

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE PLANTA DE
TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION EN EL AREA
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

MONICA CECILIA ACOSTA REYES

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE PLANTA DE
TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION EN EL AREA
METROPOLITANA DE BUCARAMANGA**

MONICA CECILA ACOSTA REYES

**Monografía para optar el título de Especialista en Gerencia e Interventoria
de obras civiles**

**Director:
MARIA FERNANDA SERRANO GUZMÁN
PhD. Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, Enero de 2010.

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia por el apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia Acosta Reyes por su apoyo incondicional.

Maria Fernanda Serrano Guzmán, Directora de la Monografía por ser mi guía en el desarrollo de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1 JUSTIFICACIÓN | 1 |
| 1.1 ALCANCE | 2 |
| 1.2 OBJETIVOS | 2 |
| 1.2.1. Objetivo General | 2 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos..... | 2 |
| 1.3 RELEVANCIA DEL ESTUDIO..... | 2 |
| 1.4 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS..... | 3 |
| 2. MARCO CONCEPTUAL | 4 |
| 2.1. MARCO GEOGRAFICO | 4 |
| 3. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL ESTUDIO | 9 |
| 4. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LAS ESCOMBRERAS | 11 |
| 4.1. DISPOSICIÓN ACTUAL..... | 12 |
| 4.2. TRABAJO DE CAMPO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS | 16 |
| 4.3. COMPOSICIÓN DE LOS ESCOMBROS | 21 |
| 5. MODELO ALTERNATIVO DE GESTION DE ESCOMBROS | 22 |
| 5.1. FLUJO DE PROCESO EN EL AMB..... | 23 |
| 5.2. OPERACIÓN DE LA PLANTA | 23 |
| 5.3. PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE ESCOMBROS. | 24 |
| 5.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESCOMBROS | 24 |
| 5.4.1. Parámetros de entrada y capacidad de tratamiento | 25 |
| 5.5. EQUIPO MÓVIL PARA TRATAMIENTO DE ESCOMBROS IN SITU. | 30 |
| 5.6 APLICACIÓN Y ESTUDIOS REALIZADOS CON ESCOMBROS | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 6. LOCALIZACIÓN | 34 |
| 6.1. MACROLOCALIZACIÓN | 34 |
| 6.2. MICROLOCALIZACIÓN | 35 |
| | |
| 7. CARACTERISTICAS DEL ESQUEMA PROPUESTO | 40 |
| 7.1. FORTALEZAS Y DEBILIDADES | 40 |
| 7.2. IMPACTO AMBIENTAL, ECONOMICO Y SOCIAL | 42 |
| | |
| CONCLUSIONES | 45 |
| | |
| ANEXO | 46 |
| | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 77 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1 Población del Área Metropolitana de Bucaramanga | 7 |
| Tabla 2 Proyecciones de Población 2006-2020 | 7 |
| Tabla 3 Indicador de Inversión en Obras Civiles tipo construcción | 8 |
| Tabla 4 Cuadro de Disposición de Residuos Provincia de Mares | 11 |
| Tabla 5. Residuos no peligrosos y RCD's muy mezclados (línea de clasificación y limpieza). Ver tabla 2. | 26 |
| Tabla 6. Presupuesto de los equipos: | 30 |
| Tabla 7 Calificación de alternativas de ubicación | 38 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1 Escombros dispuestos en vía. | 12 |
| Figura 2. Escombros en la orilla del rio | 12 |
| Figura 3. Niños que utilizan el rio de recreación..... | 13 |
| Figura 4. Escombros acumulados vía a la Escombrera. | 13 |
| Figura 5. Escombros mezclados con diferentes materiales. | 13 |
| Figura 6. Panorámica de la Escombrera. | 14 |
| Figura 7 . Material tóxico en Escombrera | 14 |
| Figura 8. Terrenos potencialmente fértiles para uso agrícola. | 14 |
| Figura 9. Materiales como potencialmente reutilizables. | 15 |
| Figura 10.Terreno nivelado con buldócer..... | 15 |
| Figura 11 Práctica del reciclaje en obra..... | 16 |
| Figura 12 Respecto a uso para producción de concretos o morteros..... | 17 |
| Figura 13 Conocimiento de las aplicaciones para obras civiles | 17 |
| Figura 14 Conocimiento de la existencia de Plantas procesadoras de los escombros..... | 18 |
| Figura 15 Aporte al medio ambiente | 18 |
| Figura 16 Interés por el producto | 19 |
| Figura 17 Innovación del producto | 19 |
| Figura 18 Reconocimiento en el aporte con el medio ambiente..... | 20 |
| Figura 19 Crédito a creación de empleo. | 20 |
| Figura 20 Puente vehicular en Madrid, | 32 |
| Figura 21 Aplicaciones de áridos reciclados | 33 |
| Figura 22. Ubicación escombreras..... | 37 |
| Figura 23 Costos Vs Beneficio. Fuente: tomada de BKH: Policies and policy instruments to promote cleaner | 43 |

LISTADE ANEXOS

Pág.

| | |
|---|-----------|
| ANEXO 1. Artículo Presentado a Universidad del Norte para participar en el II SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERIA DE RESIDUOS EN LA UNIVERSIDAD DEL NORTE DE BARRANQUILLA..... | 46 |
| ANEXO 2. Marco Jurídico Ambiental en Colombia | 57 |
| ANEXO 3. Encuesta realizada a personas que trabajan en el área de la Construcción..... | 68 |
| ANEXO 4. Plantas fijas | 69 |
| Esquema de flujo de material | 69 |
| ANEXO 5. Plantas Móviles | 72 |
| ANEXO 6. Productos resultantes del Tratamiento..... | 73 |
| ANEXO 7. Otros productos resultantes del Tratamiento..... | 74 |
| ANEXO 8. Publicación en Vanguardia Liberal y poster proyecto adoquines hechos con escombros..... | 75 |
| ANEXO 9. Oficio 11 de septiembre de 2009 empresa Powerscreen Of Florida, Inc..... | 77 |
| ANEXO 10 . Oficio 11 de septiembre de 2009 Medio Ambiente Biurrarena Medio Ambiente Presupuesto N1 009/09/09/oe/00..... | 78 |

GLOSARIO

Las siguientes definiciones son tomadas del Decreto 1713 de 2002, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:

AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA: zona geográfica conformada por los municipios de Bucaramanga, Girón, Piedecuesta y Floridablanca.

APROVECHAMIENTO: Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

CONTAMINACIÓN: Es la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y/o la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la Nación o de los particulares.

ELIMINACIÓN: Es cualquiera de las operaciones que pueden conducir a la disposición final o a la recuperación de recursos, al reciclaje, a la regeneración, al compostaje, la reutilización directa y a otros usos.

Gestión integral de residuos sólidos. Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

ESCOMBROS: Es todo residuo sólido sobrante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas.

ESTACIONES DE TRANSFERENCIA: Son las instalaciones dedicadas al manejo y traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de aprovechamiento o disposición final.

GENERADOR O PRODUCTOR: Persona que produce residuos sólidos y es usuario del servicio.

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con

sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

GRANDES GENERADORES O PRODUCTORES: Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual.

MANEJO: Es el conjunto de actividades que se realizan desde la generación hasta la eliminación del residuo o desecho sólido. Comprende las actividades de separación en la fuente, presentación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o la eliminación de los residuos o desechos sólidos

MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS EN PROCESOS PRODUCTIVOS: Es la optimización de los procesos productivos tendiente a disminuir la generación de residuos sólidos.

RECICLAJE: Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.

REUTILIZACIÓN: Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.

RECICLADOR: Es la persona natural o jurídica que presta el servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento.

RECUPERACIÓN: Es la acción que permite seleccionar y retirar los residuos sólidos que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.

RESIDUO SÓLIDO O DESECHO: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos, aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles.

RESIDUO SÓLIDO APROVECHABLE: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

RESIDUO SÓLIDO NO APROVECHABLE: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

TRATAMIENTO: Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

Otras definiciones:

Definiciones tomadas Propuesta Biurrarena Medio Ambiente, 0009/09/09 oe 00, para suministro, instalación y puesta en marcha de una Planta para reciclado de Residuos de Construcción y demolición en Colombia.

TOLVA DE CLASIFICACION: embudo de alimentación, con capacidad de recepción de 10-12 m³, longitud de 6000 mm.

CINTA DOSIFICADORA BAJO TOLVA: cinta de alimentador de la línea, longitud 6000 mm, velocidad ajustable mediante variador de frecuencia.

CINTRA DE ALIMENTADOR A TROMEL: cinta transportadora entre tolva y tromel, longitud de 14000 mm.

TROMEL: equipo mecánico que criba el material de escombros en tamaños superiores a 80 mm.

CINTA DE TROMEL A WINDSHIFTER: cinta transportadora de fracción mayor a 80 mm instalada entre tromel y windshifter, longitud de 6000 mm

WINDSHIFTER: equipo mecánico de separación por aire que contiene tambor giratorio de separación y sistema de impulsión de aire mediante ventilador con inyector con ángulo de soplado ajustable.

CINTA DE IMPACTOS DE SALIDA DE WINDSHIFTER: cinta de impactos para extracción de la fracción mayor a 80mm, longitud 5000 mm.

SEPARADOR MAGNETICO: separador magnetico “overband” que actual sobre la fracciones mayores o menores de 80mm, contiene imanes permanentes con dimensiones 2500mm de longitud y 1200 mm de ancho.

CINTA DE TIRAJE DE LA FRACCION PESADA 80MM: cinta transportadora de la fracción pesada mayor de 80mm, a salida de windshifter instalada a la entrada y a lo largo de la cabina de tiraje con una longitud de 20000 mm.

CABINA DE TIRAJE: cabina de tiraje con capacidad para una línea de tiraje pesada de fracciones mayores de 80mm, longitud 9600 mm.

CINTA BAJO TROMEL: cinta de extracción de la fracción 0-80mm cribada desipuesta bajo del tromel, longitud 7000 mm.

CINTA DE CRIBA DOBLE: cinta transportadora de la fracción 0-80mm cribada en el tromel hasta la criba doble de trampolín, longitud 18000mm.

