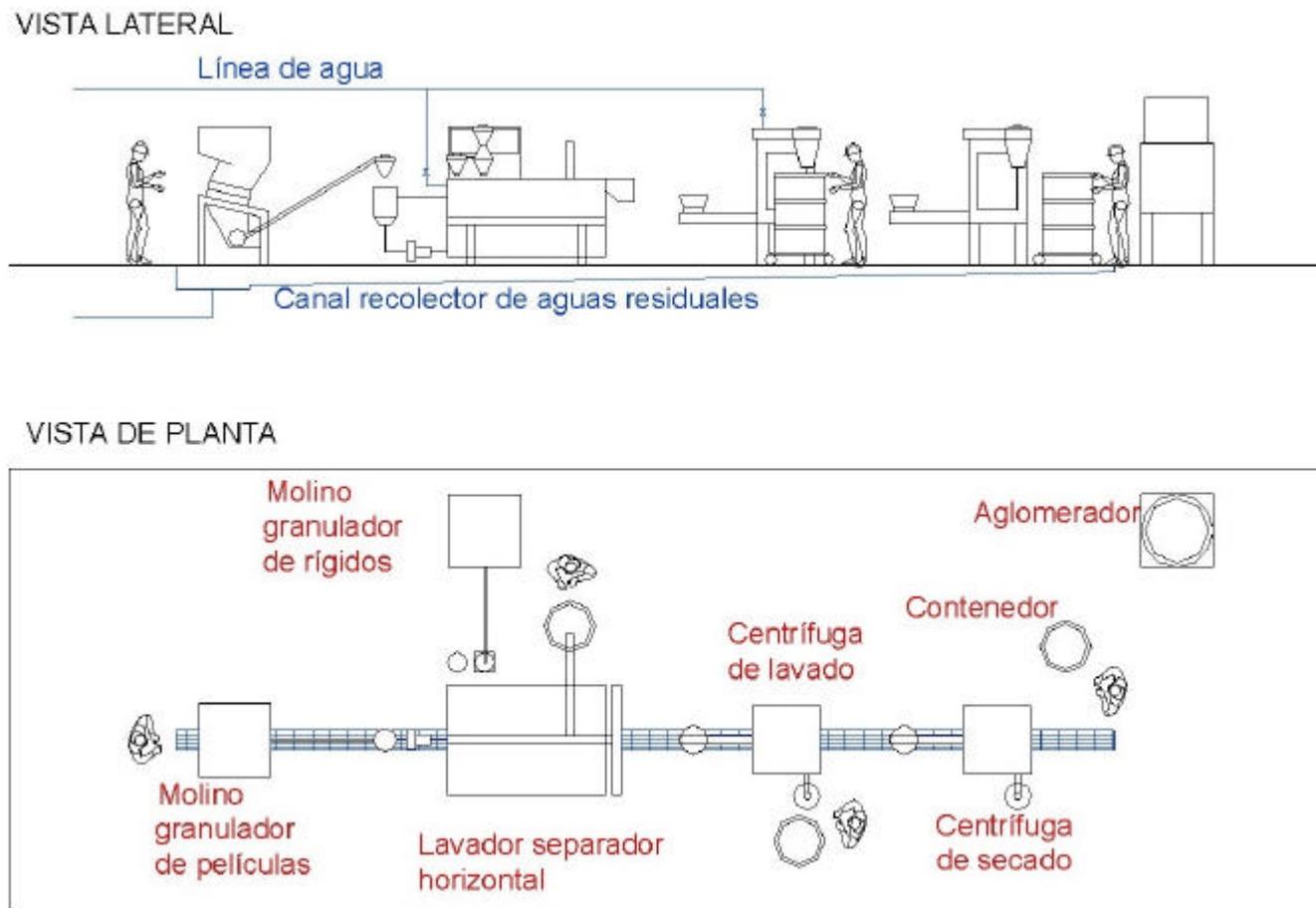
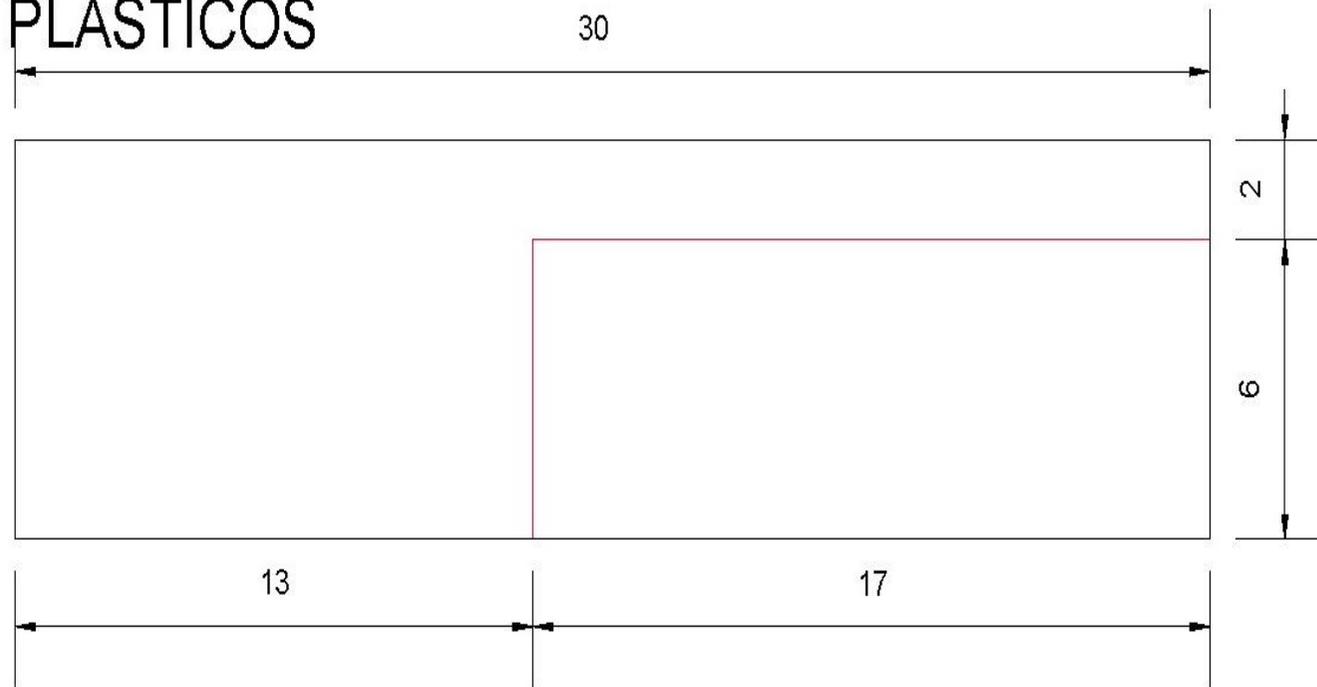


Figura 36. Distribución de equipos en la línea de procesamiento de plásticos.

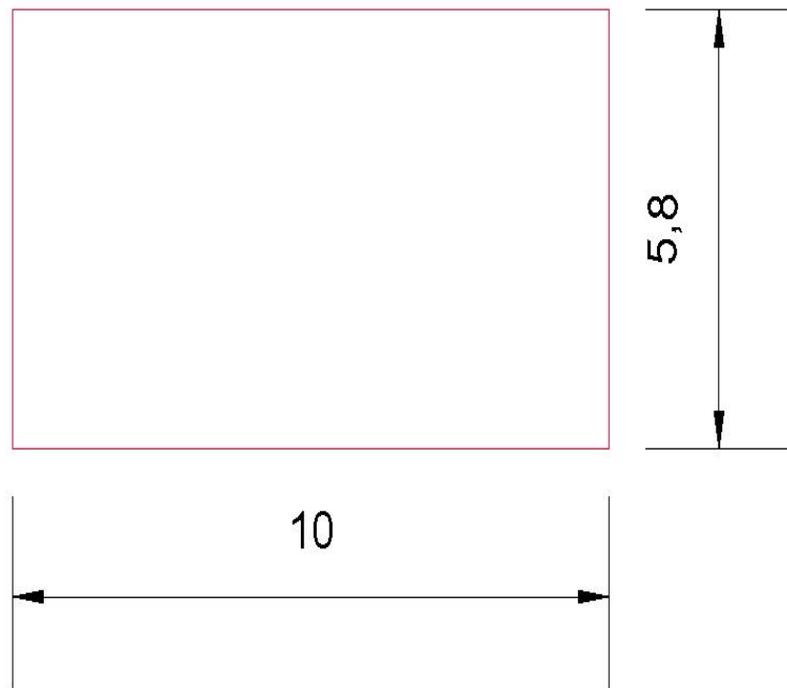
RECEPCIÓN Y BODEGA PLÁSTICOS



Nota: Todas las dimensiones están expresadas en metros.

Figura 37. Plano de la zona de recepción general y bodega de plásticos procesados.

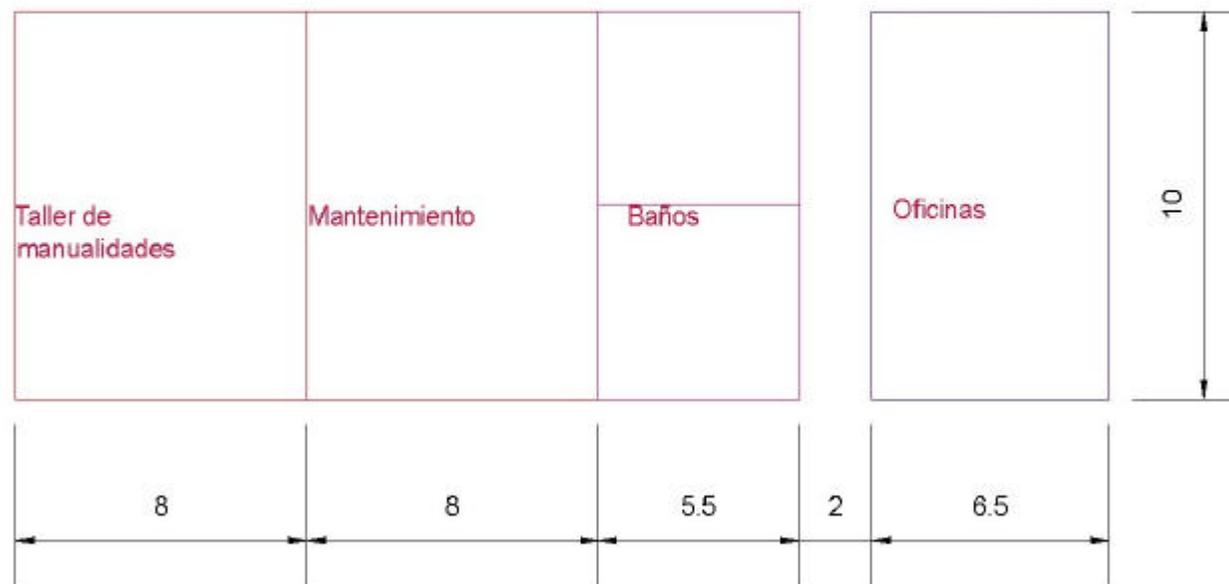
BODEGA PAPEL, CARTÓN Y METALES



Nota: Todas las dimensiones están expresadas en metros.

Figura 38. Plano de la zona de bodegas de papel, cartón y metales.

TALLERES, BAÑOS/VESTIDORES, OFICINAS



Nota: Todas las dimensiones están expresadas en metros.

Figura 39. Plano de las zonas de taller de manualidades, taller de mantenimiento, baños, vestidores y oficinas.

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y DE MERCADO Y MODELO ADMINISTRATIVO DE FUNCIONAMIENTO

7.1. ESTUDIO DE MERCADOS

La razón por la cuál intervino la variable de mercadeo en este proyecto, es por la necesidad particular del mismo; de negociaciones, de ventas, de ampliación de mercados, de mejores condiciones de comercialización de los productos actuales y los transformados en un futuro, que permita finalmente mejorar las condiciones de los recicladores de la ciudad.

El estudio de mercados proporcionó el fundamento económico y de mercado, y sirvió de base para las proyecciones de ventas y utilidades de la planta.

Se realizó una investigación de mercados que buscaba indagar las características del mercado actual y potencial de los productos sólidos reciclables de la ciudad de Bucaramanga, así como un análisis de la situación de las cooperativas y sus vías de comercialización actuales.

Los resultados de esta investigación junto con el diagnóstico preliminar de las cooperativas recicladoras de la ciudad, generaron las conclusiones y sugerencias de negociación necesarias para el buen desempeño económico de la planta.

Además se hizo necesaria la aplicación de una investigación exploratoria para conocer las inquietudes de los participantes en este proyecto en cuanto a la administración de la planta; para esto se realizaron encuestas a los gerentes de

las cooperativas; los resultados y las alternativas propuestas se encuentran a continuación.

7.1.1. Condiciones actuales de comercialización. En esta primera fase, se buscaba básicamente hacer un diagnóstico de la situación actual de comercialización de cada una de las cooperativas, para esto se entrevistaron los gerentes de las Cooperativas Recicladoras de la ciudad de Bucaramanga, con el fin de conocer con exactitud los materiales y volúmenes que trabajan, los precios manejados actualmente y las vías de comercialización utilizadas, obteniendo los siguientes resultados.

7.1.1.1. Cooperativa COOPRESER: La Tabla 17 contiene la información de las cantidades de material comercializado por la Cooperativa COOPRESER, así como las condiciones actuales de negociación (precios y compradores).

Tabla 17. Volúmenes y condiciones actuales de comercialización de los materiales recogidos por la Cooperativa COOPRESER.

Material	Cantidades (kg/Mes)	Precio (\$/Kg)	Comprador
PAPEL Y CARTON	8.145		
Archivo	2.960	150	EMPACOR
Periódico	2.003	150	EMPACOR
Cartón	1.843	80	EMPACOR
Cartulina	1.339	60	EMPACOR
PLÁSTICO	2.848		
PET	865	140	REPLASANDER
PVC	300	220	
Pasta	1.683	150	
BOLSA	812	180	MARCO SÁNCHEZ

...continuación tabla 17.

Material	Cantidades (kg/Mes)	Precio (\$/Kg)	Comprador
VIDRIO	4.136		PELDAR S.A.
Casco	4.136	98	
METAL	2.498		JOSÉ D.OLORES RODRÍGUEZ
Chatarra	1.768	50	
Aluminio	550	1.500	
Bronce	80	1.200	
Antimonio	40	400	
Cobre	60	1.800	
TOTAL	18.439		

Fuente: Cooperativa COOPRESER.

7.1.1.2. Cooperativa CODECOSAN. La Tabla 18 resume las cantidades, los precios y compradores de los principales productos reciclados manejados por CODECOSAN.

Tabla 18. Volúmenes y condiciones actuales de comercialización de los materiales recogidos por la Cooperativa CODECOSAN.

Material	Cantidades (Kg/Mes)	Precio (\$/Kg)	Comprador
PAPEL Y CARTÓN	5.523		
Archivo	1.530	237	REDDIN
Periódico	926	217	FIBRAS
Cartón	2.407	70	NACIONALES
Cartulina	660	45	

...continuación tabla 18.