CRIBA DOBLE DE TRAMPOLIN 0-8/8-25/25-80: criba doble de piso extensible.

CINTA DE DOBLE CARRIL A WINDSHIFTER: cinta transportadora de doble carril para alimentar el windshifter longitud 6000 mm.



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

| | |
|---------------------|---|
| TÍTULO: | Propuesta para la implementación de Planta de Tratamiento de Residuos de construcción en el Área Metropolitana de Bucaramanga |
| AUTOR(ES): | Mónica Cecilia Acosta Reyes |
| FACULTAD: | Facultad de Ingeniería Civil |
| DIRECTOR(A): | Ph.D. María Fernanda Serrano Guzmán |

RESUMEN

El manejo y la disposición inadecuados de los residuos de construcción generados en gran cantidad por los proyectos de obras civiles, causa un gran impacto negativo en el ambiente y en la sociedad. Se evidencia, por ejemplo, aumento de residuos sólidos acumulados en terrenos a cielo abierto que pierden sus características iniciales para el uso de actividades agrícolas; de igual forma el desperdicio de residuos potencialmente recuperables para el uso en obras civiles. Este caso es palpable en la Ciudad de Bucaramanga. Por lo anterior, es notable la necesidad de solucionar este problema ambiental con la implementación de una planta de reciclaje y valorización de escombros en LA ZONA DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA en adelante (AMB). La planta recomendada consta principalmente de maquinaria que ajuste los materiales recuperados a tamaños comercialmente utilizables.

En este trabajo se visitaron escombreras del AMB, se realizaron encuestas a empresas constructoras encargadas de realizar la disposición final de los escombros; se consultó sobre el manejo de los escombros en otras ciudades, y sobre la normatividad aplicable para los residuos en especial los escombros. A lo largo del trabajo se concluyó que, las escombreras visitadas no cumplían con la normativa vigente, que los constructores se ven interesados en el re-uso de materiales, y adicionalmente, se hace una propuesta de una planta de tratamiento de residuos para el AMB.

PALABRAS CLAVES: selección, clasificación y valorización de escombros.



SUMMARY

- THE TÍTULO:** Offer for the implementation of Plant of Waste treatment of construction in Bucaramanga's Metropolitan Area
- AUTHOR:** Mónica Cecilia Acosta Reyes
- FACULTY:** Faculty of Civil Engineering
- TEH DIRECTOR:** Ph.D. María Fernanda Serrano Guzmán

ABSTRACT

The inappropriate disposal of construction waste causes negative impact in the environment and in the society. There are evidences that agricultural potential uses in soils may change when solids wastes are disposal on the land. In addition, other possible recycling materials may lose due to inadequate storage in a building project.

Bucaramanga and its Metropolitan Area require a zone that may offer a right disposal procedure to the solid waste materials. In this work, a recycling plant has been proposed that consist of machinery that adjusts the recovered material to a size appropriate for reuse. Moreover, the management of waste distribution at Bucaramanga was evaluated with visits to authorized places in the area. Besides, it was evaluated the management of solid waste in other cities in Colombia, and the applications of the recovered material in construction. This work shows an alternative to recover and reuse solid waste coming from building construction.

TIPS WORKS: selection, classification and assessment of debris.

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción presenta los mejores indicadores económicos de nuestro país. Esta actividad, así mismo, genera a su vez grandes cantidades de residuos sólidos provenientes de cada una de las etapas que comprenden los proyectos de construcción. Se hace entonces necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que propendan por el resultado de la disminución y aprovechamiento de estos residuos con la implementación de nuevas tecnologías que aporten al medio ambiente y al desarrollo económico de nuestro país.

Para la maduración de este proyecto fue necesaria la consulta sobre investigación de la situación actual de los escombros al igual que el manejo para su disposición en el AMB. Adicional al marco legal existente a nivel nacional, se desarrolla dentro de esta monografía un modelo alternativo de gestión de escombros incorporando infraestructura necesaria para su correcta gestión, desde su generación hasta creación del producto final para su comercialización.

1 JUSTIFICACIÓN

Solución a una problemática ambiental actual, de aumento acumulativo de residuos sólidos potencialmente reutilizables, por medio del uso de nuevas tecnologías, con el fin de disminuir el impacto negativo al medio ambiente por cuanto se valoriza lo que se pueda reutilizar y se deposita lo que definitivamente no sirva en las escombreras autorizadas del AMB. El tratamiento y valorización de los escombros trae como resultado, nuevos productos para el uso en obras civiles, remplazando los recursos naturales normalmente utilizados en la actividad de construcción, los cuales se extraen de canteras, afectando áreas naturales.

Garantizar el cumplimiento de las normas a nivel mundial y nacional en cuanto al cuidado del medio ambiente por medio de un Modelo de Gestión de Residuos de construcción aplicable por todas las entidades públicas o privadas que aporten al desarrollo sostenible, mejorar las buenas prácticas ambientales, mejorar la eficiencia en los procesos productivos y en los servicios, al mejoramiento continuo de la gestión ambiental, y a mejorar la imagen pública.

Todo esto enmarcado en la definición de Producción más limpia ¹*“aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos*

¹ República de Colombia Ministerio del Medio Ambiente Política Nacional de Producción más Limpia.

productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente”

1.1 ALCANCE

Crear una propuesta social, económica y ambientalmente viable para llevar a cabo la solución a una problemática nacional.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Presentar una propuesta para la Implementación de Planta de Tratamiento de Residuos de Construcción en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Describir la situación actual de los escombros en el Área Metropolitana de Bucaramanga.
- Enunciar la normativa vigente aplicable para la gestión de los escombros.
- Describir el Modelo de Gestión de Escombros
- Presentar la infraestructura adecuada para la correcta gestión integral de los escombros
- Determinar los nuevos usos del material resultado del tratamiento de los escombros.

1.3 RELEVANCIA DEL ESTUDIO

Los puntos más relevantes que se presentaron en el desarrollo de esta monografía son:

- La gran aceptación por su carácter innovador y colaborador con el medio ambiente, además de resultar un producto económico para el uso en obras civiles, siendo esto el resultado las encuestas realizadas a diferentes entidades constructoras.
- La lucha diaria por el cuidado del medio ambiente, interés evidenciado en las distintas ponencias durante el II SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE, en donde se produjo un artículo titulado “EVALUACION ECONOMICA DE UNA MICROEMPRESA DE RECICLAJE DE ESCOMBROS”, el cual se anexa, (Ver anexo 1).
- Se evidencia que a nivel nacional, las poblaciones de Cartagena, Barrancabermeja y Bogotá tienen la misma problemática y las

escombreras presentan las mismas situaciones en el manejo y disposición de los escombros.

- Oportunidad en beneficiar los proyectos de interés social debido al bajo costo de los áridos reciclados.
- Oportunidad de generar empleo, implementando la planta de tratamiento y valorización de los escombros.
- Oportunidad de beneficiar al medio ambiente, a la sociedad y a la economía de nuestro país, implementando la planta de tratamiento y valorización de los escombros.

1.4 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

En el capítulo uno se relaciona la justificación inicial para la formulación de este proyecto, los alcances y aspectos representativos, objetivos, entre otros.

El capítulo dos incluye el marco teórico que sirvió de base conceptual para la conceptualización del presente proyecto; ahí, se incluyen también la normatividad legal con algunos artículos relevantes y la descripción geográfica del área de trabajo.

El capítulo tres, por su parte describe de manera sucinta los pasos seguidos para el desarrollo de esta monografía. La problemática actual del sistema de disposición de escombros se describe en el capítulo cuatro, entre tanto que en el capítulo cinco se menciona el modelo alternativo de gestión de escombros.

En el capítulo seis se menciona la localización de la planta y en el siete algunas características de la misma. Finalmente en el capítulo siete hace referencia a las características del esquema propuesto sus fortalezas y debilidades.

2. MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual elaborado incluye la normatividad legal y la descripción geográfica del lugar. En la normatividad legal se hace mención a aspectos mundiales y se finaliza con aspectos nacionales. En el marco geográfico se incluye la revisión del área de estudio.

2.1. MARCO GEOGRAFICO

Aspectos mundiales

Dada la problemática del aumento de contaminación se han realizado tratados, acuerdos y leyes, a nivel Mundial para el cuidado del Medio Ambiente; a continuación se transcriben elementos de interés particular encontrados:

Declaración de Estocolmo (1972): trata sobre el desarrollo sostenible y las condiciones de vida dignas en función de la protección del medio ambiente. Destacamos el principio 18 cuyo texto reza:

“ Como parte de su contribución al desarrollo económico y social, se debe utilizar la ciencia y la tecnología para descubrir, evitar y combatir los riesgos que amenazan al medio, para solucionar los problemas ambientales y por el bien común de la humanidad.”

Carta Mundial de la Naturaleza ONU (1982): establece que la vida depende del funcionamiento ininterrumpido de los sistemas naturales que son la fuente de la energía y de las materias nutritivas. El principio décimo de esta declaración dice textualmente:

“No se desperdiciarán los recursos naturales, por el contrario, se utilizarán con mesura de conformidad con los principios enunciados en la presente Carta y de acuerdo con las reglas siguientes:

- *Se reaprovecharán o reciclarán tras su uso los recursos no fungibles, incluidos los hídricos.....”*

Conferencia Río de Janeiro (1992): trata del reconocimiento al derecho humano del ambiente, donde el valor intrínseco del ambiente implica su respeto independientemente de las necesidades transitorias del hombre. Establece los Principios Ambientales de los cuales citamos, por su interés particular, los siguientes

“Principio 9, Los Estados deberían cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el

intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre éstas, tecnologías nuevas e innovadoras.

Principio 16, *Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.*

Principio 25, *La paz, el desarrollo y la protección del medio ambiente son interdependientes e inseparables”*

Aspectos Nacionales

Constitución de 1991: La Constitución ha recibido el calificativo de Constitución Ecológica, porque contempla normas específicamente relacionadas con la protección del medio ambiente, como las siguientes:

Art. 79. *Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.*

Art. 80. *El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas.*

Otros documentos a nivel nacional estudiados que hacen referencia a los escombros son (Ver anexo 2):

- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto 838 de 2005.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 0477 de 2004.

- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto 1713 de 2002/Colombia.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto 605 de 1996.
- Ministerio de Salud. Ley 9 de 1979.
- Ministerio del Medio Ambiente, Política Nacional de Producción más Limpia, 1997.
- Presidencia de La República, Decreto 2811 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio ambiente, 1974.

La Gestión de escombros se ha manejado desde la mentalidad de la economía y la facilidad de vertido, razón por la cual estos residuos simplemente se disponen a cielo abierto y son extendidos en terrenos baldíos sin una adecuada selección; además, en Colombia nunca se ha tenido la mentalidad ambiental y de aprovechamiento de recursos de este tipo, lo cual ha producido un sinnúmero de vertederos legal o ilegalmente constituidos, sin control y vigilancia alguna.

De conformidad con la problemática descrita anteriormente, la normativa a nivel nacional y algunos de los principios de los tratados, acuerdos y leyes sobre el cuidado del Medio Ambiente a nivel Mundial, se plantea un la implementación de la Planta de Tratamiento de Escombros aplicando el Modelo alternativo de Gestión Integral de Escombros para el Área Metropolitana de Bucaramanga, apoyado con la normativa vigente relacionada en el (Anexo 2), con el objeto de emplear mejores prácticas ambientales, con la implementación de tecnologías más limpias y contribuir al desarrollo sostenible de nuestro país, mediante un aporte industrial que apoye al medio ambiente, al crecimiento económico y social de nuestro departamento.

El Modelo de Gestión de escombros provenientes de las actividades de construcción y demolición se ha basado en planes de manejo de algunos países que ya aplican esta tecnología y de otras fuentes de información relevantes como constructoras, gestoras de residuos, entidades ambientales y páginas web, etc.

El Área Metropolitana de Bucaramanga está conformada por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Posee una extensión de 1.531 km², dato tomado del Plan de Desarrollo de Santander 31 de diciembre del 2007. La población del Área Metropolitana es de 1.045.171 habitantes de los que se componen por Municipios, como se plantea en la Tabla 1:

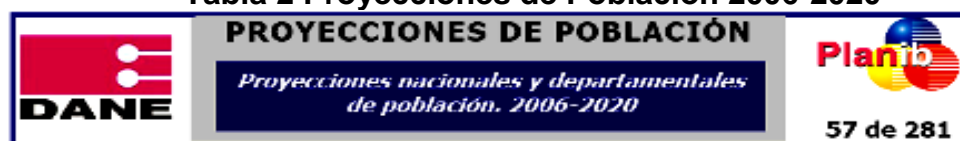
Tabla 1 Población del Área Metropolitana de Bucaramanga

| Municipios | Población | Superficie km2 | Densidad hab/km2) | Distancia a la capital Bucaramanga |
|---------------|--------------|----------------|-------------------|------------------------------------|
| Bucaramanga | 520,080.00 | 155 | 3,355 | 0 |
| Piedecuesta | 123,371.00 | 102 | 1,210 | 8 |
| Girón | 144,089.00 | 685 | 210 | 9 |
| Floridablanca | 257,631.00 | 589 | 437 | 18 |
| Total | 1,045,171.00 | 1,531 | 683 | ** |

Fuente: estos datos fueron tomados del ²Plan de Desarrollo de Santander, en la tabla de densidades poblacionales de Santander 31 diciembre de 2007.

Según la información estadística del DANE, Ver tabla 2, observamos el posible crecimiento significativo al año 2020, esto nos demuestra la necesidad ejecutar proyectos que satisfagan las necesidades de la población, como la construcción de edificaciones, puentes, vías etc. Estas actividades generan considerablemente la cantidad de residuos inertes, los cuales, aunque tienen bajo nivel de contaminación, ocupan áreas considerables en terrenos potencialmente fértiles.

Tabla 2 Proyecciones de Población 2006-2020



Fecha de elaboración: Septiembre de 2007

Cuadro 18
Colombia. Población total a nivel nacional y departamental quinquenal (tombres)
2005-2020

| Departamento | año | | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
| 00 NACIONAL | 21109 836 | 22406 700 | 23788 306 | 25138 723 |
| 05 ANTIOQUIA | 2778 262 | 2963 724 | 3155 067 | 3346 863 |
| 08 ATLANTICO | 1066 144 | 1141 608 | 1215 886 | 1286 480 |
| 11 BOGOTA | 3285 708 | 3548 713 | 3810 013 | 4054 669 |
| 13 BOLIVAR | 938 190 | 989 732 | 1048 796 | 1108 932 |
| 15 BOYACA | 625 772 | 633 673 | 639 563 | 646 219 |
| 17 CALDAS | 474 672 | 479 027 | 483 370 | 487 837 |
| 18 CAQUETA | 213 188 | 225 621 | 239 587 | 253 780 |
| 19 CAUCA | 642 415 | 666 260 | 690 536 | 727 947 |
| 20 CESAR | 450 940 | 482 574 | 513 769 | 544 056 |
| 23 CORDOBA | 737 128 | 794 094 | 856 704 | 919 845 |
| 25 CUNDINAMARCA | 1139 717 | 1236 525 | 1338 216 | 1437 797 |
| 27 CHOCHO | 224 737 | 237 112 | 250 231 | 263 997 |
| 41 HUILA | 508 088 | 543 846 | 579 487 | 614 525 |
| 44 LA GUAJIRA | 337 371 | 405 241 | 474 193 | 541 493 |
| 47 MAGDALENA | 579 115 | 606 327 | 638 697 | 670 783 |
| 50 META | 305 460 | 437 442 | 480 636 | 524 841 |
| 52 NARIÑO | 771 908 | 822 396 | 875 470 | 929 483 |
| 54 N. DE SANTANDER | 617 250 | 643 807 | 671 946 | 700 167 |
| 63 QUINDIO | 262 258 | 289 728 | 277 604 | 285 589 |
| 66 RISARALDA | 438 368 | 450 884 | 463 438 | 476 113 |
| 68 SANTANDER | 965 985 | 992 943 | 1018 738 | 1043 618 |
| 70 SUCRE | 390 884 | 410 849 | 431 940 | 453 083 |

² Plan de Desarrollo de Santander. Diciembre 31 de 2007

Fuente: esta tabla fue tomada de la página ³WEB del DANE en su documento Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población 2006-2020, Censo General del año 2005.

La actividad de la construcción se ha convertido en medidor de desarrollo. Según la información estadística del DANE, (Ver tabla 3), tenemos que en el tercer trimestre del año 2008 aumentó el nivel de la construcción, dando como resultado volúmenes considerables de escombros que son vertidos en escombreras sin aprovechamiento alguno.

Tabla 3 Indicador de Inversión en Obras Civiles tipo construcción



INFORMACIÓN ESTADÍSTICA

Anexo A1

Indicador de Inversión en Obras Civiles, por tipo de construcción

1999 (I trimestre) - 2009 (IV trimestre)^P

| Tipos de construcción | Años | Trimestre | Índice | Variaciones | | | Contribuciones | | |
|-----------------------|------|-----------|--------|--------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|-------------|----------|
| | | | | Anual ¹ | Año corrido ² | 12 meses ³ | Anual | Año corrido | 12 meses |
| Total nacional | 1999 | I | 52.1 | -33.6 | -33.6 | (-) | -33.6 | -33.6 | (-) |
| | | II | 61.3 | -17.2 | -25.6 | (-) | -17.2 | -25.6 | (-) |
| | | III | 78.1 | -38.8 | -31.6 | (-) | -38.8 | -31.6 | (-) |
| | | IV | 107.5 | -10.4 | -25.3 | -25.3 | -10.4 | -25.3 | -25.3 |
| 2000 | 2000 | I | 49.0 | -5.9 | -5.9 | -20.8 | -5.9 | -5.9 | -20.8 |
| | | II | 73.6 | 20.1 | 8.1 | -14.6 | 20.1 | 8.1 | -14.6 |
| | | III | 70.6 | -9.6 | 0.9 | -3.4 | -9.6 | 0.9 | -3.4 |
| | | IV | 124.9 | 16.2 | 6.4 | 6.4 | 16.2 | 6.4 | 6.4 |
| 2001 | 2001 | I | 52.2 | 6.7 | 6.7 | 8.6 | 6.7 | 6.7 | 8.6 |
| | | II | 72.0 | -2.1 | 1.4 | 3.8 | -2.1 | 1.4 | 3.8 |
| | | III | 92.3 | 30.7 | 12.1 | 13.6 | 30.7 | 12.1 | 13.6 |
| | | IV | 148.8 | 19.1 | 14.9 | 14.9 | 19.1 | 14.9 | 14.9 |
| 2002 | 2002 | I | 44.1 | -15.6 | -15.6 | 11.1 | -15.6 | -15.6 | 11.1 |
| | | II | 56.8 | -21.2 | -18.8 | 6.9 | -21.2 | -18.8 | 6.9 |
| | | III | 56.7 | -38.6 | -27.3 | -10.3 | -38.6 | -27.3 | -10.3 |
| | | IV | 85.7 | -42.4 | -33.4 | -33.4 | -42.4 | -33.4 | -33.4 |
| 2003 | 2003 | I | 59.1 | 34.2 | 34.2 | -27.7 | 34.2 | 34.2 | -27.7 |
| | | II | 58.3 | 2.6 | 16.4 | -24.0 | 2.6 | 16.4 | -24.0 |
| | | III | 59.8 | 5.5 | 12.5 | -14.2 | 5.5 | 12.5 | -14.2 |
| | | IV | 126.5 | 47.7 | 24.9 | 24.9 | 47.7 | 24.9 | 24.9 |
| 2004 | 2004 | I | 32.0 | -45.9 | -45.9 | 7.1 | -45.9 | -45.9 | 7.1 |
| | | II | 46.5 | -20.1 | -33.1 | 2.0 | -20.1 | -33.1 | 2.0 |
| | | III | 58.6 | -1.9 | -22.6 | 0.3 | -1.9 | -22.6 | 0.3 |
| | | IV | 110.6 | -12.6 | -18.4 | -18.4 | -12.6 | -18.4 | -18.4 |
| 2005 | 2005 | I | 50.3 | 57.1 | 57.1 | -3.8 | 57.1 | 57.1 | -3.8 |
| | | II | 51.6 | 10.9 | 29.8 | 2.4 | 10.9 | 29.8 | 2.4 |
| | | III | 84.6 | 44.2 | 35.9 | 12.7 | 44.2 | 35.9 | 12.7 |
| | | IV | 156.3 | 41.3 | 38.3 | 38.3 | 41.3 | 38.3 | 38.3 |
| 2006 | 2006 | I | 69.5 | 38.1 | 38.1 | 36.0 | 38.1 | 38.1 | 36.0 |
| | | II | 78.4 | 51.8 | 45.0 | 43.4 | 51.8 | 45.0 | 43.4 |
| | | III | 109.2 | 29.2 | 37.9 | 39.2 | 29.2 | 37.9 | 39.2 |
| | | IV | 182.3 | 16.6 | 28.2 | 28.2 | 16.6 | 28.2 | 28.2 |
| 2007 | 2007 | I | 85.7 | 23.4 | 23.4 | 25.9 | 23.4 | 23.4 | 25.9 |
| | | II | 112.9 | 44.0 | 34.3 | 26.1 | 44.0 | 34.3 | 26.1 |
| | | III | 114.9 | 5.2 | 21.9 | 19.9 | 5.2 | 21.9 | 19.9 |
| | | IV | 234.9 | 28.9 | 24.8 | 24.8 | 28.9 | 24.8 | 24.8 |
| 2008 | 2008 | I | 73.5 | -14.3 | -14.3 | 17.7 | -14.3 | -14.3 | 17.7 |
| | | II | 98.3 | -12.9 | -13.5 | 6.4 | -12.9 | -13.5 | 6.4 |
| | | III | 122.4 | 6.5 | -6.2 | 6.7 | 6.5 | -6.2 | 6.7 |
| | | IV | 189.3 | -19.4 | -11.8 | -11.8 | -19.4 | -11.8 | -11.8 |
| 2009 | 2009 | I | 78.6 | 6.9 | 6.9 | -8.9 | 6.9 | 6.9 | -8.9 |
| | | II | 139.5 | 41.8 | 26.9 | 1.6 | 41.8 | 26.9 | 1.6 |
| | | III | 173.2 | 41.4 | 33.0 | 9.7 | 41.4 | 33.0 | 9.7 |
| | | IV | 274.2 | 44.7 | 37.6 | 37.6 | 44.7 | 37.6 | 37.6 |