Material	Cantidades (Kg/Mes)	Precio (\$/Kg)	Comprador
PLÁSTICO	865		
PET	149	100	MARCO SÁNCHEZ
PVC	145	300	REPLASANDER
Pasta	571	150	REPLASANDER
BOLSA	371	350	REPLASANDER
VIDRIO	2.273		REDDIN
Casco	2.273	50	
METAL	1.225		
Chatarra	1.124	100	REDDIN
Aluminio (Clausen)	101	1.500	
Bronce			
Antimonio			
Cobre			
TOTAL	10.257		

Fuente: Cooperativa CODECOSAN

7.1.1.3. Cooperativa BELLO RENACER. En la Tabla 19 aparecen las cantidades de cada material recuperado en la fuente por la Cooperativa Bello Renacer.

Tabla 19. Volúmenes y condiciones actuales de comercialización de los materiales recogidos por la Cooperativa BELLO RENACER.

Material	Cantidades (Kg/Mes)	Precio (\$/Kg)	Comprador
PAPEL Y CARTÓN	2.396	N.D.	N.D.
Archivo	650		
Periódico	284		
Cartón	1.212		
Cartulina	250		
PLÁSTICO	573	N.D.	N.D.
BOLSA	181	N.D.	N.D.
PET	186		
PVC	69		
Pasta	318		
VIDRIO	2.172	N.D.	N.D.
Casco	2.172		
METAL	782	N.D.	N.D.
Chatarra	516		
Aluminio (Clausen)	156		
Bronce	55		
Antimonio	50		
Cobre	5		
TOTAL	6.104		

Fuente: Cooperativa BELLO RENACER

N.D.: No Disponible

Teniendo en cuenta la información suministrada por las Cooperativas operadoras de la ruta del reciclaje, por la Empresa de Aseo de Bucaramanga y los archivos contenidos en la CDMB, a cerca de las cantidades recuperadas del relleno

sanitario se presenta a continuación la tabla de los totales acumulados de material recuperado en la ciudad de Bucaramanga

7.1.1.4. Totales acumulados. En la Tabla 20 aparecen reportados los acumulados correspondientes a las cantidades de residuos reciclables recolectados por las Cooperativas Recicladoras en la Ciudad de Bucaramanga.

**Tabla 20. Cantidades totales recogidas por las cooperativas recicladoras.
(CODECOSAN, COOPRESER y BELLO RENACER)**

TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD RECOGIDA EN LA FUENTE (Kg/Mes)	%	CANTIDAD RECOGIDA EN EL CARRASCO (Kg/Mes)	CANTIDAD TOTAL (Kg/Mes)
PAPEL y CARTÓN	16.064	100	62.000	78.064
Cartón	5.462	34	21.080	26.542
Archivo	5.140	32	19.840	24.980
Cartulina	2.249	14	8.680	10.929
Periódico	3.213	20	12.400	15.613
BOLSA PLÁSTICOS	1.364	100	17.550	18.914
Pasta Gruesa	4.286	100	47.450	51.736
PET·	2.572	60	29.893	32.465
PVC	1.200	28	9.965	11.165
	514	12	7.592	8.106
VIDRIO				
Casco	8.581	100	56.000	64.581

...continuación tabla 20.

TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD RECOGIDA EN LA FUENTE (Kg/Mes)	%	CANTIDAD RECOGIDA EN EL CARRASCO (Kg/Mes)	CANTIDAD TOTAL (Kg/Mes)
METALES	4.485	100	23.000	27.485
Chatarra	3.408	76	17.480	20.888
Aluminio	807	18	4.140	4.947
Bronce	135	3	690	825
Antimonio	90	2	460	550
Cobre	45	1	230	275

Fuente: Cooperativas Recicladoras

7.1.2. Sondeo de mercados. En esta fase se buscaba conocer las condiciones y características del mercado actual y potencial de los productos reciclables de Bucaramanga y su Área Metropolitana para saber sus características, sus necesidades y el modo de satisfacerlas, las condiciones de negociación, sus actuales proveedores y los productos reciclados comercializados entre otros. Además, el estudio busca asegurar las ventas de todo el material y los productos transformados en un futuro por la planta, para esto se realizaron encuestas a las principales empresas transformadoras de plástico recuperado del país.

Para cumplir con el objetivo planteado se diseñó y se aplicó la siguiente encuesta. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente numeral. Igualmente, en el se pueden observar las encuestas diligenciadas por las diferentes empresas encuestadas.

Con el fin de conocer la viabilidad económica y de mercado para el montaje de una planta de tratamiento y transformación de los residuos sólidos reciclables en la ciudad de Bucaramanga, le solicitamos atentamente el diligenciamiento del siguiente cuestionario. De su colaboración dependerá en gran parte el éxito de los resultados.

Datos Generales

Razón Social:	_____
Representante Legal:	_____
Dirección:	_____
Teléfono / Fax:	_____
E-mail:	_____

1. El material transformado por su empresa es de origen:

- ?? Industrial _____
- ?? Comercial _____
- ?? Residencial _____

2. Canales de Comercialización para el plástico, cantidades y precios manejados regularmente.

Material	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo						Fin de la transformación
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A	
PET															

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

Material	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo						Fin de la transformación	
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A		
PEAD																

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

Material	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo						Fin de la transformación	
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A		
PVC																

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

Material	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo						Fin de la transformación	
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A		
PEBD																

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

Material	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo						Fin de la transformación	
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A		
PP																

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

Material	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo						Fin de la transformación	
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A		
PS																

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

Material	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo						Fin de la transformación	
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A		
OTROS																

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

¿ Se encuentra satisfecho con los proveedores, precios y calidad de las resinas manejadas actualmente? SI _____ NO _____

PORQUÉ _____

3. ¿Trabaja actualmente con proveedores de material reciclado de otras ciudades?

SI _____ NO _____

4. En las negociaciones con otras ciudades que cantidades mensuales mínimas se manejan por resina?

MATERILAL	CIUDAD	CANTIDAD MES
PET		
PEAD		
PVC		
PEBD		
PP		
PS		
OTROS		

5. ¿Cuáles son las condiciones mínimas de recepción del material?

6. Cómo se maneja el valor del transporte (fletes) en las negociaciones con otras ciudades.

- ?? Asumido por el comprador
- ?? Asumido por el vendedor
- ?? Dividido entre las partes
- ?? Otra. Cuál? _____

7. Actualmente, su empresa cubre su capacidad transformadora total? o de tener más material podría transformarlo. _____

8. De montarse la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Bucaramanga, estaría dispuesto a relacionarse comercialmente con ella?

SI _____ NO _____

7.1.2.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

1. En cuanto al origen del material transformado por cada empresa encuestada, se tuvo la siguiente información:

- ?? Industrial: 9
- ?? Comercial: 2
- ?? Residencial: 7

Como se observa en la Figura 40, el origen del material transformado por las empresas encuestadas es de origen industrial en un 50%, residencial en un 39% y comercial en un 11%; cabe recordar que el material a transformar en Bucaramanga por la planta es en su mayoría residencial, proveniente de la ruta del reciclaje.

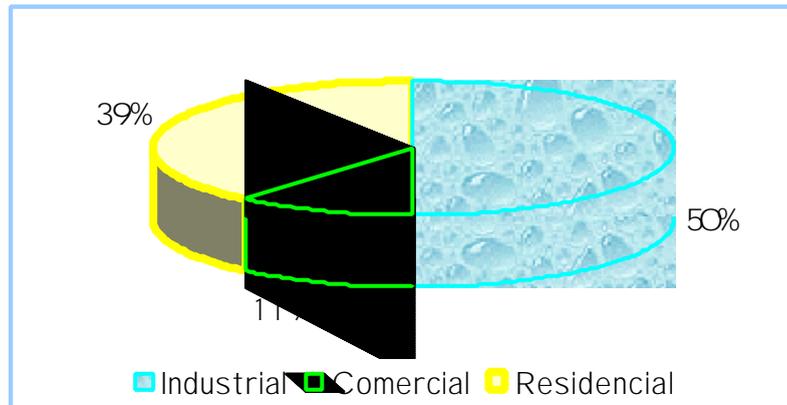


Figura 40. Origen del material transformado.

2. En relación con los canales de comercialización para el plástico, cantidades y precios manejados regularmente, se tiene:

Resina	Oferente		Cantidad Mes		Estado del material que compra					Precio de compra por kilogramo (\$)						Fin de la transformación	
					E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T		A
PET	Industria	4	Menos de 1 Ton.	8	18	15	9	2	1	4	150	1200	200	2800	230	450	Insumo para nuevos productos (Molido)
	Rec. Ind.	6	De 1 a 3 Ton.	5													
	Coop. Rec	8	Mas de 3 Ton.	5													

E: entero M: molido Tr: Trozado P: peletizado T: torta A: aglutinado

En la Figura 40 se observa que la mayor parte del material transformado proviene de la industria, sin embargo, la Figura 41 refleja que la industria solo ofrece el 22% del material a las empresas transformadoras. El principal proveedor de PET recuperado es la Cooperativa Recicladora con un 45%, seguido de los recicladores independientes con el 33%.

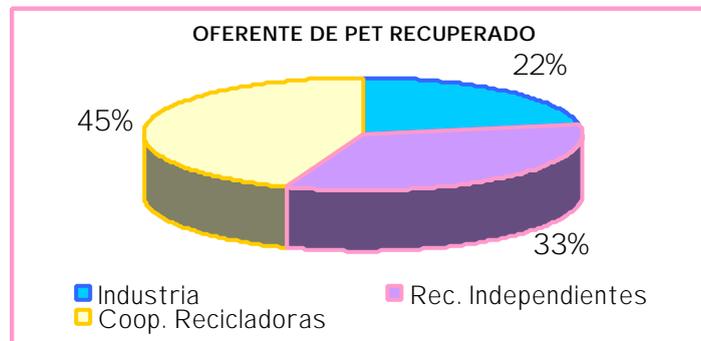


Figura 41. Oferentes PET recuperado.

La Figura 42 indica que un 44% de las empresas transformadoras trabajan menos de 1 Tonelada de PET recuperado, un 28% de las empresas transforman entre 1 y 3 toneladas y solo un 28 % transforma más de 3 toneladas de PET recuperado al mes.

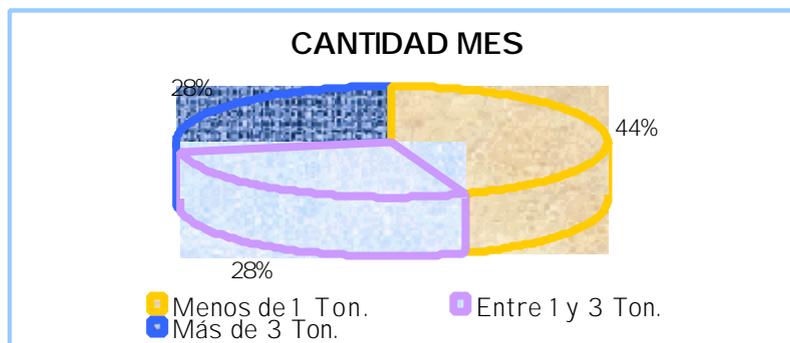


Figura 42. Cantidades de PET recuperado comercializado por las empresas transformadoras.

El 37% de las empresas transformadoras reciben el PET reciclado entero, un 31% lo compra molido para realizar el resto de la transformación, un 18% trozado, un 2% en torta, un 8 % aglutinado, y un 4% peletizado para terminar de transformarlo o comercializarlo, como se indica en la Figura 43.

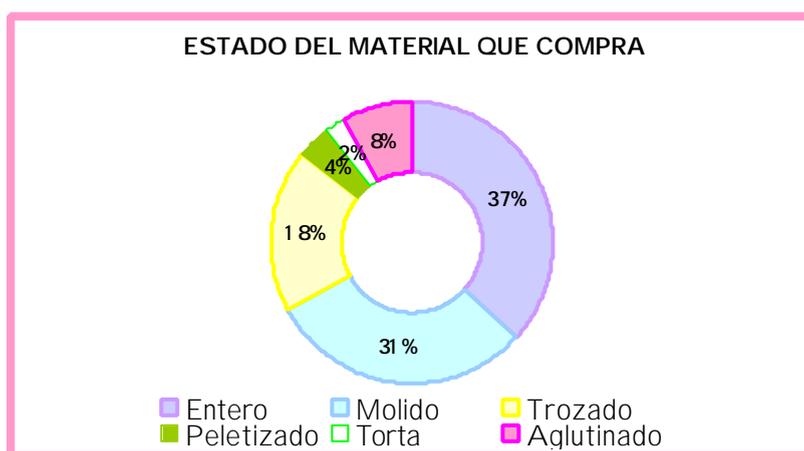


Figura 43. Estado del PET comprado por las empresas transformadoras.

La Figura 44 indica el precio promedio manejado por las empresas transformadoras para comprar el kilogramo de PET recuperado.

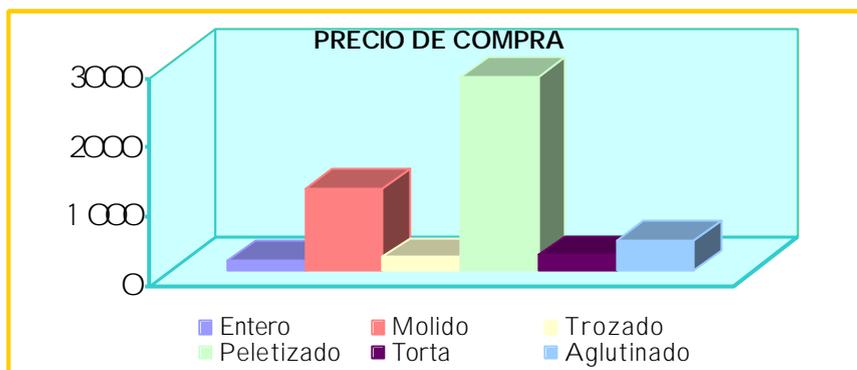


Figura 44. Precio promedio de compra por kilogramo de PET recuperado.

Resina	Ofereinte	Cantidad	Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo (\$)						Fin de la transformación	
				E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A		
PVC	Industria	4	Menos de 1 Ton.	5	18	18	10	5	3	8	100	1000	200	2300	200	400	Insumo para nuevos productos
	Rec. Ind.	5	De 1 a 3 Ton.	7													
	Coop. Rec	9	Mas de 3 Ton.	6													

El principal proveedor de PVC recuperado es la Cooperativa Recicladora con un 50%, seguido de los recicladores independientes con el 28%. La Industria aporta directamente un 22% del total de PVC transformado, como se aprecia en la Figura 45.

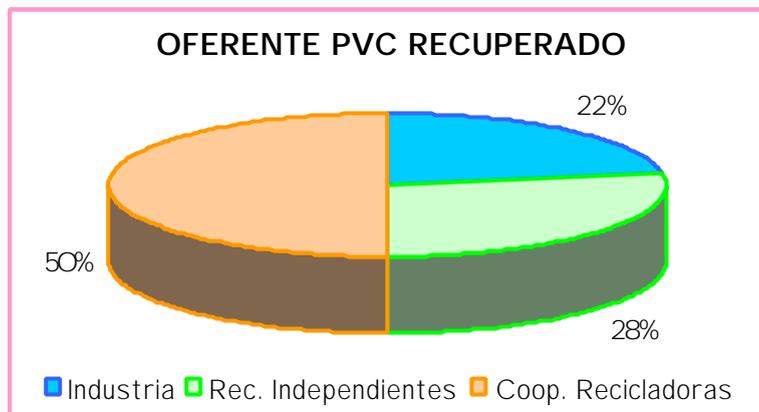


Figura 45. Oferentes PVC recuperado.

En la Figura 46 se observa que un 39% de las empresas transformadoras trabajan menos de 1 Tonelada de PVC recuperado, un 33% de las empresas transforman entre 1 y 3 toneladas al mes y solo un 28 % transforma más de 3 toneladas de PVC recuperado al mes.

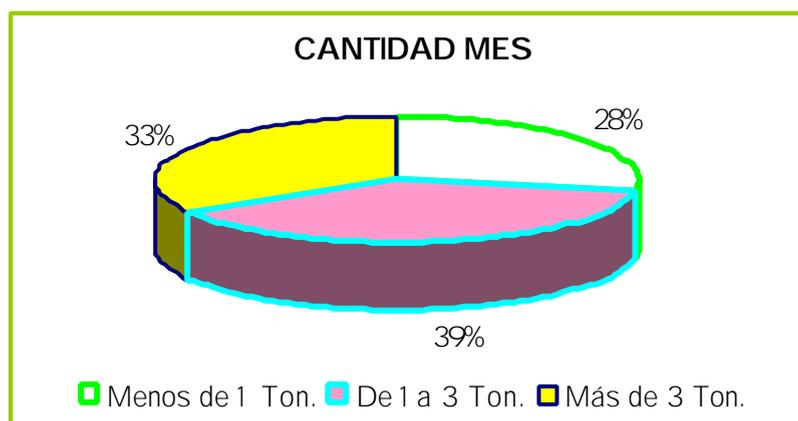


Figura 46. Cantidades de PVC recuperado comercializado por las empresas transformadoras.

Un 29% de las empresas transformadoras reciben el PVC reciclado entero, y molido para realizar el resto de la transformación, un 16% trozado, un 5% en torta, un 13% aglutinado, y un 8% peletizado para terminar de transformarlo o comercializarlo, como se refleja en la Figura 47.

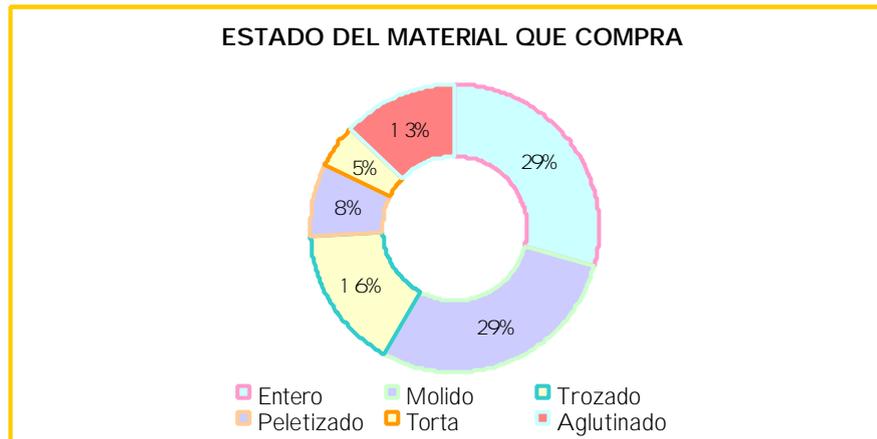


Figura 47. Estado del PVC comprado por las empresas transformadoras.

La Figura 48 indica el precio promedio manejado por las empresas transformadoras para la compra del kilogramo de PVC recuperado.

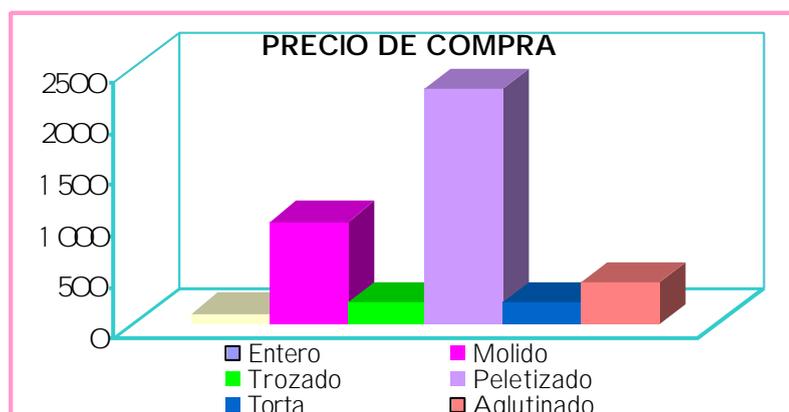


Figura 48. Precio promedio de compra por kilogramo de PVC recuperado.

Resina	Oferente	Cantidad Mes	Estado del material que compra							Precio de compra por kilogramo (\$)					Fin de la transformación
			E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A	
PEAD	Industria 2	Menos de 1 Ton.	4	15	15	7	2	1	0	150	900	170	2120	190	Insumo para nuevos productos
	Rec. Ind. 7	De 1 a 3 Ton.	6												
	Coop. Rec. 9	Mas de 3 Ton.	8												

En la Figura 49, se observa que el principal proveedor de PEAD recuperado es la Cooperativa Recicladora con un 50%, seguido de los recicladores independientes con el 39%. La Industria aporta directamente un 11% del total de PEAD transformado.

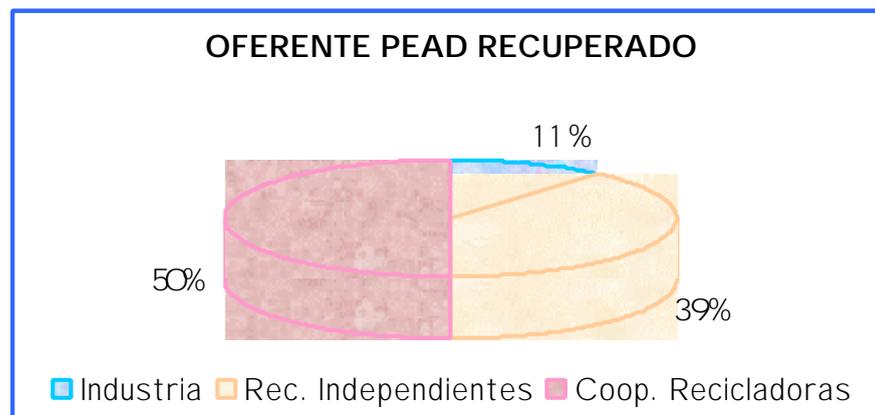


Figura 49. Oferente PEAD recuperado.

En la Figura 50, se observa que un 45% de las empresas transformadoras trabajan menos de 1 Tonelada de PEAD recuperado, un 33% de las empresas transforman entre 1 y 3 toneladas mes y un 22% transforma más de 3 toneladas de PEAD recuperado al mes.

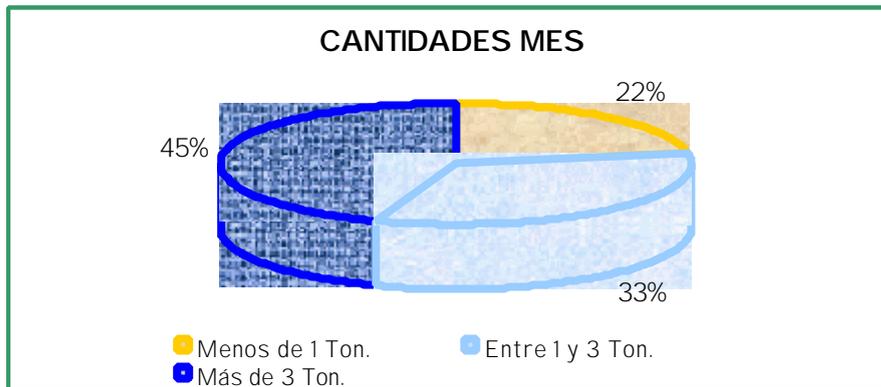


Figura 50. Cantidades de PEAD recuperado comercializado por las empresas transformadoras.

Un 27% de las empresas transformadoras reciben el PEAD reciclado entero, y molido para realizar el resto de la transformación, un 18% trozado, un 5% en torta, un 14% aglutinado, y un 9% peletizado para terminar de transformarlo o comercializarlo, como se muestra en la Figura 51.

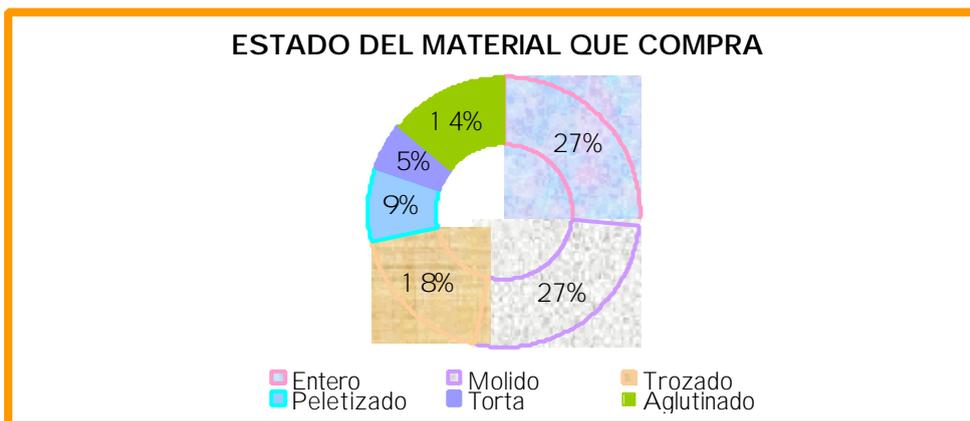


Figura 51. Estado del PEAD comprado por las empresas transformadoras.

La Figura 52 indica el precio promedio manejado por las empresas transformadoras para la compra del kilogramo de PEAD recuperado.

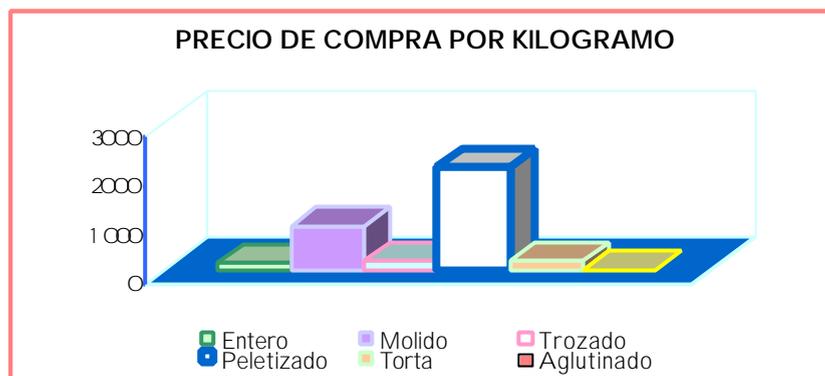


Figura 52. Precio promedio de compra por kilogramo de PEAD recuperado.

Resina	Oferente	Cantidad	Mes	Estado del material que compra						Precio de compra por kilogramo (\$)					Fin de la transformación	
				E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T		A
PEBD	Industria	1	Menos de 1 Ton.	3	8	10	0	2	0	0	150	1100	200	2000		Insumo para nuevos productos (Molido)
	Rec. Ind.	7	De 1 a 3 Ton.	2												
	Coop Rec.	3	Mas 3 Ton.	5												

Los principales proveedores de PEBD recuperado son los recicladores independientes con un 64%, le siguen las Cooperativas Recicladoras con un 27%. La Industria aporta directamente un 9% del total de PEBD transformado, como se indica en la Figura 53.

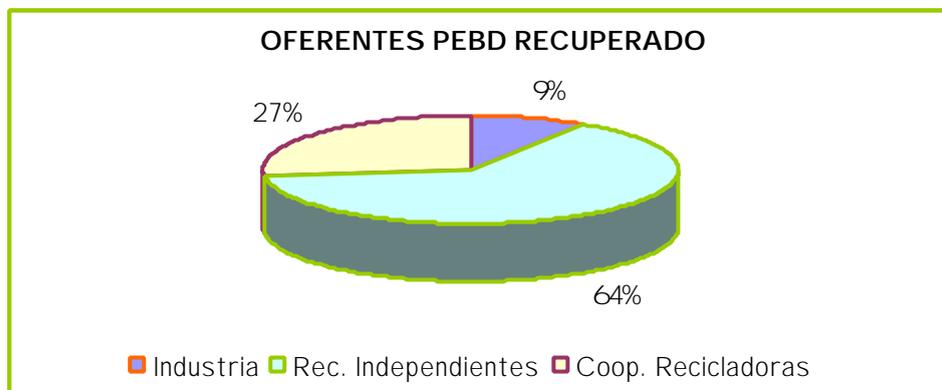


Figura 53. Oferentes PEBD recuperado.

En la Figura 54 se observa que un 30% de las empresas transformadoras trabajan menos de 1 Tonelada de PEBD recuperado, un 20% de las empresas transforman entre 1 y 3 toneladas mes y un 50% transforma más de 3 toneladas de PEBD recuperado al mes, debido a la alta oferta de esta resina.

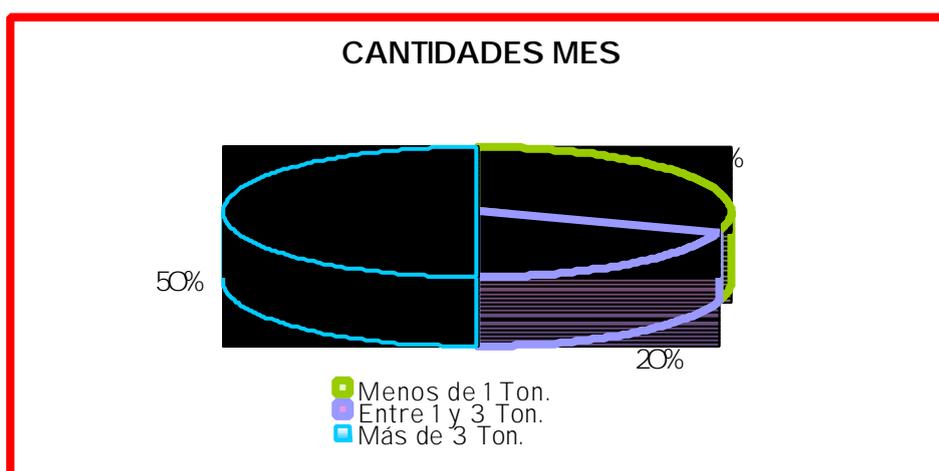


Figura 54. Cantidades de PEBD recuperado comercializado por las empresas transformadoras.

La Figura 55 muestra que un 40% de las empresas transformadoras reciben el PEBD reciclado entero, molido un 50% para realizar el resto de la transformación y un 10% peletizado para terminar de transformarlo o comercializarlo.



Figura 55. Estado del PEBD comprado por las empresas transformadoras.

La Figura 56 indica el precio promedio manejado por las empresas transformadoras para comprar el kilogramo de PEBD recuperado.