Fuente: estos datos fueron tomados la página ⁴WEB del DANE Indicadores de inversión en Obras Civiles tipo de construcción para los cuatro trimestres del 2008 y los tres trimestres del 2009.

³ http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=307&Itemid=124

⁴ http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=57

3. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL ESTUDIO

La metodología seguida en el estudio incluyó varias etapas: observación e identificación de un problema, aplicación de encuestas, consulta de información a especialistas en el tema, visitas técnicas a diferentes escombreras, consulta de normativa mundial y nacional, aplicación de encuestas, solicitud de cotizaciones y especificaciones técnicas de la maquinaria, socialización del proyecto a diferentes entidades por ultimo recopilación de la información.

Observación e identificación del problema:

El desarrollo de obras civiles genera escombros, los cuales varían dependiendo del tipo de proyecto. Uno de los problemas de disposición de escombros que se observaron en Bogotá, durante el ejercicio profesional del autor como Residente de un proyecto, fue la lejanía en la que se encontraban estas escombreras, lo cual obligaba que los recorridos para la disposición de escombros (acarreos) abarcaran distancias grandes y amplios tiempos.

Adicionalmente, se observó que según requerimiento de las empresas de telecomunicaciones, por ejemplo, la disposición de los escombros debía ser en lugares autorizados, los cuales eran escasos dificultando la disposición y obligando a la empresa subcontratista disponer estos escombros en escombreras cercanas e ilegales.⁵ En 2006, el Relleno Sanitario de Doña Juana recibió más de 200.000 toneladas de escombros, pese a que las normas lo prohíben; un claro ejemplo de la falta de control lo constituye el funcionamiento de la escombrera denominada Equipos Universal. Pese a que el anterior DAMA expidió conceptos técnicos desde el año 2001 en los que se recomienda no recibir más escombros en el área, esta sigue funcionando. Por gestión de la Personería, a comienzos de 2007, la Secretaría Distrital de Ambiente expidió dos resoluciones mediante las cuales abrió la respectiva investigación e impuso el cierre del lugar, como medida preventiva. La escombrera está ubicada en el kilómetro siete de la vía al Llano, en su margen occidental.

En la ciudad de Bucaramanga también se identificó problemática debido a que el relleno sanitario el Carrasco, llegó a su capacidad límite por lo tanto el municipio debe buscar un lugar donde disponer los residuos.

Entrevista y consultas a personal que labora sobre el tema:

Se hicieron consultas a especialistas que laboran en programas de recolección y reciclaje de materiales. Se propició un intercambio de información entre especialistas.

⁵ <http://www.personeriabogota.gov.co/?idcategoria=1425>

Visitas técnicas en escombreras en el AMB

Se realizaron visitas en las diferentes escombreras de la ciudad y se observó el manejo y tratamiento que se le realiza a los escombros en cada una de ellas.

Consulta sobre la normatividad ambiental vigente de residuos sólidos

Se recopiló información sobre la normatividad vigente y aplicable a escombros, La consulta se extendió a nivel mundial y nacional, con el fin de conocer el panorama legal sobre el tema.

Aplicación de encuestas a empresas constructoras

Estudiantes del semillero de investigación SIIC colaboraron en la recolección de información mediante encuestas realizadas a 70 empresas constructoras. El objetivo de la encuesta era conocer sobre la familiaridad de los constructores respecto a la problemática de la disposición de escombros, así como también, conocer las opiniones sobre la posible implementación de una planta de escombros en el AMB.

Solicitud de cotizaciones de maquinaria

Se realizaron varias solicitudes de cotizaciones de la nueva tecnología usada para el tratamiento de estos residuos a diferentes empresas extranjeras, con el fin de conocer su información técnica y financiera.

Socialización del proyecto

Se realizaron exposiciones a diferentes entidades como Fondo de Emprender del Sena, Asociación de trabajadores para el Fortalecimiento del Sistema de Competitividad en Colombia (Conforta), Corporación Compromiso, Ecopetrol S.A y Universidad del Norte en el II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos.

Recolección de Información

Después de investigar en diferentes fuentes, y adquirir experiencias, se recopiló toda la información para plasmarla en este documento.

4. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LAS ESCOMBRERAS

⁶En la ciudad de Bogotá existen cerca de 40 sitios de disposición final de escombros, 5 en la ciudad y 35 en municipios vecinos, actualmente existen en la ciudad de Bogotá dos escombreras autorizadas, El Porvenir autorizada por el DAMA y la Fiscala con permiso del Ministerio de Ambiente. La disposición indiscriminada de estos escombros por parte de escombreras clandestinas conllevan a que se realicen rellenos o nivelación de terrenos en riveras del río Bogotá, quebrada las Lajas, río Tunjuelo, río Funcha, de igual forma los carreteros abandonan escombros sin ningún control en las localidades de Tunjuelito y Puente Aranda.

En Barrancabermeja, no existe escombrera, los residuos sólidos son llevados al relleno sanitario local. A continuación se relaciona los diferentes lugares de disposición final existentes de la provincia de Mares, según Tabla 4.

Tabla 4 Cuadro de Disposición de Residuos Provincia de Mares

| MINICIPIOS | METODO DE DISPOSICION FINAL |
|------------------------|--|
| Barrancabermeja | Relleno Sanitario local cerrado |
| Betulia | Botadero con cubrimiento |
| El Carmen | Botadero a cielo abierto orden de cierre |
| Puerto Wilches | Botadero a cielo abierto orden de cierre |
| Sabana de torres | Botadero a cielo abierto orden de cierre |
| San Vicente de Chucuri | Micro relleno |
| Simacota | Relleno Sanitario Regional San Gil (acuasan) |
| Zapatoca | Botadero con cubrimiento |

Fuente: estos datos fueron tomados de la página ⁷WEB de la Corporación Autónoma Regional Cuadro de Disposición de Residuos Provincia de Mares.

En la actualidad, los constructores de origen privado y público que desarrollan actividades en el AMB, no implementan de manera adecuada una gestión integral de los residuos sólidos que allí se generan. Adicionalmente se observa falta de control y vigilancia por parte de las entidades competentes en hacer cumplir las diferentes normas y reglamentos que garanticen el buen manejo integral de estos materiales, sumado a esto la falta de cultura de la no basura que es:⁸ *“el conjunto de costumbres y valores de una comunidad que tiende a la reducción de las cantidades de residuos generados por sus habitantes en especial los no aprovechables y al aprovechamiento de los residuos potencialmente reutilizables”*.

⁶ <http://www.personeriabogota.gov.co/?idcategoria=1425>

⁷ <http://www.cassantander.com/index.php?option=content&task=view&id=75>

⁸ Artículo 1, Capítulo 1 Decreto 1713 de 2002

4.1. DISPOSICIÓN ACTUAL

En el Área Metropolitana de Bucaramanga existen en la actualidad cuatro escombreras autorizadas por las entidades ambientales, la cuales son:

1. Escombrera Tres esquinas del Municipio de Piedecuesta
2. Escombrera del Bosque del Municipio de Girón
3. Escombrera del Relleno Sanitario El Carrasco Bucaramanga
4. Escombrera el Doradal.

La figura 1 a la Figura 10 muestran registro fotográfico de una escombrera típica ubicada en la ciudad de Bucaramanga vía a Girón:



Figura 1 Escombros dispuestos en vía.



Figura 2. Escombros en la orilla del río



Figura 3. Niños que utilizan el río de recreación.