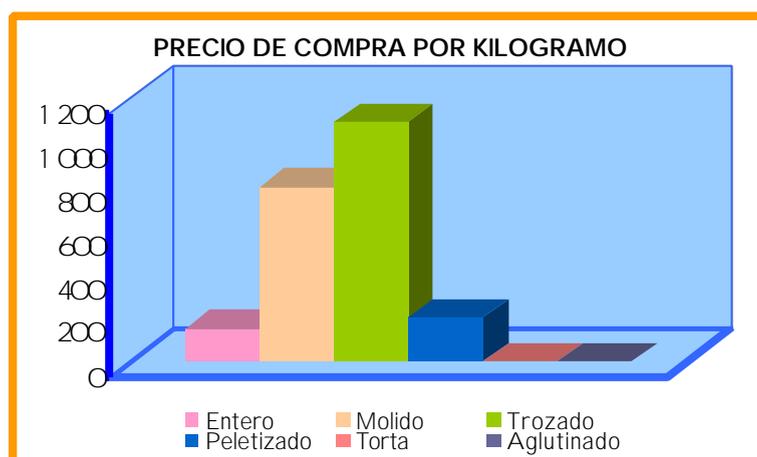


Figura 56. Precio promedio de compra por kilogramo de PEBD recuperado.

Resina	Oferente	Cantidad Mes		Estado del material Que compra						Precio de compra por kilogramo (\$)						Fin de la transformación
				E	M	Tr	P	T	A	E	M	Tr	P	T	A	
PP	Industria	7	Menos de 1 Ton.	8	12	5	2	4	1	0	170	800	100	1600	400	Insumo para nuevos productos (Molido)
	Rec. Ind.	9	De 1 a 3 Ton.	6												
	Coop.Rec.	2	Mas de 3 Ton.	4												

Los principales proveedores de PP recuperado son los recicladores independientes con un 50%, le siguen las Cooperativas Recicladoras con un 39%. La Industria aporta directamente un 11% del total de PP transformado, como se observa en la Figura 57.

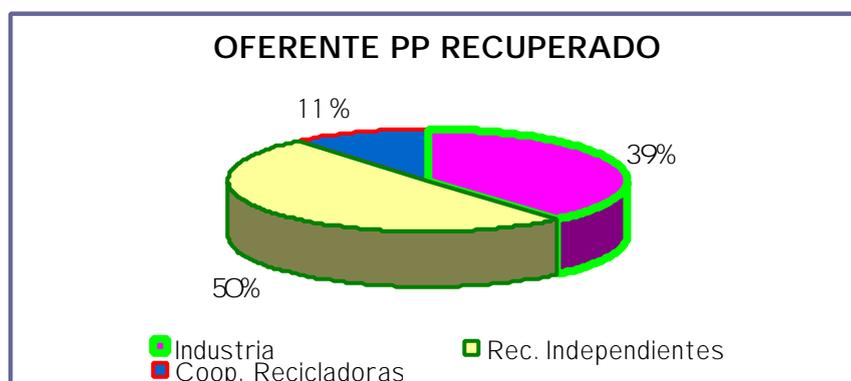


Figura 57. Oferente PP recuperado.

En la Figura 58 se observa que un 45% de las empresas transformadoras trabajan menos de 1 Tonelada de PP recuperado, un 33% de las empresas transforman entre 1 y 3 toneladas mes y un 22% transforma más de 3 toneladas de PP recuperado al mes.

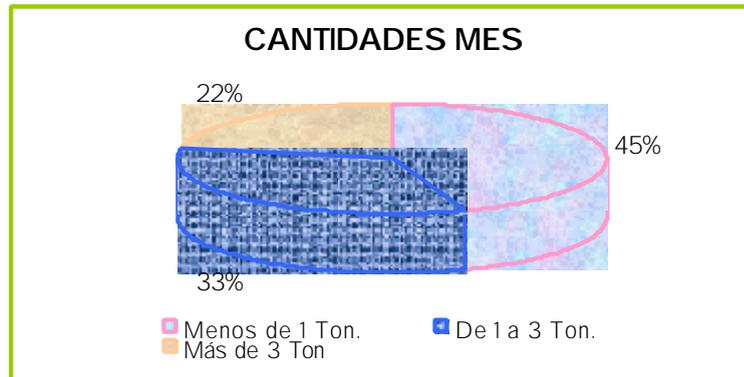


Figura 58. Cantidades de PP recuperado comercializado por las empresas transformadoras.

Un 50% de las empresas transformadoras reciben el PP reciclado entero, molido un 21% para realizar el resto de la transformación, un 17% peletizado para terminar de transformarlo o comercializarlo, Trozado un 8%, y en torta un 4%, como se indica en la Figura 59.

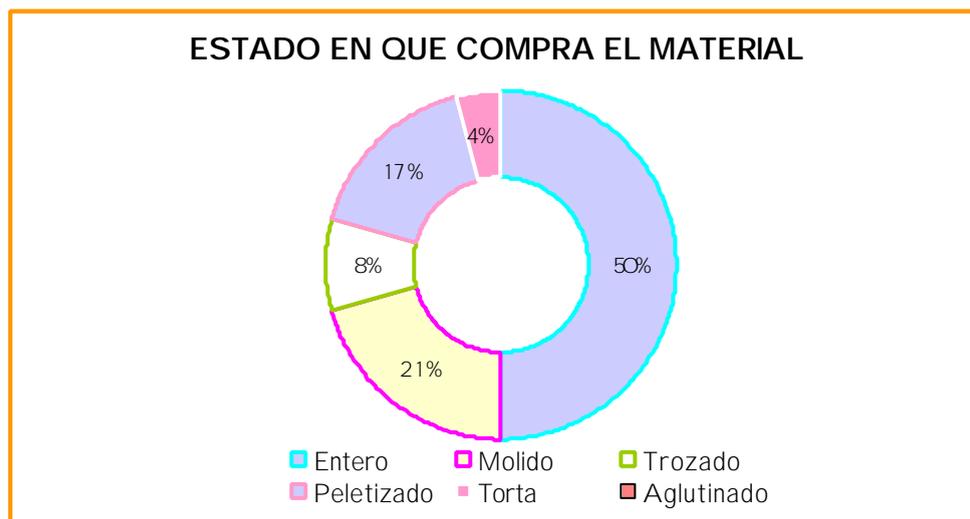


Figura 59. Estado del PP comprado por las empresas transformadoras.

La Figura 60 refleja el precio promedio manejado por las empresas transformadoras para la compra del kilogramo de PP recuperado.

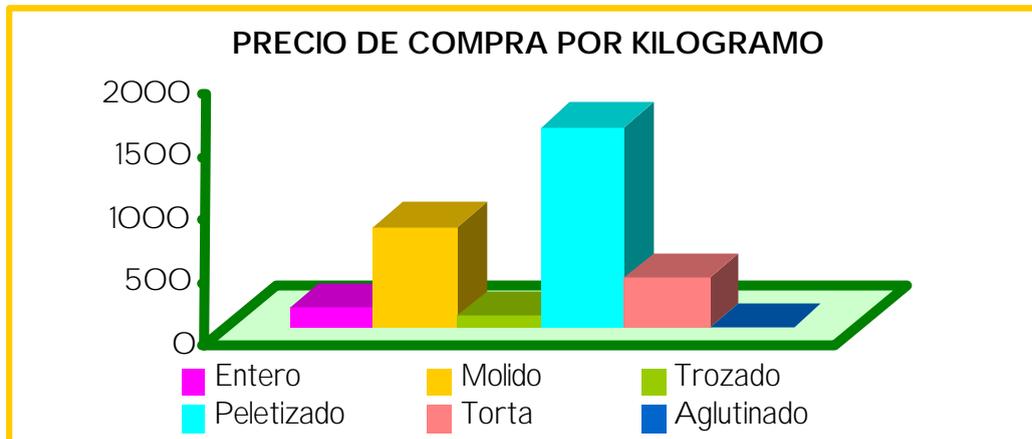


Figura 60. Precio promedio de compra por kilogramo de PP recuperado.

3. Las empresas encuestadas respondieron de la siguiente forma a la pregunta: Trabaja actualmente con proveedores de material reciclado de otras ciudades? (Ver figura 60).

SI 8 NO 10

En Figura 61 se observa que un 44% de las empresas encuestadas tienen actualmente comercialización de materiales con otras ciudades. Cabe aclarar que una buena parte del 56% restante manifestó su interés por iniciar este tipo de negociaciones.

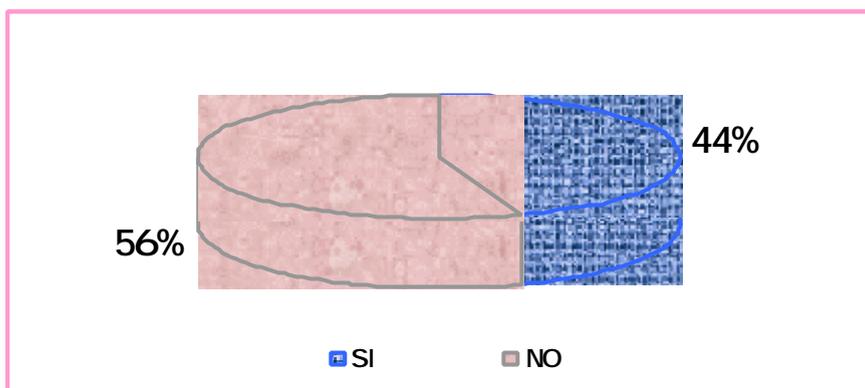


Figura 61. Comercialización con otras ciudades.

4. En cuanto a las cantidades mensuales mínimas manejadas por resina, en las negociaciones con otras ciudades se encontró lo siguiente:

MATERIAL	CIUDAD	CANTIDAD (Ton/Mes)
PET	Armenia / Bello / Barbosa	4
PEAD	Cúcuta / Bucaramanga / Ibagué	2
PVC	Manizales	6
PEBD	Cúcuta	1

5. Las condiciones mínimas de recepción del material para las empresas encuestadas responden a:

- a. Limpio 8
- b. Libre de Contaminación 8
- c. Si se trata de material sin transformar, sin tapas, ni residuos metálicos 6

Cada una de las características mencionadas tienen igual importancia, sin embargo las predominantes son la limpieza y descontaminación, según se refleja en la Figura 62.



Figura 62. Condiciones mínimas de recepción del material.

6. La forma de manejar el valor del transporte (fletes) en las negociaciones con otras ciudades, se resume a continuación:

- a. Asumido por el comprador 4
- b. Asumido por el vendedor 1
- c. Dividido entre las partes 3

Como se observa en la Figura 63, el 49% de las empresas que mantienen negociaciones con proveedores de otras ciudades descuentan el flete al vendedor del material, el 38% de estas empresas dividen el valor entre las partes, y el 13% restante paga el valor del flete.

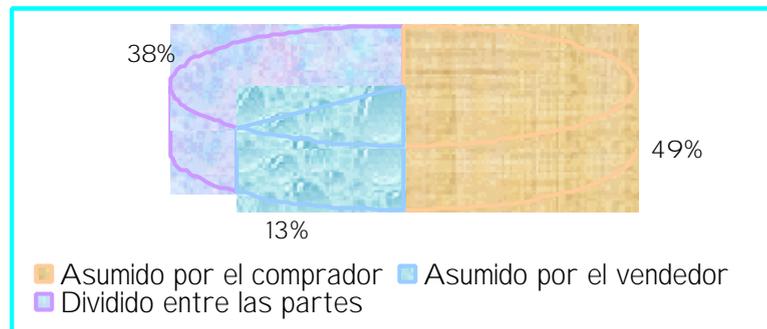


Figura 63. Manejo de los fletes en las negociaciones con otras ciudades.

7. En relación con la capacidad transformadora de las empresas encuestadas se encontró la siguiente situación:

- a. Podría comprar mucho más material. 14
- b. Hay más material del que puedo transformar 4

Un 78% de las empresas encuestadas están en capacidad de transformar mucho más material del que tienen en este momento, el 22% restante cubre su capacidad productiva con el material manejado actualmente, según se observa en la Figura 64.

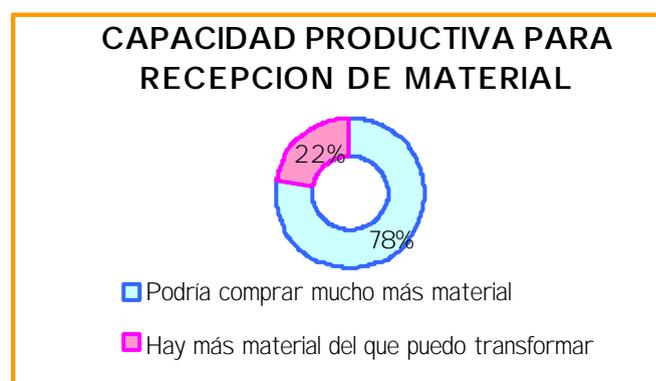


Figura 64. Cubrimiento de la capacidad transformadora de cada empresa.

8. De montarse la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Bucaramanga, estaría dispuesto a relacionarse comercialmente con ella?. Las empresas encuestadas respondieron de la siguiente manera:

a. SI 17 b. NO 1

En la Figura 65 se observa que el 94% de las empresas manifestaron su interés y disponibilidad de comprar la totalidad del material transformado producido por la planta de tratamiento y transformación de residuos sólido de Bucaramanga. El 6% restante no cuenta con la capacidad para comercializar con otras ciudades.

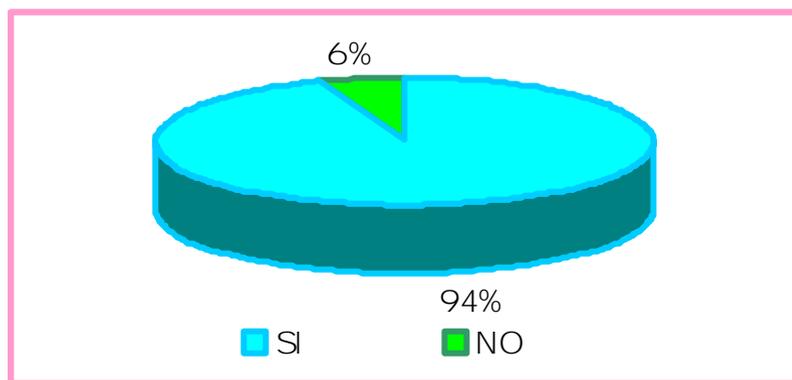


Figura 65. Disponibilidad de comercialización con la planta de tratamiento de residuos sólidos reciclables de Bucaramanga.

7.1.2.2. Conclusiones del Estudio de Mercado

Los materiales plásticos transformados por las empresas encuestadas son post-consumo en un 40%, es decir del tipo de material recuperado por los recicladores en Bucaramanga y que transformará la planta.

Las cantidades totales de resinas plásticas no son relevantes, estas empresas comercializan cualquier cantidad de material desde un kilogramo, hasta 5 toneladas.

Las condiciones mínimas de recepción de las resinas son limpieza, descontaminación y que el material se encuentre libre de tapas y residuos metálicos.