Figura 4. Escombros acumulados vía a la Escombrera.



Figura 5. Escombros mezclados con diferentes materiales.



Figura 6. Panorámica de la Escombrera.



Figura 7 . Material tóxico en Escombrera



Figura 8. Terrenos potencialmente fértiles para uso agrícola.



Figura 9. Materiales como potencialmente reutilizables.



Figura 10. Terreno nivelado con maquinaria

Según decreto 357 de 1997 las escombreras se localizaran preferiblemente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas y la utilización de estas debe contribuir a su restauración paisajística adaptable a la topografía inicial del terreno, con la finalidad de conseguir su recuperación para la reutilización en nuevos usos como agrícolas, urbanísticos y de servicios. En el registro fotográfico que se presentó se observa que los terrenos en los que se dispone el material no necesariamente son terrenos desérticos; éstos, perfectamente pueden ser utilizados en cualquier actividad agrícola que no afecte las propiedades químicas ni físicas del terreno.

En la mayoría de las escombreras no se observa el buen manejo de estos materiales; éste se recibe tal y como llega a la Escombrera mezclado de materiales como el icopor, yeso, cartón, vidrio, asfalto y plástico que pueden tener otra manejo tanto para su reutilización como para su adecuada disposición final, además pueden evidenciarse residuos que pueden

clasificarse como peligrosos o que pueden ser peligrosos al mezclarse con los escombros.

Según información de la Administración de esta Escombrera su tiempo de operación es aproximadamente 5 años y su horario de funcionamiento es de seis días a la semana, recibiendo un promedio de 70 volquetas por día, que varían de 7 a 16m³, y se cobra una tarifa por su disposición que varía de \$11.000 a \$16.000. En todo el periodo de operación de esta escombrera se ha recopilado aproximado de 1'109.500 m³ de escombros.

4.2. TRABAJO DE CAMPO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Dentro de la investigación, se realizaron encuestas a setenta y tres profesionales dedicados a la actividad de construcción, aplicando la encuesta tipo ver (Anexo 3). Para ello, se contó con la colaboración de estudiantes del semillero de investigación de ingeniería civil SIIC y se recopiló información relacionada con el conocimiento que los constructores poseen sobre la temática de manejo de escombros. Los resultados obtenidos muestran el nivel de conocimiento de los encuestados, y la posibilidad de compra del material resultante del tratamiento de los escombros. Las figuras 12 a 19 muestran los resultados de las encuestas.

En la figura 11 se observa que la mayoría de las personas entrevistadas, están de acuerdo con la práctica del reciclaje dentro de una obra civil.

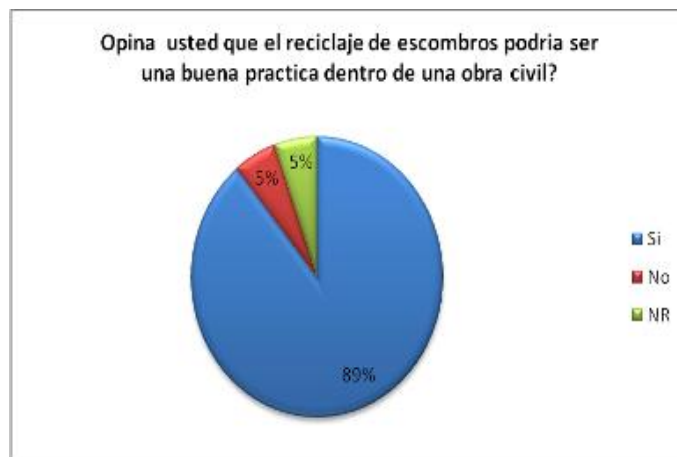


Figura 11 Práctica del reciclaje en obra

Fuente: Autor del proyecto

La figura 12 hace referencia a las aplicaciones que tienen los escombros después de su tratamiento y producción de nuevos productos, se puede observar que el 71% de las personas entrevistadas, no tiene conocimiento de las aplicaciones de los escombros.



Figura 12 Respecto a uso para producción de concretos o morteros.

Fuente: Autor del proyecto

La figura 13 indica que el 71% de las personas entrevistadas no tienen conocimiento de las aplicaciones de los escombros para la fabricación de concretos, morteros, pisos y demás.

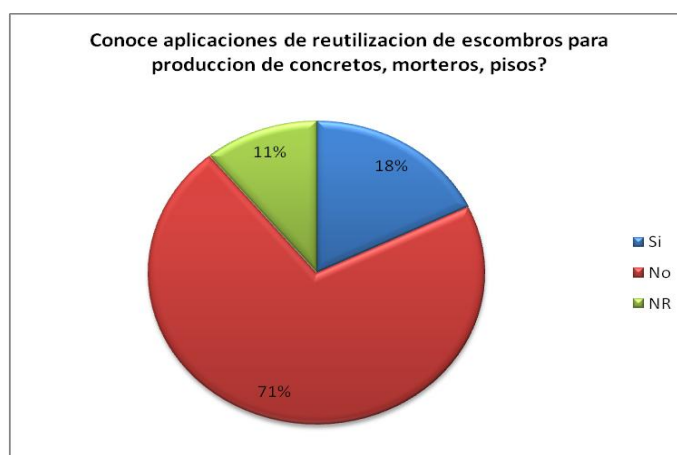


Figura 13 Conocimiento de las aplicaciones para obras civiles

Fuente: Autor del proyecto

Se evidencia en la figura 14 que el 64% de las personas entrevistadas no tiene conocimiento de la existencia de plantas de tratamiento de escombros las cuales dan como resultado productos con especificaciones técnicas favorables para su reutilización en obras civiles.

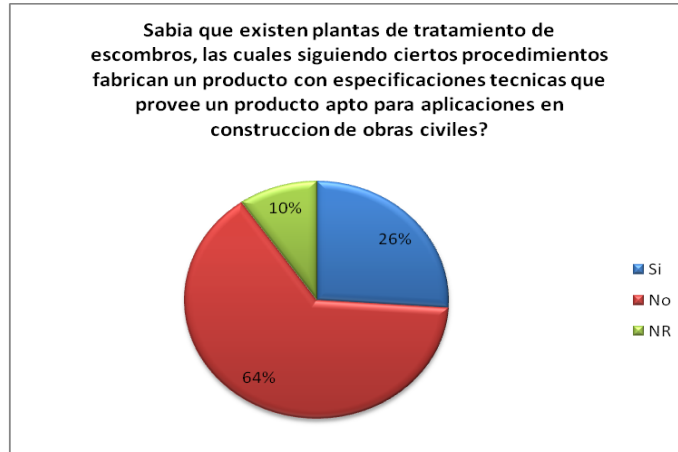


Figura 14 Conocimiento de la existencia de Plantas procesadoras de los escombros

Fuente: Autor del proyecto

La figura 15 describe que el 92% de las personas entrevistadas, ven como opción favorable la actividad del reciclaje, y recolección de este tipo de material para su procesamiento y reutilización en obras civiles y que esta práctica aporta de manera positiva al medio ambiente.

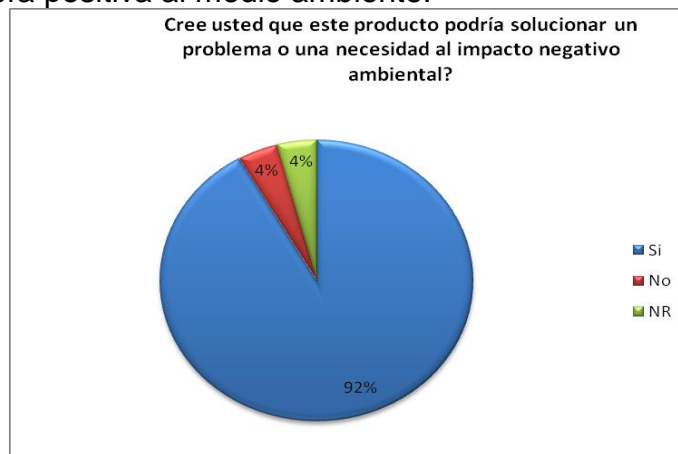


Figura 15 Aporte al medio ambiente

Fuente: Autor del proyecto

La figura 16 hace referencia al interés por el nuevo producto, donde el 81% de las personas entrevistadas, le atrae por su economía.

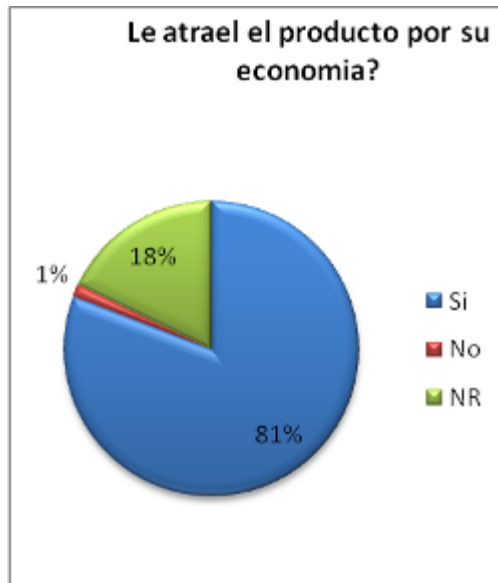


Figura 16 Interés por el producto

Fuente: Autor del proyecto

En la figura 17 se observa que el 59% del personal entrevistado cree que el producto es innovador, pero el 29% posiblemente duda que funcione.



Figura 17 Innovación del producto

Fuente: Autor del proyecto

La figura 18 indica que al 79% del personal entrevistado le atrae el producto por aportar al medio ambiente.

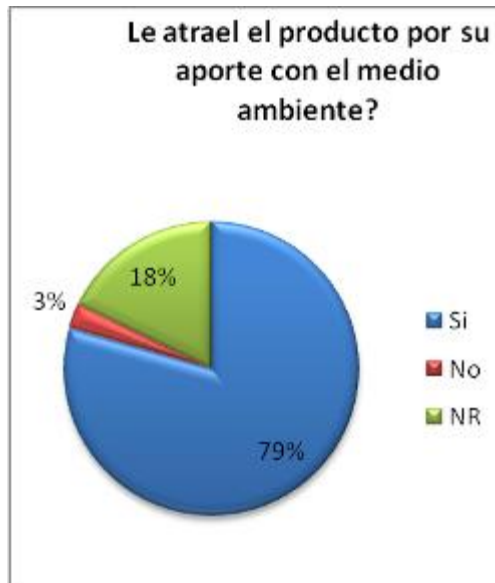


Figura 18 Reconocimiento en el aporte con el medio ambiente.

Fuente: Autor del proyecto

En la figura 19 no se tiene crédito de la creación de empleo, por cuanto los resultados obtenidos no son favorables.



Figura 19 Crédito a creación de empleo.

Fuente: Autor del proyecto

Es notable la falta de conocimiento de las personas involucradas en las obras civiles, del tratamiento que se le realiza a los escombros en la actualidad; tampoco se tiene conocimiento lo aportes económicos, ambientales y sociales que se podrían proporcionar aplicando nueva tecnología para la creación de nuevos productos. Además del valor agregado que se puede obtener viéndose

reflejado en el cumplimiento a las normas a nivel mundial y nacional, en cuanto al cuidado del medio ambiente, ayudando al desarrollo sostenible, a mejorar las buenas prácticas ambientales, mejorar la eficiencia en los procesos productivos y en los servicios, en el mejoramiento continuo de la gestión ambiental, y ayuda a mejorar la imagen pública.

4.3. COMPOSICIÓN DE LOS ESCOMBROS

La mayor parte de los escombros procedentes de la construcción y demolición son de baja peligrosidad, pero si de alto impacto visual por el gran espacio que ocupan⁹.

Los materiales a destacar dentro de los escombros son los siguientes:

Tejas, hormigón, ladrillo, materiales cerámicos, vidrio, material bituminoso, etc.. La mayor parte de los residuos que se generan en las actividades de construcción y demolición no contienen características peligrosas entre si, pero en el momento de mezclarlas puede generar contaminación, lo que impide someterlos a un aprovechamiento apropiado, se describen a continuación algunos elementos que pueden ser peligrosos.

- Aditivos de hormigón (inflamable)
- Adhesivos, masticos y sellantes (inflamable, tóxico o irritante)
- Emulsiones, alquitranadas (tóxico, cancerígeno)
- Materiales a base de amianto, en forma de fibra respirable (tóxico, cancerígeno)
- Madera tratada con fungicidas, pesticidas, etc (tóxico, ecotóxico, inflamable)
- Revestimientos ignífugos halogenados (ecotóxico, toxico, inflamable)
- Equipos con PCB (ecotóxico, cancerígeno)
- Luminarias de mercurio (ecotóxico, toxico)
- Sistemas con CFCs
- Elementos a base de yeso (fuente posible de sulfhídrico en vertederos, toxico, inflamable)
- Envases que hayan contenido sustancias peligrosas (disolventes, pinturas, adhesivos, etc)

⁹ Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2007-2015

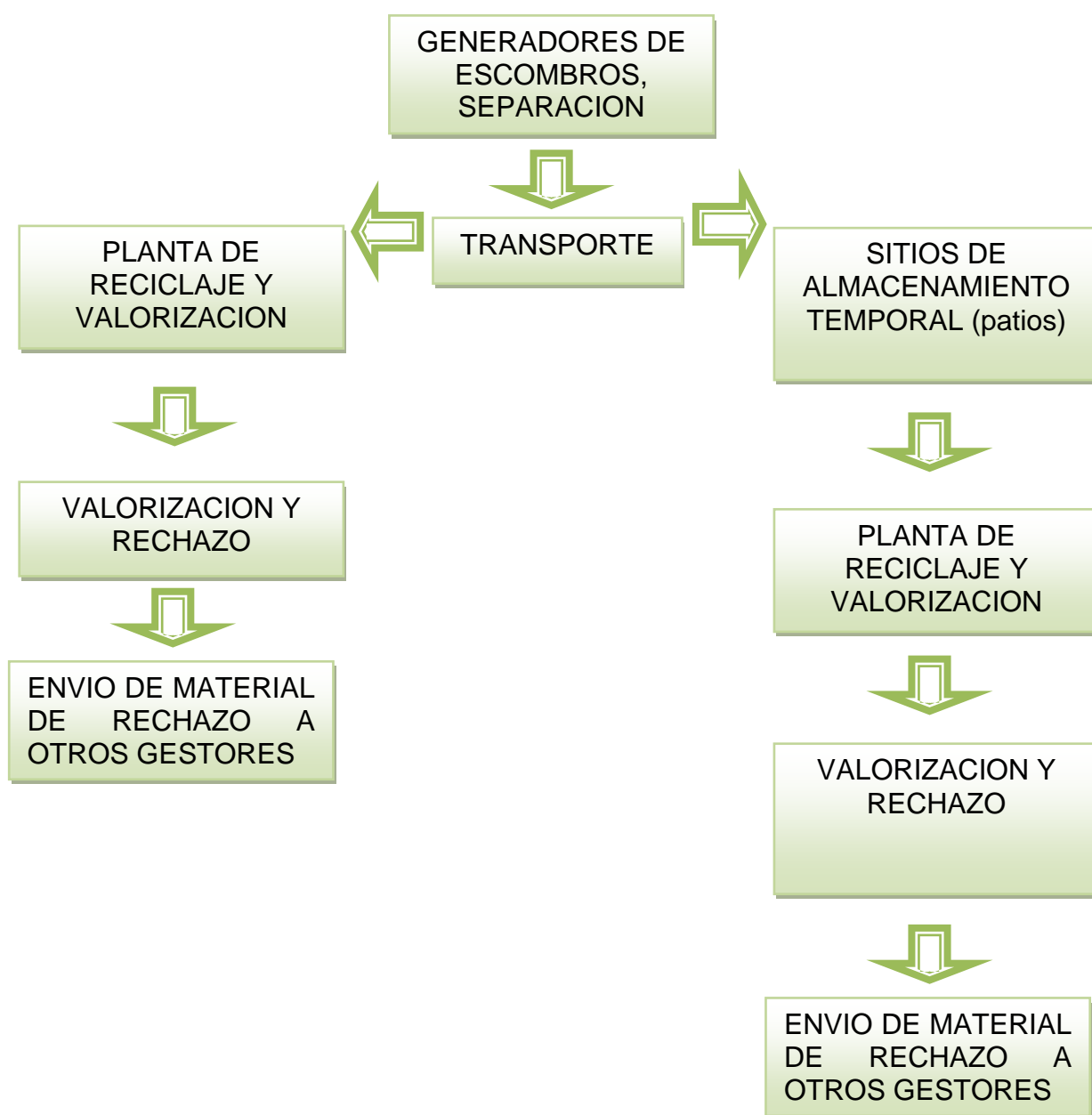
5. MODELO ALTERNATIVO DE GESTION DE ESCOMBROS

Para la correcta gestión de los escombros procedentes de las actividades de construcción se hace necesaria la creación de un Modelo Alternativo de Gestión de Escombros, el cual pretende presentar como su mismo nombre lo dice, una alternativa eficiente para la correcta gestión de los escombros generados en el AMB.

En vista que en Colombia no existe reglamentación en materia de tratamiento de escombros provenientes de las actividades de construcción y demolición, y tampoco existe tecnología en los procesos de transformación y aprovechamiento de los escombros, se plantea este modelo de gestión con el objeto de establecer los procedimientos para su reutilización, reciclado, valorización y eliminación.

Como propuesta para lograr aplicar el Modelo de Gestión, es incluirlo dentro del marco dispuesto en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS del AMB, de tal manera que todos los generadores estén obligados a llevar los escombros a la Planta de Tratamiento de Escombros para su valorización o eliminación, a menos que procedan a gestionarlos por sí mismo, de esta manera garantizamos el cumplimiento de cada uno de los lineamientos presentes en el Modelo. También es prioritaria la adecuación de los vertederos incontrolados existentes dentro del AMB.

5.1. FLUJO DE PROCESO EN EL AMB



5.2. OPERACIÓN DE LA PLANTA

Opción 1. El generador llevará sus escombros a la Planta de Tratamiento sin costo de vertido.

Opción 2. El generador llevará sus escombros a la Planta de tratamiento sin costo de vertido, en dado caso que necesite el residuo tratado para alguna aplicación en su obra, se prestará el servicio de tratamiento para sus escombros cobrando únicamente el servicio.

Opción 3. El generador llevará sus escombros a los Patios sin costo de vertido.

Opción 4. El generador llevará sus escombros al Patio sin costo de vertido, en dado caso que necesite el residuo tratado para alguna aplicación en su obra, en el patio se tendrá stock de árido reciclado procedente del tratamiento en la Planta y se cobrará únicamente por el servicio de tratamiento.

Opción 5. Se tendrá árido reciclado para la venta en la Planta de Tratamiento como en los patios, más económicos que el material natural, para el uso en obras civiles.

Opción 6. Se prestará el servicio de tratamiento en sitio, pues se dispondrá de un equipo móvil, que tendrá capacidad suficiente para el tratamiento de escombros procedente de cualquier tipo de obra.

5.3. PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE ESCOMBROS.

Separación en origen: principalmente los generadores de escombros tanto construcciones privadas como públicas, separaran in situ el material procedente de las actividades de construcción, sin mezclarlos con material orgánicos y/o peligroso.

Transporte a Planta de Tratamiento o sitios de almacenamiento temporal: el generador llevará los escombros a la Planta de Tratamiento o al patio de almacenamiento temporal, cumpliendo con la Ley 357 de 1997.

Tratamiento de los escombros: se realizarán diferentes dentro de la planta de tratamiento relacionado en siguiente punto, en el cual se llegará a la valorización y reciclaje de los escombros, finalmente se obtendrá un rechazo de la fracción no recuperable la cual se llevará a las Escombreras autorizadas en el Área Metropolitana.

Para el tratamiento del 100% de la totalidad de los escombros generados en el Área Metropolitana de Bucaramanga se debe contar con la infraestructura necesaria para su valorización y reciclaje como se describe a continuación.