Las empresas transformadoras de resinas plásticas en su mayoría, reciben el material en cualquier estado, desde entero o trozado para transformarlo completamente, hasta molido, aglutinado o peletizado como materia prima de nuevos productos o para comercialización directa.

Un 44% de los encuestados tienen comercialización de material reciclado con otras ciudades, sin embargo las empresas restantes manifestaron gran interés en adquirir material de otras plazas.

El precio promedio de compra de resinas plásticas molidas es de \$1.100 pesos el kilogramo.

Un 94% de los entrevistados, es decir la totalidad menos uno, manifestaron interés en comprar la totalidad del material de la planta transformadora de residuos sólidos de Bucaramanga, en las condiciones por ellos actualmente manejadas.

La empresa APROPLAST Ltda. de la ciudad de Santa fe de Bogotá por medio de su representante, manifestó su interés en el desarrollo y crecimiento de la Planta de Reciclaje en Bucaramanga y ofreció la realización de una alianza estratégica de por lo menos 4 años con su empresa, para que a cambio de capacitación y el préstamo de alguna maquinaria, la planta de reciclaje le venda la totalidad del plástico transformado.

7.1.2.3. Recomendaciones del Estudio de Mercado

“ El proceso de transformación de las resinas plásticas, debe llegar hasta la etapa de molido, por lo menos en los primeros años de funcionamiento de la planta, puesto que la inversión en equipos no será tan elevada y este es un producto atractivo al mercado. Sin embargo, se debe tener en cuenta en el mediano plazo, implementar el peletizado, puesto que aunque la inversión es alta, el valor del producto en forma de pellet genera mayores utilidades, además de contar con un excelente mercado en el ámbito regional y nacional.

“ La comercialización del material transformado por la planta debe realizarse preferiblemente con las empresas de la ciudad de Santa Fe de Bogotá, debido a su gran experiencia en el manejo de los plásticos y las capacidades de transformación y comercialización actual, además de ofrecer los mejores precios y condiciones adicionales de capacitación de personal y préstamo de alguna maquinaria, en caso de ser necesario.

“ Teniendo en cuenta que la demanda de los plásticos es bastante amplia, es muy conveniente mantener abierto el mercado, tratar de tener mínimamente dos o tres compradores que ofrezcan iguales condiciones de comercialización, para que la venta del producto transformado no dependa de las condiciones de un único comprador.

“ La recolección y transformación del policarbonato, es una buena opción de comercialización, se paga muy bien debido a que la oferta es realmente baja.

“ Sería recomendable que la planta llevara a cabo algún acuerdo o contrato con las empresas de gaseosas, para la recolección y molido del plástico de las canastas, que cuenta con un mercado nacional significativo.

Con respecto a los otros materiales recolectados, se adelantaron conversaciones con empresas como PELDAR y SMURFIT CARTÓN DE COLOMBIA, para las negociaciones de casco de vidrio y papel recuperado, respectivamente.

Se recomienda no realizar el proceso de transformación del vidrio y el papel, puesto que se trataría de competir en precio con grandes empresas en Colombia, como son PELDAR y SMURFIT CARTÓN DE COLOMBIA, que manejan el monopolio del vidrio y el papel respectivamente.

Los resultados obtenidos de las entrevistas sostenidas con SMURFIT CARTÓN DE COLOMBIA y PELDAR, reflejan el gran interés de estas empresas por establecer una comercialización directa de los materiales con la planta de tratamiento de residuos sólidos de Bucaramanga, ofreciendo precios mucho mejores que los manejados actualmente, como se muestra en las Tablas 21 y 22 respectivamente.

Tabla 21. Precios de comercialización de papel reciclado ofrecidos por SMURFIT CARTÓN DE COLOMBIA.

Precios de Comercialización de Papel Reciclado [\$ / Kg]		
TIPO DE PAPEL	INTERMEDIARIOS LOCALES	SMURFIT CARTON DE COLOMBIA
Archivo	270	300
Plega	60	150
Periódico	70	280
Cartón	100	190

Fuente: Cooperativas recicladoras y SMURFIT CARTÓN DE COLOMBIA.

Tabla 22. Precios de Comercialización de casco de vidrio ofrecidos por PELDAR.

Precios de Comercialización de Casco de Vidrio [\$ / Kg]		
Tipo de vidrio	Intermediarios Locales	Peldar
Casco	50	98

Fuente: Cooperativas recicladoras y PELDAR

7.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En esta evaluación se tuvieron en cuenta las cantidades recogidas actualmente por la ruta del reciclaje por todas las Cooperativas, así como las recuperadas en el relleno sanitario por los miembros de la Cooperativa Bello Renacer y los precios dados en mejores condiciones de comercialización para obtener de esta manera, un dato aproximado de las utilidades brutas de las ventas de la planta de reciclaje.

En la Tabla 23, aparecen las cantidades totales de cada material, los precios obtenidos con una mejor comercialización y el total de las ventas proyectadas al mes.

Tabla 23. Ventas proyectadas por mes.

MATERIAL	PRECIO [\$/Kg]	CANTIDADES [Kg/mes]	VENTAS PROYECTADAS [\$/mes]
PAPEL y CARTÓN		78.064	16.156.190
Cartón	100	26.542	2.654.200
Archivo	300	24.980	7.494.000
Cartulina	150	10.929	1.639.350
Periódico	280	15.613	4.371.640

...continuación tabla 23.

MATERIAL	PRECIO [\$/Kg]	CANTIDADES [Kg/mes]	VENTAS PROYECTADAS [\$/mes]
PLÁSTICOS	1.100	51.736	56.909.600
BOLSA	900	18.914	17.022.600
Pasta Gruesa		32.465	
PET.		11.165	
PVC		8.106	
VIDRIO Casco	98	64.581	6.328.938
METALES		27.485	11.129.170
Chatarra	90	20.888	1.879.920
Aluminio	1500	4.947	7.420.500
Bronce	1350	825	1.113.750
Antimonio	400	550	220.000
Cobre	1800	275	495.000
TOTAL		240.780	107.546.498

Fuente: Cooperativas Recicladoras y Empresas Entrevistadas.

Haciendo un cálculo aproximado y teniendo en cuenta las condiciones mencionadas anteriormente, el total mensual de las ventas brutas de todo el material de la planta sería de **\$ 107.546.498** y el precio de las resinas plásticas molidas de \$1.100 por kilogramo.

7.2.1. Costos operacionales. A continuación en las Tablas 24 - 30, se presentan en detalle los costos fijos mensuales de operación por línea, y seguidamente el valor total de los costos operacionales mensuales de la planta.

Tabla 24. Costos operacionales mensuales para el funcionamiento de la línea de vidrio.

INSUMOS	VALOR [\$/MES]
5 Operarios con un salario de \$ 481.100 c/u	2.405.500
TOTAL	2.405.500

Fuente: Grupo Ejecutor del Proyecto – NPML.

Tabla 25. Costos operacionales mensuales para el funcionamiento de la línea de papel y cartón.

INSUMOS	VALOR [\$/MES]
Energía Eléctrica	152.020
7 Operarios con un salario de \$ 481.100 c/u	3.367.700
TOTAL	3.519.720

Fuente: Grupo Ejecutor del proyecto – NPML.

Tabla 26. Costos operacionales mensuales para el funcionamiento de la línea de metales.

INSUMOS	VALOR [\$/MES]
Energía Eléctrica	16.191
2 Operarios con un salario de 481.100 mensuales c/u	962.200
TOTAL	978.391

Fuente: Grupo Ejecutor del proyecto – NPML.

Tabla 27. Costos operacionales mensuales para el funcionamiento de la línea de plásticos.

INSUMOS	VALOR [\$/MES]
Mantenimiento	250.000
Energía Eléctrica	1.304.631
Consumibles	5.875.000
<i>8 afiladas de cuchillas al mes (rígidos)</i>	<i>2.000.000</i>
<i>2 afiladas de cuchillas al mes (películas)</i>	<i>500.000</i>
<i>Repuestos de Cuchillas (rígidos y películas)</i>	<i>2.500.000</i>
<i>1 Criba para molino (rígidos)</i>	<i>350.000</i>
<i>3 Cribas para molino (películas)</i>	<i>525.000</i>
Agua (151.7 m ³ /mes)	108.709
17 Operarios con un salario de \$ 481.100 mensuales	8.178.700
TOTAL	15.717.040

Fuente: Grupo Ejecutor del proyecto – NPML.

Tabla 28. Costos operacionales mensuales para el funcionamiento de un montacargas.

INSUMOS	VALOR [\$/MES]
Consumibles	754.798
<i>Cambio de aceite (Aceite y Base de Filtro)</i>	<i>34.480</i>
<i>Strainer</i>	<i>9.643</i>
<i>Filtro – Elemento de aire</i>	<i>14.929</i>
<i>Combustible</i>	<i>658.246</i>
<i>Mano de Obra</i>	<i>37.500</i>
1 Operario con un salario de \$ 481.100 mensuales	481.100
TOTAL	1.235.898

Fuente: Grupo Ejecutor del proyecto – NPML

Tabla 29. Gastos administrativos de la planta.

CARGO	VALOR SALARIO [\$/ MES]
Gerente	1.200.000
Subdirector Comercial	1.000.000
Subdirector Operacional	1.000.000
Subdirector Financiero	1.000.000
Secretaria – Auxiliar Contable	481.100
Celador - Portero	481.100
Personal de Recepción y Bodega *4 operarios	1.924.400
TOTAL	7.567.700

Fuente: Grupo Ejecutor del proyecto– NPML.

Tabla 30. Costos operacionales mensuales totales para el funcionamiento de la planta de reciclaje.

COSTOS OPERACIONALES	VALOR [\$/ MES]
Mantenimiento	250.000
Energía Eléctrica	1.472.842
Consumibles	16.471.838
Agua	108.709
Total Personal	22.481.800
TOTAL	40.785.189

Fuente: Grupo Ejecutor del proyecto – NPML.

7.2.2. Inversión. A continuación se presenta el detalle de los costos de la maquinaria y obras civiles requeridas para el funcionamiento de cada una de las líneas de procesamiento de la planta.

7.2.2.1. Maquinaria. En las Tablas 31 – 34 aparecen reportados los precios de la maquinaria requerida para la implementación de las líneas de procesamiento de la planta.

Tabla 31. Precio de la maquinaria requerida para el funcionamiento de la línea de papel y cartón.

CANTIDAD	EQUIPO	VALOR [\$]
2	Embaladora EHC-10-20, 20 Tons.	23.600.000
1	Bascula Portátil Mecánica Móvil P-50 F, precio más IVA.	490.000
1	Bascula Portátil Mecánica Fija P 100-A, precio más IVA.	1.000.000
TOTAL		25.090.000

Fuente: Empresas Fabricantes, Cotizaciones adjuntas.

Tabla 32. Precio de la maquinaria requerida para el funcionamiento de la línea de metales.

CANTIDAD	EQUIPO	VALOR [\$]
1	Compactadora Equipack Modelo 50.Precio más IVA.	8.500.000
1	Bascula Portátil Mecánica Móvil P-50 F, Precio más IVA.	490.000
TOTAL		8.990.000

Fuente: Empresas Fabricantes, Cotizaciones adjuntas.

Tabla 33. Precio de la maquinaria requerida para el funcionamiento de la línea de plástico.

CANTIDAD	EQUIPO	VALOR [\$]
1	Molino primario TTM 50/55/25 para rígidos	23.000.000
1	Molino primario TTM 50/55/25 para película	25.000.000
1	Transporte Neumático de molino de rígidos a lavadora horizontal	5.700.000
1	Transporte Neumático de molino de películas a lavadora horizontal	1.900.000
1	Transporte con bomba para alimentación de flexibles a la lavadora	3.000.000
1	Lavadora separadora horizontal	18.150.000
1	Tornillo sin fin inclinado (Densidades > 1)	11.550.000
1	Tornillo sin fin horizontal(Densidades < 1)	10.500.000
1	Centrífuga de lavado	16.880.000
1	Alimentación centrífuga de lavado (tornillo sin fin corto)	3.500.000
1	Centrífuga de secado	14.850.000
1	Alimentación centrífuga de secado (tornillo sin fin corto)	3.500.000
1	Aglutinadora	12.000.000
2	Básculas Móviles Mecánicas	980.000
2	Sierras Circulares	800.000
TOTAL	Precio sin IVA	151.310.000

Fuente: Empresas Fabricantes, Cotizaciones adjuntas.

Tabla 34. Precio de la maquinaria adicional requerida para el funcionamiento de la planta.

CANTIDAD	EQUIPO	VALOR [\\$]
1	Montacargas	\$ 39.659.550 *
1	Báscula camionera mecánica	\$ 10.000.000
TOTAL		\$49.659.550

Fuente: Empresas Fabricantes, Cotizaciones adjuntas.

* Calculado con una tasa representativa del mercado del dólar igual a \$2.247, ya que el precio del montacargas en la cotización fue presentado en dólares.

TOTAL DE INVERSIÓN EN EQUIPOS. \$ 235.049.550

7.2.2.2. Obras Civiles. En la Tabla 35 aparecen reportados los costos estimados de las obras civiles necesarias para la construcción de la Planta.

Tabla 35. Costos estimados de inversión en obras civiles.