5.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESCOMBROS

Basado en el documento Ministerio del Medio Ambiente España, Plan Nacional Integrado de Residuos 2007- 2015 España anexo 6. II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición/España, 2007. Se describe a continuación las características necesarias que debe constituir una planta de tratamiento y valorización:

¹⁰La infraestructura de la instalación necesaria para la gestión de los escombros provenientes de la construcción y demolición es la siguiente

¹⁰ Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2007-2015

Es una instalación de tratamiento de los residuos de construcción y demolición en las que se depositan, seleccionan y clasifican y valorizan las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objeto de obtener productos finales aptos para su utilización. Esta es una instalación cerrada se ubicará las afueras de la ciudad, y consta principalmente de maquinaria o equipo de trituración. (Ver Anexos 4 y 5).

Las plantas de reciclaje y valorización se constituyen como elemento clave en el modelo de gestión de residuos de escombros ya que en ellas se va a proceder a su clasificación y reutilización, separando los diferentes flujos de residuos para su correcta gestión ambiental, destinando a depósitos los residuos no valorizables, enviando a gestores autorizados los residuos peligroso y separando y acondicionando los residuos susceptibles de valorización.

Para la ubicación de la planta de valorización se tendrán en cuenta varios aspectos como: la lejanía a zonas residenciales y recreativas, vías fluviales, masas de agua, existencia de aguas subterráneas o reservas naturales en la zona, riesgos de inundaciones, hundimientos, terrenos inestables, protección del patrimonio o cultural.

Para garantizar un desplazamiento que optimice los costos de gestión, recogida y transporte, se dispondrá de puntos de almacenamiento temporal llamado patios.

La instalación estará vallado, y a distancia suficiente las zonas habitadas para minimizar las molestias que provocan una instalación de estas características.

5.4.1. ¹¹Parámetros de entrada y capacidad de tratamiento

Biurrarena Medio Ambiente presentó Propuesta para suministro, instalación y puesta en marcha de una Planta para reciclado de Residuos de Construcción y demolición en Colombia por medio de Presupuesto 0009/09/09 oe 00 de 2009.

En esta propuesta se describen los diferentes procesos para el tratamiento de los escombros, y se describen a continuación:

Dentro de la planta se intervienen procesos automáticos y manuales, los cuales se clasifican los residuos de entrada en fracciones como papel, cartón, metales y escombro limpio entre otros. Estos materiales se podrán vender posteriormente como subproducto para su reciclaje.

Este proyecto incluye diferentes sistemas de cribado, limpieza neumática, separación magnética y clasificación manual, con el objeto doble de: por un lado obtener un árido limpio que pueda ser comercializado, previa trituración y cribado, como subproducto en sus diferentes fracciones (Ver anexo 6) y por

¹¹ Presupuesto N°009/09/09/oe/09

otro lado separar todas aquellas fracciones ligeras como maderas, papeles y plásticos etc (Ver Anexo 7), que puedan ser destinados a reciclaje previa clasificación de los mismos.

Las especificaciones del residuo de entrada y la capacidad máxima de producción para cada tipo de material a procesar es la siguiente:

¹²**Tabla 4.RCD's mezclados (línea de calcificación y limpieza).**

| | |
|---------------------------------------|---|
| Residuos de entrada: | Residuos de construcción y demolición: son escombros procedentes de trabajos de construcción y demolición de origen diverso, compuestos por una fracción pétreo de composición variada, mezclada con otros residuos como madera, cartón, papel, metales, etc. |
| Peso específico del material: | 0,8-1,5 Tm/m ³ |
| Humedad Max. del material de entrada: | 3% |
| Dimensiones de pieza entrada: | <500 mm(material pesado) /<1.200 mm(material ligero). |
| Peso máximo de pieza de entrada | 75 Kg (ocasionalmente) |
| Capacidad Máxima: | 120 tm/h (a densidad de entrada 1,5Tm/m ³) o 100 m ³ /hr. |
| Fracción 0-80mm | Max.80 Tm/hora |
| Fracción 80+mm: | Max.80 Tm/hora. |

Fuente: datos tomados del presupuesto Biurrarena N° 009/09/09/oe/09

Tabla 5.Residuos no peligrosos y RCD's muy mezclados (línea de clasificación y limpieza).Ver tabla 2.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Residuos de entrada: | Residuos no peligrosos (no orgánicos) y RCD's muy sucios. |
| Peso específico del material: | 0,3-0,8 Tm/m ³ |
| Humedad Max del material de entrada: | 3% |
| Dimensiones de pieza de entrada: | <500 mm (material pesado)/1.200mm (material ligero). |
| Peso máximo de pieza de entrada: | 75Kg |

¹² Presupuesto N°009/09/09/oe/09

| | |
|-------------------|---|
| Capacidad máxima: | 60Tm/hora (a densidad de entrada 0,8 tm/m3) o 75 m3/hora) |
|-------------------|---|

¹³ Fuente: datos tomados del presupuesto Biurrarena N° 009/09/09/oe/09

Descripción del proceso

Admisión y primera selección

A la entrada de la planta los camiones serán pesados en la báscula de acceso a la planta.

La planta debería disponer de un punto de acceso previo a la zona de recepción donde realizar control visual y olores previos a la descarga. Desde allí, el camión se encaminará a la zona de recepción y almacenamiento.

La zona de recepción tendrá una capacidad que permita la acumulación de residuos de entrada como mínimo de una semana, de acuerdo con la producción de entrada esperada. Las áreas de circulación y descarga de camiones y contenedores se diseñarán de forma que permita la revisión y primera valoración de los residuos y evitando las aglomeraciones de los camiones a la espera de descarga, en cualquier caso, serán las definidas por el proyecto constructivo de la instalación.

El almacenamiento previo de los residuos se realizara de forma diferenciada según el tipo de escombros (hormigón, mixtos, asfaltos etc) para garantizar la calidad del producto obtenido.

Para la manipulación de residuos y productos finales se puede utilizar la siguiente maquinaria:

- Retroexcavadora o pala cargadora con cazo de 3m3.
- Camión con caja tipo dumper de 5.500x2.550x1.100mm
- Retroexcavadora sobre grúas con pinza de demolición y selección.

Línea de clasificación y limpieza

-Pretratamiento

Una vez que los escombros son aceptados y acopiados, se realiza una primera separación, manualmente o mediante pinzas de selección, antes de cargar el material en la línea de tratamiento, de los materiales, que deban seguir otro proceso de reciclaje, como madera, papel, cartón, metales y vidrio.

También se retirara con una pinza aquellos materiales de gran tamaño (>500mm (pesados), > 1.200 mm (ligeros)). Que pudieran bloquear la línea)

Así mismo, se intentara reducir al máximo posible la presencia de impropios presentes en los residuos pétreos, especialmente residuos de carácter

¹³ Presupuesto N°009/09/09/oe/09

orgánico y los considerados como peligrosos, siendo incorporados a los circuitos de gestión específicos para estos.

-Alimentación de la línea

Con la pinza de selección o con una pala cargadora alimentaremos la línea de tratamiento

El material es cargado, a través de una tolva de alimentación, a la cinta dosificadora bajo tolva que a su vez descarga en la cinta de alimentación a tromel.

En el tromel realizamos un cribado de la fracción 0-80mm.

- Limpieza de la fracción 80+mm

La fracción 80+mm que sale del tromel, es transportada mediante una cinta de tromel a windshifter hasta un windshifter para fracción 80+mm, que se separa de la fracción pétreo, la fracción ligera compuesta de grandes papeles, cartones, plásticos, y otros materiales ligeros.

El windshifter (1.6) divide así el flujo de (fracción 80+mm) en dos:

- Fracción pesada. Esta fracción es conducida a la línea de clasificación de la fracción pesada, en esta línea se clasifican de forma manual aquellos materiales que no corresponden a la fracción pétreo como pueden ser maderas, metales no férricos y materiales de rechazo, excepto los materiales ferrosos que se separan al final de la línea mediante un separador magnético.
- Fracción ligera. Esta fracción es recogida en una bahía inferior (en muros de hormigón en obra) o contenedor ubicados bajo el windshifter. Opcionalmente esta fracción se podría clasificar en una línea de clasificación de la fracción pesada, donde se separan aquellos materiales que tienen valor como subproducto, como pueden ser plásticos, papel, cartón y maderas, cayendo el material restante a un muelle al final de la línea.

La fracción pesada 80+mm, es extraída del windshifter mediante una cinta de impactos al final de la cual se encuentra montado un separador magnético que extrae los elementos férricos hasta un contenedor.

La cinta anterior descarga en la cinta de tiraje de la fracción pesada 80+mm, la cual está dividida en dos tramos: uno inclinado de entrada a la cabina de tiraje y otro horizontal dentro de la misma cabina.

La cabina de tiraje consta de 3x2 bahías de almacenamiento, es decir tiene una capacidad para 6 puestos de tiraje manual.

La fracción pesada 80+mm ya limpia que sale de la cabina de tiraje, es acopiada en una bahía exterior lista para su trituración posterior.

-Limpieza de la fracción 0-80 mm

La fracción 0-80 cae a una cintra bajo tromel, en la parte inferior de tromel donde al final separa la parte ferrosa con un separador magnético.

Esta fracción 0-80 mm, es transportada mediante una cinta a 0-80 a criba doble de trampolín 0-80/0-25/25+ mm, donde la fracción 0-80 mm es dividida en otras tres fracciones: 0-8/8-25/25-80mm. Para hacer estos cortes tan finos con material de mucha humedad al trabajar a la intemperie, es necesario la utilización de este tipo de cribas especiales de piso extensible anticongelante.

La fracción 0-8mm es una arena con una contaminación mínima que es acopiada en una bahía bajo la criba.

Las fracciones 8-25 y 25-80 mm son transportadas mediante una cinta de doble carril a un windshifter doble para fracciones 8-25/25-80mm, donde son sometidas a un proceso de limpieza por aire para eliminar los contaminantes ligeros (papel, plásticos, etc.). Estas fracciones ya limpias quedan almacenadas en un mismo muelle de almacenamiento inferior.