1. PRELIMINARES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)
1.1	LIMPIEZA Y DESCAPOTE	M ²	1.740,00	1.500	2.610.000
1.2	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M ²	1.740,00	700	1.218.000
1.3	ALMACÉN	Gl.	1,00	200.000	200.000
SUBTOTAL					4.028.000
2. CIMENTACIONES					
2.1	CIMIENTO CICLEPEO	M ³	28,00	80.000	2.240.000
2.2	EXCAVACIÓN A MANO	M ³	57,00	5.500	313.500
2.3	VIGAS DE AMARRE, CONCRETO DE 3000 PSI ACERO DE REFUERZO 30 * 30 CM	M ³	35,20	125.000	4.400.000
2.4	PLACA CONTRAPISO 0,10m., 3000 PSI	M ²	1.740,00	9.800	17.052.000
SUBTOTAL					24.005.500
3. ESTRUCTURA					
3.1	COLUMNAS DE .5*.5M, CONCRETO 3000 PSI	M ³	21,00	300.000	6.300.000
3.2	VIGAS DE AMARRE	M ³	44,00	250.000	11.000.000
3.3	PLACA MACIZA DE .12M PARA TANQUE ELEVADO	M ²	25,00	31.283	782.075
SUBTOTAL					\$ 18.082.075

...continuación tabla 35

4. MAMPOSTERÍA						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)	
4.1	SOBRECIMENTOS 0.15 IMPERMEABILIZADO CON SIKA - 1	ML	176,00	7.300	1.284.800	
4.2	MUROS EN BLOQUE H - 10	M ²	1.372,50	8.800	12.078.000	
4.3	DINTELES EN CONCRETO	M ²	63,00	10.000	630.000	
SUBTOTAL					13.992.800	
5. FRISO						
5.1	FRISO LISO SOBRE MURO	M ²	283,50	6.000	1.701.000	
5.2	DILATACIONES	ML	94,50	1.800	170.100	
SUBTOTAL					1.871.100	
6. ENCHAPES						
6.1	ENCHAPE DE MUROS EN CERÁMICA COLOR BLANCO Y/O COLOR DIFERENTE 20.5 * 20.5 INCLUYE ESQUINERAS EN ALUMINIO PARA BAÑOS Y COCINA	M ²	109,50	16.000	1.752.000	
SUBTOTAL					1.752.000	

...continuación tabla 35

7. PISOS, GUARDAESCOBAS, ESQUINERAS, CORNISAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)
7.1	MORTERO DE NIVELACIÓN IMPERMEABILIZADO PARA BAÑOS 1:4 CON SIKA	M ²	55,00	11.000	605.000
7.2	PISO PARA BAÑOS	M ²	55,00	11.372	625.460
SUBTOTAL					1.230.460
8. CUBIERTAS					
8.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CUBIERTA CON CABALLETES	M ²	1.740,00	18.000	31.320.000
8.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TEJA DE ETERNIT TERMOACUSTIC	M ²	1.740,00	15.000	26.100.000
SUBTOTAL					57.420.000
9. PINTURA Y ESTUCO					
9.1	ESTUCO SOBRE MUROS	M ²	283,50	2.400	680.400
9.2	PINTURA DE MUROS EN VINILO TIPO II	M ²	283,50	2.300	652.050
9.3	PINTURA DE MARCOS METÁLICOS	M ²	41,5	5.300	219.950
SUBTOTAL					1.552.400

...continuación tabla 35

10. CARPINTERÍA METÁLICA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)
10.1	PUERTA METÁLICA ACCESO A EDIFICACIÓN POR CORREDORES, INCLUYE CERRADURA YALE ENTRADA HIERRO (3 * 2)	UND.	1,00	450.000	450.000
10.2	PUERTA METÁLICA ACCESO A CUARTO DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS, INCLUYE CERRADURA YALE ENTRADA HIERRO (3 * 2)	UND.	2,00	250.000	500.000
10.3	PUERTA METÁLICA, CORREDOR CENTRAL, INCLUYE CERRADURA YALE ENTRADA HIERRO	UND.	2,00	125.000	250.000
10.4	PUERTA METÁLICA, ACCESO INTERNOS, INCLUYE CERRADURA SCHALAGE T.A. ECONO. A80WD	UND.	3,00	95.000	285.000
10.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DIVISIONES EN MALLA RÍGIDA CALIBRE 10 CON PERFILES COMO MARCO	M ²	651,50	10.200	6.645.300
10.6	VENTANERÍA EN ALUMINIO	M ²	112,00	3.920.000	3.920.000
SUBTOTAL					12.050.300

...continuación tabla 35

11. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APARATOS SANITARIOS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)
11.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SANITARIOS	UND	8,00	95.000	760.000
11.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	UND	8,00	80.000	640.000
11.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DUCHAS	UND	10,00	15.000	150.000
11.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	UND	4,00	45.000	180.000
SUBTOTAL					1.730.000
12. REDES HIDROSANITARIAS					
12.1	TURBO ½ DE PRESIÓN	M	341,00	1.350	460.350
12.2	PUNTO AGUA FRÍA P.V.C. PRESIÓN	UND	50,00	15.000	750.000
12.3	PUNTOS DE DESAGÜES A.N.	UND	40,00	20.000	800.000
12.4	CAJA DE INSPECCIÓN 60 * 60 M	UND	2,00	69.600	139.200
12.5	CAJA DE INSPECCIÓN 50 * 50 M	UND	4,00	56.957	227.828
12.6	REJILLA DE 2" SOCCO EN ALUMINIO	UND	25,00	3.000	75.000
12.7	TUBERÍA DE 6" EN GRES	M	10,00	4.250	42.500
12.8	TUBERÍA DE 4" EN PVC A PLANTA DE TRATAMIENTO	M	291,00	8.500	2.473.500
12.9	TUBERÍA DE 4" EN PVC	M	86,00	8.500	731.000
SUBTOTAL					5.699.378

...continuación tabla 35

13. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)
13.1	TUBERÍA DE ½ "	M	341,00	1.350	460.350
13.2	PUNTO DE LUZ COMÚN INCLUYE APLIQUE	UND	50,00	22.500	1.125.000
13.3	PUNTO DE TOMA CORRIENTE INCLUYE TOMA	UND	20,00	20.000	400.000
13.4	PUNTO TIMBRE INCLUYE INTERRUPTOR	UND	2,00	20.000	40.000
13.5	PUNTO DE TOMA TELEFÓNICO INCLUYE TOMA	UND	2,00	20.000	40.000
13.6	PUNTO DE TELEVISIÓN INCLUYE TOMA	UND	2,00	20.000	40.000
13.7	ACOMETIDA GENERAL	UND	1,00	45.000	45.000
13.8	MONTAJE TABLERO	UND	1,00	55.000	55.000
SUBTOTAL					2.205.350
14. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDES DE ALTA TENSIÓN					
14.1	TRANSFORMADOR	UND	1	6.000.000	6.000.000
14.2	POSTE Y HERRAJES	GI	1	1.300.000	1.300.000
14.3	CONTADORES Y REGLETA	GI	1	2.000.000	2.000.000
SUBTOTAL					9.300.000

...continuación tabla 35

15. VIAS DE ACCESO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)
15.1	EXCAVACIONES EN MATERIAL COMÚN A MANO	M ³	127,02	9.660	1.227.013
15.2	SUMINISTRO Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	M ²	846,80	7.475	6.329.830
15.3	IMPRIMACIÓN Y RIEGO DE LIGA	M ²	846,80	1.200	1.016.160
15.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO (BASE)	M ²	846,80	16.320	13.819.776
15.5	RETIRO DE ESCOMBROS	M ³	127,02	7.000	889.140
SUBTOTAL					23.281.919
16. SERVICIOS PÚBLICOS					
16.1	MATRICULA ENERGÍA	UND	1,00	65.000	65.000
16.2	MATRICULA AGUA	UND	1,00	150.000	150.000
16.3	MATRICULA ALCANTARILLADO	UND	1,00	290.000	290.000
16.4	MATRICULA GAS, INCLUYE INSTALACIÓN EN PUNTO	UND	1,00	250.000	250.000
SUBTOTAL					755.000

...continuación tabla 35

17. OBRAS VARIAS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR. UNITARIO (\$)	VR. TOTAL (\$)
17.1	NÚMEROS METÁLICOS PARA NOMENCLATURA	UND	1,00	20.000	20.000
17.2	INCLUYE JUEGO DE CONEXIÓN TANQUE	UND	1,00	95.442	95.442
17.3	DELIMITACIÓN DE LOTE CON POSTES EN CONCRETO	M	176,00	7.500	1.320.000
17.4	LIMPIEZA TOTAL Y FINAL DE OBRA	GLB	2,00	100.000	200.000
SUBTOTAL					1.635.442
COSTO DIRECTO					180.591.724,20
A.I.U. (15%)					27.088.758,63
COSTO TOTAL					207.680.482,83
MANO DE OBRA					
A	MANO DE OBRA POR METRO CUADRADO CONSTRUIDO	M ²	1.740,00	10.000	17.400.000
COSTO DIRECTO					17.400.000
TOTAL OBRAS CIVILES					207.680.482,83
TOTAL MANO DE OBRA					17.400.000,00
COSTO TOTAL					225.080.482,83

Fuente: Grupo Ejecutor del proyecto – NPML.

7.3. INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA

Para conocer la posición de los interesados en cuanto a la organización, administración y manejo de la planta de tratamiento y transformación de los residuos sólidos reciclables de la ciudad de Bucaramanga, se aplicó una encuesta a las cooperativas recicladoras involucradas en el proyecto con el fin de indagar a cerca de las expectativas y necesidades de cada una de ellas a este respecto.

La encuesta diseñada y aplicada a las diferentes cooperativas se presenta a continuación. Los resultados obtenidos del análisis de las encuestas se pueden observar en el siguiente numeral.

DATOS GENERALES	
Razón Social:	_____
Representante Legal:	_____
Dirección:	_____
Teléfono / Fax:	_____

1. ¿Cómo está conformada administrativamente la cooperativa recicladora que usted representa?
2. ¿Cuántas personas conforman su cooperativa?
3. ¿Cómo están vinculadas estas personas a la cooperativa?
4. ¿De conformarse la planta de tratamiento de residuos sólidos de Bucaramanga, como cree usted que debería ser el manejo administrativo de la misma?
5. La planta debe funcionar como una gran empresa conformada por las cooperativas, o cada cooperativa debe mantener su autonomía.

6. Qué expectativas tiene su cooperativa del funcionamiento de la planta.

7. La planta en mención debe limitarse a funcionar como el sitio final de tratamiento y transformación del material reciclado de cada cooperativa, (comprar el material de las cooperativas) o como un todo donde lleguen las rutas del reciclaje sin importar la cooperativa de que provenga para proceder a transformar; donde se paguen salarios por funciones y no por cantidad de material recuperado a los recicladores y donde al final de cada operación las cooperativas cuenten con un capital, ya sea para dividirlo equitativamente entre ellas, o para invertirlo en la planta como tal.

8. La administración y comercialización de la planta debe estar a cargo de un comité formado por los miembros de las cooperativas o debe ser administrada por terceros.

7.3.1. Resultados. A continuación aparecen reportados los resultados de la encuesta aplicada a las cooperativas.

7.3.1.1. Ficha Técnica de la Encuesta aplicada.

Finalidad: Conocer las expectativas y necesidades de los interesados, en relación con aspectos organizacionales y administrativos de una planta transformadora de los residuos sólidos producidos en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Número de Empresas Encuestadas: La encuesta se aplicó a un total de 3 Cooperativas Recicladoras de la Ciudad.

Características de la Muestra: La encuesta fue aplicada a las Cooperativas recicladoras de la ciudad, involucradas en el proyecto, las cooperativas son heterogéneas en tamaño y operación.

Fecha de Aplicación: Enero 4 y 5 de 2001

7.3.1.2. Análisis de la información. Se reporta a continuación la tabulación de los resultados de la encuesta aplicada a las cooperativas.

1. ¿Cómo está conformada administrativamente la empresa recicladora que usted representa?

a. Modelo administrativo cooperativo 3

2. ¿Cuántas personas conforman su cooperativa?

a. Entre 15 y 30 personas	<u> 1 </u>
b. Entre 30 y 50 personas	<u> 0 </u>
c. Entre 50 y 100 personas	<u> 0 </u>
d. Entre 100 y 200 personas	<u> 1 </u>
e. Más de 200 personas	<u> 1 </u>

Las Cooperativas involucradas suman un total de 387 asociados, siendo la más pequeña CODECOSAN con 15 asociados y la más grande Bello Renacer con 237 asociados, como se observa en la Figura 66.

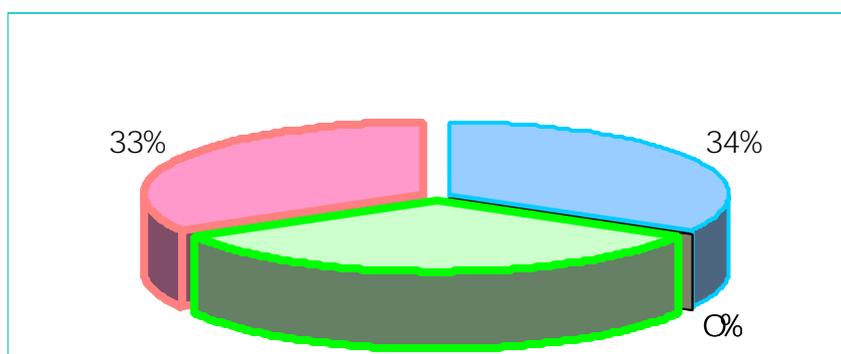


Figura 66. Número de personas involucradas con la actividad de recolección en Bucaramanga.

3. ¿Cómo están vinculadas estas personas a la cooperativa?

- a. Asociados 3
- b. Trabajo Asociado 2
- c. Contrato Laboral 2

Aunque el 100% de los miembros de las cooperativas son asociados, cabe resaltar que solo un 29% de los asociados tienen contrato laboral, puesto que en su mayoría, el salario recibido es el pago correspondiente por la cantidad de material entregada a cada cooperativa, como se indica en la Figura 67.

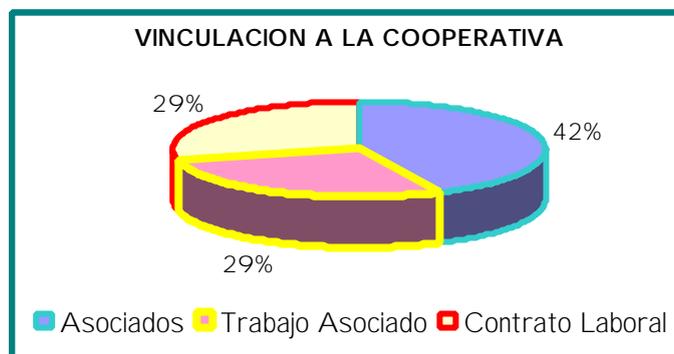


Figura 67. Tipo de vinculación de las personas a las cooperativas.

4. ¿De conformarse la planta de tratamiento de residuos sólidos de Bucaramanga, como cree usted que debería ser el manejo administrativo de la misma?

- | | |
|--|---|
| a. Con el modelo administrativo Cooperativo | 1 |
| b. De manejo exclusivo de la Cooperativa Bello Renacer | 1 |
| c. Junta Directiva y un Gerente | 1 |

En la Figura 68, se observa que cada una de las tres cooperativas tiene en mente un modelo que beneficie los intereses particulares de cada uno.

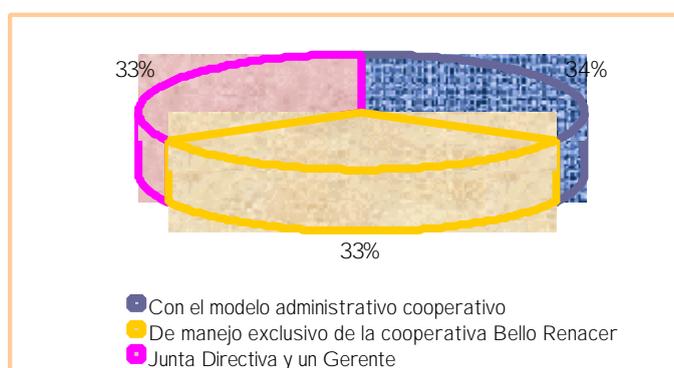


Figura 68. Posible modelo administrativo a aplicar.

5. La planta debe funcionar como una gran empresa conformada por las cooperativas, o cada cooperativa debe mantener su autonomía.

a. Como una gran empresa conformada por los miembros de las tres cooperativas 1

b. Mantener la autonomía 2

En la Figura 69, se observa que las cooperativas recicladoras pretenden alcanzar un gran desarrollo como empresa, pero sin perder su autonomía.

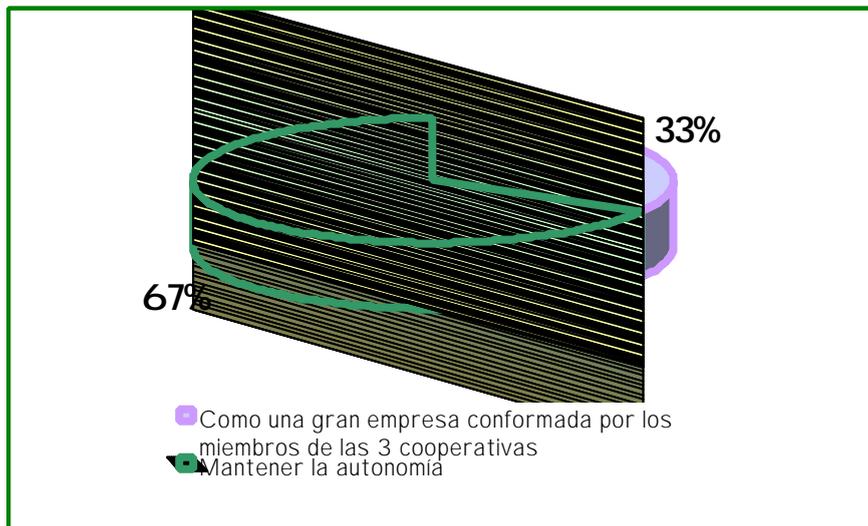


Figura 69. Conformación de la planta.

6. ¿Que expectativas tiene su cooperativa del funcionamiento de la planta?

a. Contar con un centro de acopio 1

b. Participación en toma de decisiones administrativas 1

c. Prioridad de trabajo para los asociados 2

d. Mejorar las condiciones de comercialización de los productos 3

e. Mejorar las condiciones sociales de los recicladores de la ciudad 4

Como se indica en la Figura 70, el interés común de las cooperativas es el de mejorar las condiciones sociales de los recicladores de la ciudad y las condiciones de comercialización de los productos.

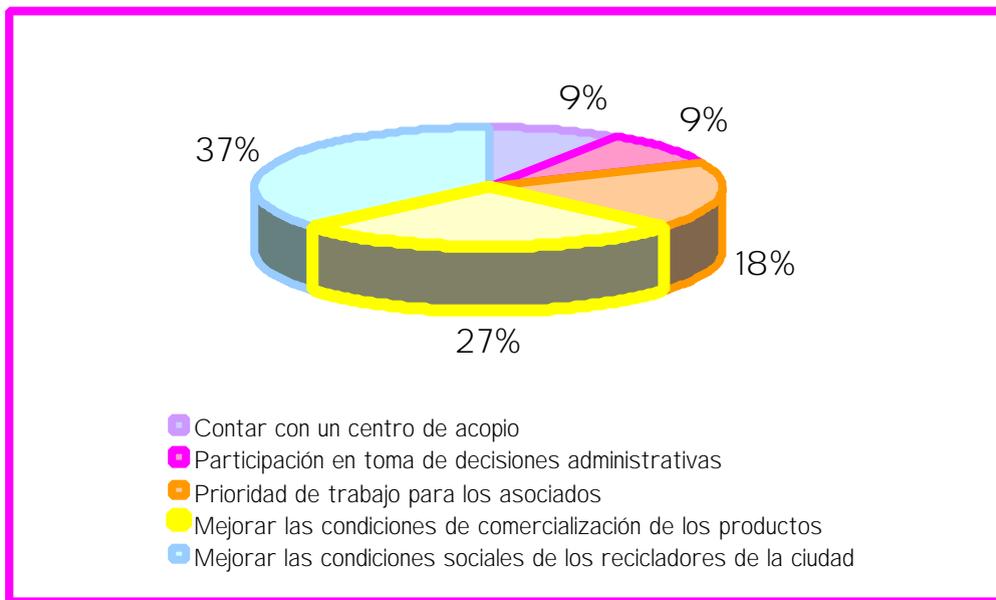


Figura 70. Expectativas de las cooperativas a cerca del funcionamiento de la planta.

7. La planta en mención debe limitarse a funcionar como el sitio final de tratamiento y transformación del material reciclado de cada cooperativa, (comprar el material de las cooperativas) o como un todo donde lleguen las rutas del reciclaje sin importar la cooperativa de que provengan para proceder a transformar; donde se paguen salarios por funciones y no por cantidad de material recuperado a los recicladores y donde al final de cada operación las cooperativas cuenten con un capital, ya sea para dividirlo equitativamente entre ellas, o para invertirlo en la planta como tal.

- a. Como un todo o una gran empresa. 1
- b. Con participación de las cooperativas proporcional a las cantidades aportadas por cada una. 2
- c. Pago de salarios por eficiencia y productividad 1
- d. Venta de los productos a la Cooperativa Bello Renacer 1

La Figura 71, ilustra las expectativas de las cooperativas recicladoras con respecto al montaje y puesta en marcha de la planta, entre las que se encuentra la organización de una gran empresa, con participación de las cooperativas según las cantidades aportadas por cada una.

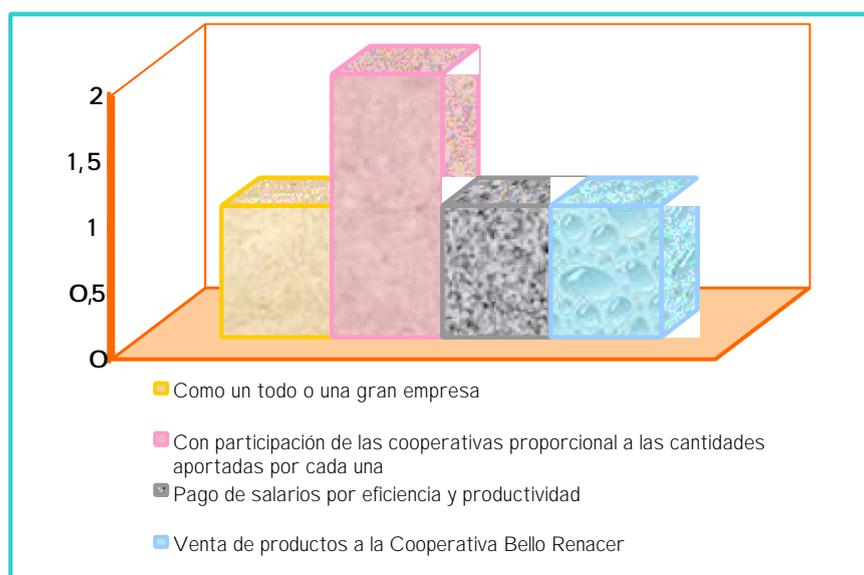


Figura 71. Expectativas de Consolidación de la Planta.

8. La administración y comercialización de la planta debe estar a cargo de un comité formado por los miembros de las cooperativas o debe ser administrada por terceros.

- | | |
|--|----------|
| a. A cargo de los miembros de las Cooperativas | <u>1</u> |
| b. A cargo de la Cooperativa Bello Renacer bajo supervisión de la EMAB | <u>1</u> |
| c. A cargo de los miembros de las Cooperativas, con mayor participación de COOPRESER, por contar con mayor experiencia | <u>1</u> |

En la Figura 72, se muestran las expectativas tanto de la Cooperativa COOPRESER, como de BELLO RENACER, frente a la administración de la planta.

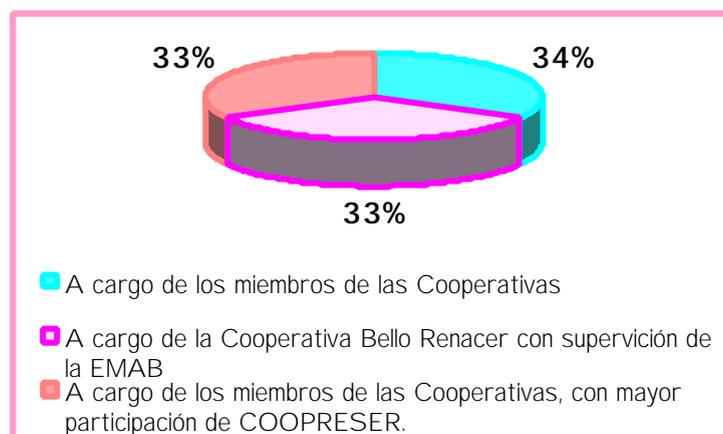


Figura 72. Administración y control de las actividades de la planta.

7.3.2. Conclusiones. A continuación aparecen las conclusiones del sondeo administrativo aplicado a las cooperativas recicladoras.

En la actualidad las empresas encargadas de la ruta del reciclaje en Bucaramanga, se rigen por el modelo administrativo Cooperativo, donde los asociados representan la fuerza laboral de la Cooperativa.

Los encuestados coinciden en que la planta de reciclaje de Bucaramanga, debe constituirse bajo un modelo cooperativo que los asocie en igualdad de condiciones, pues este modelo es el que los rige desde sus inicios.

- ☞ Sea cual fuere el tipo de organización de la planta, las cooperativas esperan mantener su autonomía.
- ☞ Las Cooperativas recicladoras coinciden en que el principal objetivo del funcionamiento de una planta de transformación de los residuos sólidos, es mejorar sustancialmente las condiciones sociales y económicas de los recicladores de la ciudad.
- ☞ Las Cooperativas COOPRESER y BELLO RENACER, consideran que el manejo administrativo de la planta debe estar a su cargo. La cooperativa BELLO RENACER por constituirse en los más afectados por trabajar en el relleno El Carrasco y COOPRESER, por contar con mas experiencia en la labor administrativa que las demás cooperativas, según sus propias opiniones.

7.3.3. Alternativas del manejo administrativo de la planta. A continuación se presentan dos modelos organizativos para la planta. Serán las cooperativas recicladoras y la Empresa de Aseo de Bucaramanga, quienes de común acuerdo decidan finalmente como se debe conformar dicha planta.

7.3.3.1. Modelo cooperativo. Es la primera de las alternativas y corresponde a la opción propuesta por las mismas cooperativas.

Teniendo en cuenta, el modelo administrativo Cooperativo de los participantes en el proyecto, se plantea un modelo que se adapte a la estructura Cooperativa con la que han estado organizados durante tantos años.

Con el fin de alcanzar los objetivos tanto de mercado, como los técnicos y de consolidación, en pro de mejorar la calidad de vida de las cientos de familias que dependen de la labor del reciclaje en Bucaramanga, esta alternativa contempla que la planta se constituya en una gran institución que los reciba a todos y se convierta en la oportunidad común de superación y de empresa.

Es de resaltar que una organización de tipo cooperativo para la planta de tratamiento y transformación de los residuos sólidos reciclables producidos en Bucaramanga y su Área Metropolitana, sería conveniente en la medida en que éste es conocido por los integrantes de las tres cooperativas, además de tener los beneficios propios de éste tipo de asociación.

Esta nueva cooperativa tendría las siguientes características:

- ?? Organización como empresa, objeto social, ejercicio de actividad socioeconómica para satisfacer necesidades de los asociados(as).
- ?? Establecer un vínculo común asociativo.
- ?? Sin ánimo de lucro, la única motivación es la solidaridad.
- ?? Igualdad de derechos y obligaciones.
- ?? Integración social y económica con otras entidades actividades sin ánimo de lucro para promover el desarrollo integral del ser humano.

La jerarquización de la organización se describe a continuación y se ilustra en la Figura 73.

JERARQUIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

1. Asamblea General de Asociados. Es el órgano máximo de decisión, dirección y control de la organización cooperativa, conformada por la totalidad de asociados, elige al consejo directivo y la junta de vigilancia, además es encargado de aprobar los estatutos y sus reformas.

2. Consejo de administración. Funciona como órgano permanente de administración, subordinado a las directrices de la asamblea general. El número, su periodo, las causales de remoción y sus funciones serán establecidas en el estatuto.

3. Junta de vigilancia. Órgano de control permanente, elegido por la Asamblea General de Asociados, su función es velar porque las acciones del Consejo y del personal administrativo de la planta no afecten negativamente los intereses de los asociados.

4. Revisoría fiscal. Persona externa a la organización, encargada de la fiscalización de todas las actividades financieras de una empresa. Generalmente el cargo es desempeñado por profesionales en contaduría pública.

5. Comités. Su función es de apoyo y asesoría en la toma de decisiones al Consejo Directivo.

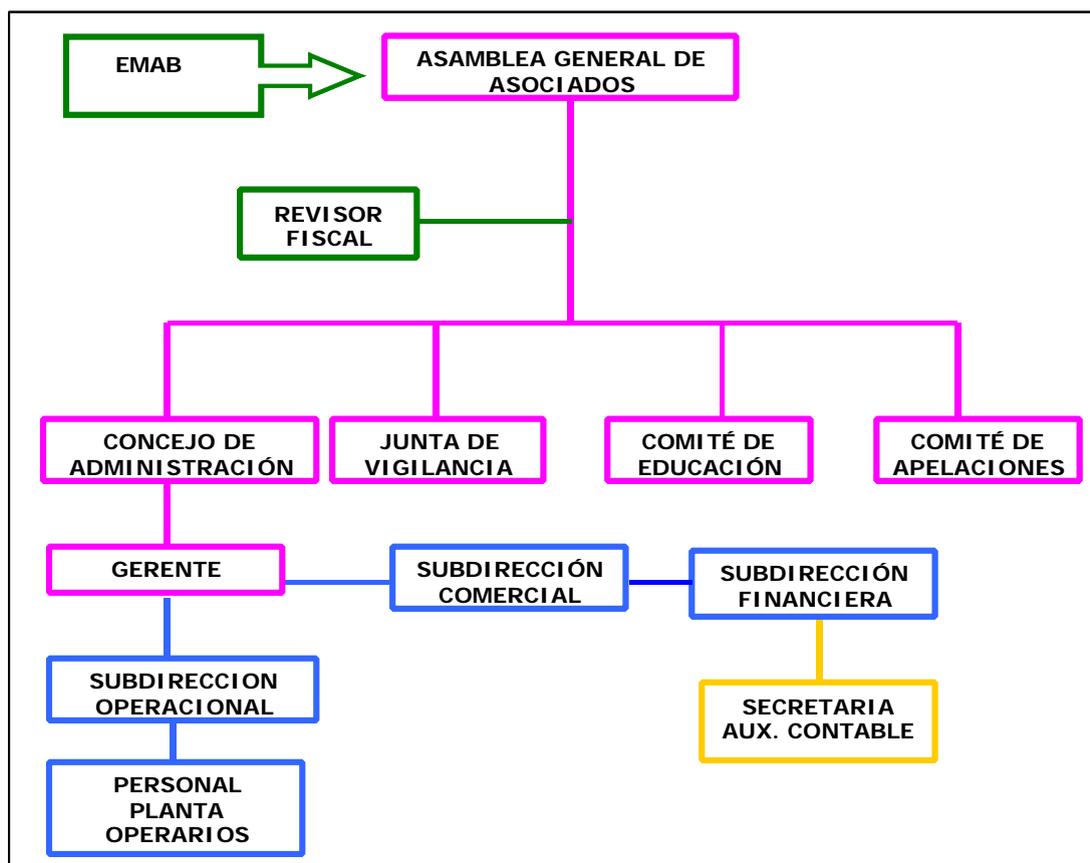


Figura 73. Estructura organizacional - Opción 1.

7.3.3.2. Modelo Sociedad Anónima. Es la segunda alternativa propuesta.

Se ilustra en la Figura 74, y se trata de un modelo de administración moderno, con una organización más lineal, que busca simplificar las operaciones para alcanzar mejores resultados en el menor tiempo posible.

La figura es Sociedad Anónima, donde la Junta Directiva es el máximo órgano de dirección y control.

En esta sociedad las Cooperativas recicladoras entrarían a formar parte de la planta por medio de la compra de acciones, el Municipio y la Empresa de Aseo de Bucaramanga serían los socios mayoritarios y la participación y los beneficios económicos serán el reflejo de las acciones adquiridas por cada cual.

JERARQUIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

1. Junta Directiva. Es el órgano máximo de organización y control, está conformado por los socios accionistas, en este caso la Empresa de Aseo de Bucaramanga - EMAB S.A., el Municipio y las cooperativas recicladoras que adquieran acciones y reciben sus dividendos al final del ejercicio como socios.

2. Gerente. Elegido por la Junta Directiva, debe ser profesional en administración de empresas o ingeniero industrial, con experiencia en manejo de personal, comercialización de productos y conocedor de los procesos de transformación del material reciclable.

3. Subdirección Comercial. Profesional en Mercadeo y / o ventas, encargado de realizar los contactos comerciales, fijación de políticas de precios, empaque y distribución de los productos de la planta.

4. Subdirección Financiera. Encargada de los asuntos contables de la planta, manejo de los presupuestos y pagos de nómina, entre otros.

5. Subdirección Operacional. Su función principal es la de supervisar la producción de la planta, velar por el correcto desarrollo de los procesos, el buen uso de la maquinaria y el control de calidad del producto final. Puede ser un profesional de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica o una persona conocedora de los procesos.

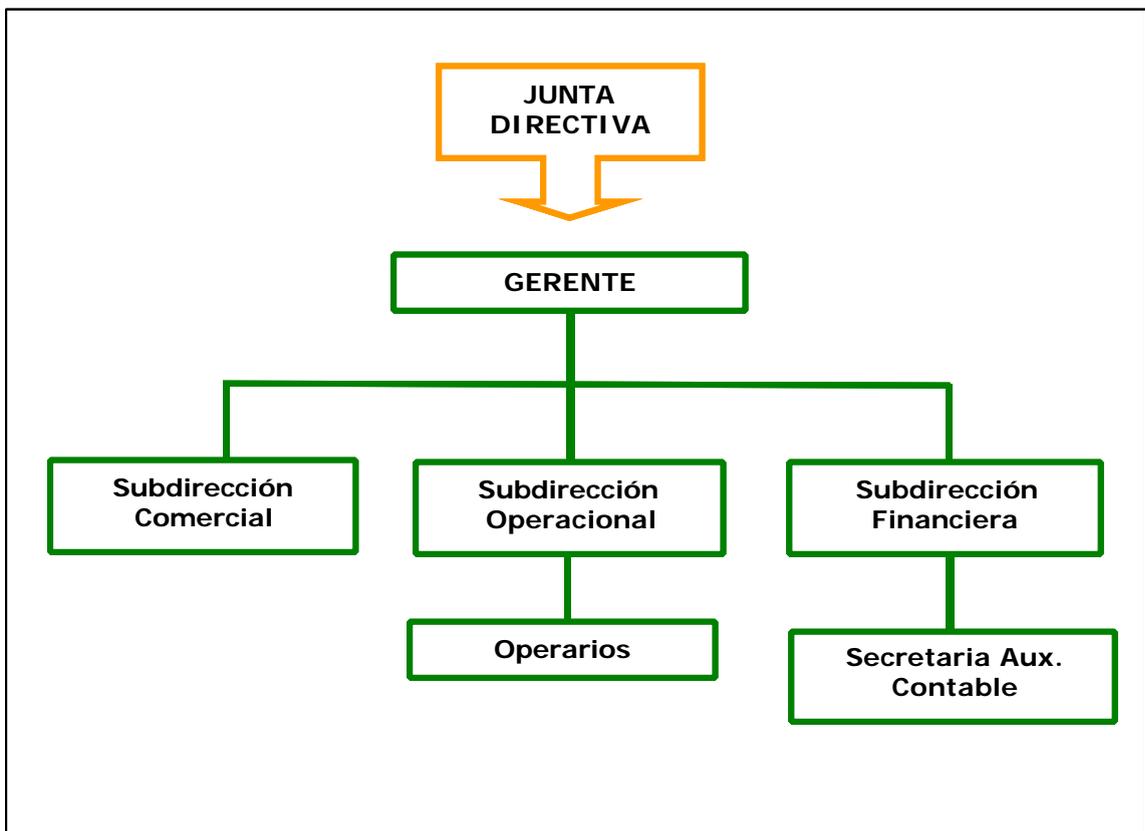


Figura 74. Estructura organizacional – Opción 2.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

?? Actualmente en la ciudad de Bucaramanga, se implementa un programa denominado “Ruta del reciclaje” orientado a minimizar el ingreso de residuos reciclables al Relleno Sanitario El Carrasco, optimizando la recolección en la fuente de generación y evitando la contaminación de estos residuos para su posterior transformación y aprovechamiento. La ruta está operada por las cooperativas recicladoras entre las que se encuentran COOPRESER, CODECOSAN y BELLO RENACER, que logran recoger en la fuente alrededor de 35 toneladas mensuales de residuos reciclables (vidrio, plástico, papel y metales); por su parte la Cooperativa Bello Renacer, recupera directamente en El Carrasco, por ser la única cooperativa que trabaja en dicho lugar, una cantidad de material reciclable que supera las 200 toneladas mensuales.

?? Hasta el momento, estos residuos son recogidos, seleccionados y comercializados con el “mejor postor”, obteniendo bajos ingresos para las cooperativas recicladoras y desempeñando el papel del rebusque, debido a que no se manejan precios ni compradores estables. No obstante, estos residuos deberán ser transformados y acondicionados, por medio de procesos específicos realizados en una planta de transformación de residuos reciclables, en nuevas materias primas para otros productos, lo que permitirá mejorar los precios de comercialización y obtener un mayor valor agregado, generando empleo y mejorando la calidad de vida de los recicladores.

?? La planta procesará los metales, el vidrio, los papeles y los plásticos recogidos por las cooperativas recicladoras en la ciudad de Bucaramanga. Para esto, contará con cuatro líneas de acondicionamiento: Línea de Metales, línea de Vidrio, línea de Papel y línea de plásticos; del mismo modo tendrá un taller de cachivaches en el cual se almacenen, arreglen y comercialicen los aparatos eléctricos, mecánicos, etc., que lleguen como chatarra a la planta y un taller de papel en donde se elaboren manualidades de papel reciclado para comercializar.

?? Las líneas de metal, papel y vidrio únicamente acondicionarán los materiales para su posterior comercialización, compactándolos en el caso de los metales para facilitar su almacenamiento; limpiando y embalando los papeles y partiendo el vidrio para comercializarlo en forma de casco y evitar el menudeo para reenvase.

?? La línea de Plásticos es un poco más compleja, puesto que para lograr mayor utilidad en su comercialización, los plásticos deben ser sometidos a un proceso de transformación primaria, para obtener resinas molidas, que por su calidad puedan ser utilizadas como materia prima para la fabricación de otros productos.

?? Es imprescindible para garantizar un correcto funcionamiento de tipo técnico y administrativo de la futura Planta de Transformación de Residuos Reciclables en la ciudad de Bucaramanga, que se mantenga, amplíe y fortalezca el programa de la Ruta del Reciclaje por parte de la Empresa Municipal de Aseo de Bucaramanga – EMAB, ya que el trabajo mancomunado de las Cooperativas Recicladoras operadoras de este programa y de la misma EMAB, permitirá que el principal insumo que requiere la Planta para su operación o sea el material reciclable, llegue en las condiciones y cantidades mínimas requeridas. La continuidad de este programa, también facilitará que un futuro se vayan incrementando gradualmente las cantidades de material reciclable recuperado y por ende, las expectativas de ventas y sostenibilidad financiera de la Planta también se vean incrementadas.

?? La construcción y montaje de la planta de transformación de residuos reciclables requiere de un área aproximada de 1734 m².

?? La instalación y puesta en marcha de la planta demanda inversiones en equipos por un total estimado de \$ 235.049.550, discriminado de la siguiente manera:

Inversión en Equipos para	:	Valor
Línea de Metales	:	\$ 8.990.000
Línea de Papel	:	\$ 25.090.000
Línea de Vidrio	:	\$ 0.00
Línea de plásticos	:	\$ 151.310.000
Equipos comunes	:	\$ 49.659.550
TOTAL en equipos	:	\$ 235.049.550

?? La inversión en obras civiles necesaria para el montaje de la planta, está estimada en \$ 225.080.482, incluida la mano de obra.

?? El total estimado de la inversión inicial para la construcción e implementación de la planta sería de \$ 460.130.032. Este costo no incluye el valor del terreno.

?? Los costos operacionales estimados para la operación de la planta serían de \$ 40.785.189 por mes, sin incluir el costo de las materias primas.

?? De acuerdo con el estudio de mercado, los productos de la planta, cuentan desde ya, con una gran aceptación en el mercado. Cada una de las empresas transformadoras de material reciclable encuestadas, manifestó su interés por la comercialización directa del total de los productos de la misma.

?? En relación con la estructura organizativa de la planta, el proyecto plantea dos opciones administrativas, una de ellas responde, en parte, a la demanda de las cooperativas involucradas en el proyecto, es decir al funcionamiento de la planta como una “gran Cooperativa” que los asocie, emplee y mejore las condiciones de vida de los recicladores. La otra por su parte, es un modelo de sociedad anónima donde las cooperativas solo serían parte de la planta comprando acciones o como proveedores de material entero para su transformación. Las dos alternativas son eficaces en su desarrollo, pero la decisión final será tomada por los partes directamente interesadas.

?? Las ventas brutas proyectadas por mes, teniendo en cuenta el total de material recuperado en la ruta del reciclaje, más las cantidades recolectadas en el Relleno Sanitario El Carrasco serían de \$107.546.498, calculadas con base en los precios propuestos en este estudio.

?? De acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, resulta técnica y económicamente factible el montaje de la Planta de Transformación de Residuos Reciclables en la ciudad de Bucaramanga, teniendo en cuenta las cantidades de residuos generadas, la accesibilidad a los equipos y la tecnología necesaria, así como las ventas proyectadas que se obtendrían.

8.2. RECOMENDACIONES

?? Se recomienda definir el costo exacto de compra de las materias primas o en su defecto las condiciones económicas en las que cada socio entregaría su material reciclable a la planta, para determinar de esta manera los costos totales de operación de la planta, que permitan establecer un valor aproximado de las utilidades que generaría la planta mensualmente, dato indispensable para calcular el tiempo proyectado de retorno de la inversión.

?? Para la línea de acondicionamiento de resinas plásticas, se deberá almacenar inicialmente una buena cantidad de materiales, de manera que se pueda realizar una programación semanal del tipo de resina que se procesará o acondicionará en cada uno de los días, asegurando de esta forma el procesamiento continuo de estos materiales.

?? Un aspecto importante a tener en cuenta, para el buen funcionamiento de la Planta de tratamiento de residuos reciclables, es el de establecer un programa de capacitación dirigido al personal que laboraría en la Planta, de manera que se pueda garantizar la correcta operación de los diferentes equipos que conforman cada una de las líneas de acondicionamiento de materiales con que contaría la Planta.

?? En relación al posible modelo administrativo de funcionamiento que se escoja en un futuro para la operación de la planta, se debe tener en cuenta que en el modelo seleccionado indiscutiblemente deben estar haciendo parte todos los actores involucrados en el proceso, o sea la Empresa Municipal de Aseo de Bucaramanga – EMAB y las Cooperativas Recicladoras operadoras de la Ruta del Reciclaje.

?? Como una alternativa adicional para generar más puestos de trabajo al interior de la Planta, se propone implementar dentro de la zona del taller de manualidades, una pequeña línea de procesamiento de papel artesanal, que permita fabricar artículos como tarjetas, libretas, agendas, etc., los cuales mediante su comercialización deberían generar los recursos necesarios para pagarles a las personas que laboren en dicho taller.

?? En la etapa de lavado de resinas plásticas se generan vertimientos cuya composición puede variar considerablemente de acuerdo al uso que se le dio durante su vida útil al material. Estos vertimientos deben ser tratados

adecuadamente con el fin de minimizar la contaminación hídrica como se recomienda a continuación:

- Educar al usuario en el sentido de entregar limpios los plásticos y demás artículos reciclables, a los operarios de la ruta del reciclaje.
- Separar los plásticos contaminados con sustancias de interés sanitario.
- Reutilizar las aguas previamente tratadas.
- Separar las redes de agua: aguas lluvias, domésticas e industriales, para reducir la cantidad de aguas a tratar y aprovechar las aguas lluvias para la actividad de lavado.
- Instalar rejillas para retener sólidos gruesos, facilitar el flujo del efluente y disminuir la cantidad de sólidos sedimentables en el vertimiento.
- Instalar trampa de grasas, para remover aceites y grasas del vertimiento.
- Tratar las aguas residuales, para disminuir la carga contaminante de los efluentes líquidos, la contaminación de los cuerpos de agua, cumplir con las normas ambientales y reusar el agua tratada para el lavado de plásticos. El proceso para tratar las aguas residuales, depende de las características del vertimiento, por lo que se hace necesario efectuar una caracterización del mismo, una vez la planta comience su operación y determinar el proceso de tratamiento a implementar. Sin embargo, la instalación deberá contar principalmente con un tanque de homogenización y floculación, un tanque sedimentador y un filtro.

A continuación se recomiendan algunas acciones que se deben desarrollar:

1. Calcular los caudales de descarga, realizando un estimativo de la cantidad de agua vertida durante el proceso de lavado con la ayuda de un balance de materia.
2. Caracterizar Físico – Químicamente las aguas residuales. De acuerdo con la composición del agua, determinar el conjunto de reacciones químicas que permitan separar los componentes contaminantes del agua.
3. Realizar ensayos de tratabilidad (Prueba de Jarras): Con base en los cálculos anteriores y teniendo en cuenta el volumen de agua a tratar, realizar una serie de pruebas de jarras con el fin de determinar la naturaleza del coagulante (inorgánico o de base polimérica) y la dosis necesaria para el tratamiento.
4. Diseñar la planta de tratamiento: Teniendo en cuenta el volumen de agua a tratar, la caracterización del efluente y los ensayos de tratabilidad.
5. Construcción y puesta en marcha: Construir la planta de acuerdo con las especificaciones de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

?? ACOPLASTICOS. Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos, Santa Fe de Bogotá, 1997.

?? ACOPLASTICOS. Manual del Reciclador de Residuos Plásticos, Santa Fe de Bogotá, 1990.

?? CAR y CINSET. Programa de Sensibilización Sanitario Ambiental para la PYME del área de jurisdicción de la CAR: Guía Ambiental, Pequeñas Empresas de Transformación de Residuos Plásticos y Textiles, Santa Fe de Bogotá, 2000.

?? DAMA, CINSET y ALCALDÍA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ. *Minimización de Residuos: Manual para empresarios de la PYME*, Santa Fe de Bogotá, 1997.

?? DUARTE PUENTES, A.M. Diseño, Montaje y Puesta en Marcha de un Taller de Fabricación de Papel Artesanal.