Funcionamiento general de un separador de aire (windshifter)

El windshifter separa la fracción pesada de los escombros (hormigón, cerámica, áridos, etc) de la fracción ligera (madera, papel, plásticos etc). El principio de funcionamiento del windshifter, es la separación de los materiales según su diferente peso específico, forma y tamaño.

El material de entrada es depositado sobre un alimentador vibrante o cinta transportadora donde se esparce homogéneamente. Al final del alimentador cae una cortina de material homogéneo sobre el que se sopla una corriente de aire debidamente direccionada.

Los materiales más ligeros son sopladados hacia un arrastrador mecánico de separación, desde donde caen a un contenedor o en una cinta transportadora para la fracción ligera. Los materiales más pesados limpios caen por gravedad, delante del arrastrador de separación, en una bahía de almacenamiento bajo el windshifter o en una cinta transportadora para la fracción pesada.

El sistema de soplado y separación puede ajustarse con el objeto de optimizar la corriente de aire entre el alimentador vibrante y el arrastrador, de modo que permita una adecuada separación de los materiales. Por un lado se puede ajustar el ángulo de soplado, el caudal y la velocidad del aire, y por otro lado, se puede ajustar la posición del arrastrador de separación en sentido horizontal y vertical, lo cual permite extraer incluso materiales largos como tubos plásticos de cableado que por su peso específico no podrían ser sopladados.

¹⁴Tabla 6. Presupuesto de los equipos:

| | |
|---|--------------------|
| Línea básica de limpieza y clasificación (fracción 80mm+) | 932.500,00€ |
| Línea de limpieza y clasificación fracción (0-80mm) | 496.500,00€ |
| Sistema de supresión de polvo | 20.000,00€ |
| TOTAL EUROS | 1.449.000,00€ |
| TOTAL PESOS SIN IVA | \$4'079.966.211,00 |

Fuente: Presupuesto Birruirena N°009/09/09/oe/09

5.5. EQUIPO MÓVIL PARA TRATAMIENTO DE ESCOMBROS IN SITU.

En oficio del 11 septiembre de 2009 dirigido a Ingeniera Monica Cecilia Acosta Reyes, la empresa Powerscreen of Florida Inc, envía cotización de equipo móvil para tratamiento de escombros in situ ver (Anexo 9). A continuación se relaciona las especificaciones técnicas del equipo y su costo.

Operación del equipo

Maquinaria pesada con capacidad de transportarse a diferentes puntos para el manejo de los escombros.

¹⁵Información técnica:

2009 Pegson 4242SR nueva en oruga, con motor Caterpillar C9, tolva alimentadora, transportador de producto, y transportador de retorno, control remoto, rotor de 4 martillos, correa magnética para sacar metales, con Criba cernidora de 5' x 11' de dos pisos, para sacar dos materiales finales, y un sobre tamaño, tiene la capacidad de producir alrededor de 250 toneladas por hora, es una de las más usadas para el reciclaje ya que puede triturar el material, y al mismo tiempo lo puede clasificar. (Ver anexo 5).

Presupuesto de la máquina

\$555,000 = \$ 1'110.000.000 puesta en Colombia

El precio que incluye un técnico para el montaje, y el entrenamiento del personal, también cuenta con el departamento servicio y limpieza de la empresa Powerscreen. La forma de pago, inicialmente se da un depósito de 25% del costo de la máquina, después de instalado el equipo se entrega el 75% restante.

¹⁴ Presupuesto N°009/09/09/oe/09

¹⁵ Cotización, Oficio 11 de septiembre del 2009 Powerscreen of Florida Inc

5.6 APLICACIÓN Y ESTUDIOS REALIZADOS CON ESCOMBROS

Los áridos reciclados son productos obtenidos del tratamiento de los escombros, después de ser procesados por medio mecánico, da como resultado un producto técnicamente viable (Ver anexo 6) para su uso en diferentes obras civiles como:

- Bases y subbases de carreteras y vías de comunicación.
- Rellenos y explanaciones urbanas.
- Sustratos para repoblaciones forestales en obra civil.
- Rellenos de zanjas.
- Muros compactados.
- Bases o subbases ligadas hidráulicamente.
- Pistas forestales y caminos rurales.
- Otras aplicaciones similares.

Adicionalmente este tratamiento da la oportunidad de obtener otro tipo de residuos sólidos que pueden ser enviados a otros gestores para su procesamiento y reincorporación al mercado, los cuales son:

- chatarra férrica.
- Vidrio
- Materiales nobles de la construcción y carpintería (cuarterones, cercos, rejas, portones, ventanas etc).
- Piedra labrada, fundamentalmente granito y basalto (adoquines, bordillos, losas, jambas, dinteles, etc).

A continuación se presenta algunas aplicaciones y estudios que actualmente se han desarrollado en el mundo.

- ¹⁶En la Figura 20 se observa Puente en Madrid, mide 165 metros de longitud y el Pilon (elemento central que se eleva) mide 40 metros de altura sostenido por 34 tirantes. Se trata del primer puente atirantado de Europa 100% con hormigón reciclado. Con ésta obra, la Diputación de Valencia se convertirá en referente europeo por su política sostenible y ecológica. Continuará la finalización de obra con sus remates e integración paisajística. Con este puente se va a dar una solución muy clara, muy fácil, y muy necesaria para cubrir las necesidades sociales, industriales, y económicas que une a los municipios Munces y Parterna, ambos municipios y se va a mejorar la capacidad viaria y la seguridad vial en las carreteras, la cual es prioridad en la funcionalidad de la red provincial.

¹⁶ <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/04/09/valencia/1239293984.html>



Figura 20 Puente vehicular en Madrid,

Fuente: www.elmundo.es

- El estudiante de pregrado de Ingeniería Civil Juan Sebastián Ferreira, desarrollo proyecto de investigación denominado ¹⁷“Adoquines hechos con escombros”, en este estudio se tomaron 280 muestras de pruebas compuestas de arena de río de pescadero, cemento, triturado, cemento y escombros, las cuales fueron expuestas a diferentes pruebas químicas y de resistencia al impacto, a los agregados naturales y a los escombros, posteriormente se sometieron a ensayo de granulometría, para determinar TM (tamaño máximo) y TMN (tamaño máximo nominal) y para la arena se establece un a propiedad que se llama modulo de finura. Finalmente se determina cuanto material se va a retener en cada tamiz según lo anterior, se obtienen los parámetros para los agregados naturales y escombros, de esta manera escoger la mejor muestra para la elaboración del adoquín (Ver anexo 8).

¹⁷ Vanguardia Liberal Adoquines hechos con escombros, por Lucy. Bueno Calderon

- En la Figura 21 se observan varias aplicaciones de los áridos reciclados, como mezclas de concreto para diferentes elementos estructurales como columnas, vigas de cimentación y zapatas y vías aplicados en Madrid-España.



Figura 21 Aplicaciones de áridos reciclados

Fuente: Cartilla José Ignacio Terre Toran, aplicación de áridos reciclados en obras civiles en Madrid-España

6. LOCALIZACIÓN

6.1. MACROLOCALIZACIÓN

Bucaramanga y su área Metropolitana presentan una problemática inminente en materia de disposición final de residuos sólidos y escombros, debido a que el único relleno sanitario se encuentra actualmente en emergencia por la caducidad en su vida útil. En cuanto a las escombreras, sólo existen cuatro privadas en la zona, las cuales prestan el servicio de acumular el material en el sitio destinado para ello.

Se evidencia la incapacidad de amontonar los desechos producidos por la población, encontrándolos arrojados en sectores residenciales, comerciales y sobre linderos de cañadas y ríos, desconociendo públicamente los riesgos y consecuencias que acarrearán estos asuntos. Sin embargo y a pesar que son cuestiones reconocidas por los gobiernos y la comunidad, no se han planteado alternativas concretas diferentes a destinar nuevos lugares para su disposición final.

Es por todo lo anterior que se hace necesario implementar tecnologías más amables con el medio ambiente que también aporten al desarrollo económico y social de nuestro Departamento.

En efecto, la industria de la construcción es una de las actividades que presenta los mejores indicadores económicos del Departamento, así mismo genera cantidades exorbitantes de escombros que pueden ser aprovechados para de esta manera planificar mejor el manejo de los recursos naturales garantizando así el desarrollo sostenible y su conservación.

¹⁸Santander es la cuarta economía de la Nación (luego de Cundinamarca, Valle del Cauca y Antioquia) con un 6.53% de participación en el PIB colombiano para el año 2006; presentando un crecimiento económico desde 1990 hasta el 2006 del 20,5%. Durante la última década la tasa de crecimiento compuesta de la participación del PIB de Santander estuvo a la delantera de la mayoría de los Departamentos.

Dentro del Plan de Desarrollo de Santander se tienen planteado realizar varios proyectos de gran envergadura, algunos planteados son los siguientes:

- Plantas para Producción de Biocombustible del cual se hace necesaria la construcción de una red vial para el transporte de materias primas.
- Construcción de la Central Hidroeléctrica de Sogamoso la cual tendrá un tiempo de ejecución de 6,5 años y contempla la necesidad de obras adicionales como el desvío de la vía principal al puerto petrolero. Se estima que para su puesta en funcionamiento se requiere inundar alrededor de

¹⁸ Plan de Desarrollo de Santander 2008-2011, Horacio Serpa Uribe-Gobernador de Santander.

7.000 has, relocalizar una población de 900 personas que viven en el área de influencia del proyecto, 40 kilómetros de carreteras, 20 kilómetros de líneas de transmisión, 11 kilómetros de Poliductos Galán, entre otras obras complementarias.

- Construcción de viviendas de interés social que solucionen integralmente la falta de techo digno a personas de escasos recursos.
- Construcción del Embalse de Bucaramanga que abastecerá de agua potable los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, este embalse conformará un espejo de 54 hectáreas.

Estos proyectos en general generan grandes cantidades de escombros que a su vez se convierten en materia prima para el uso en las obras sus mismas obras, convirtiéndose en un proyecto que resuelve unas necesidades básicas y a su vez se autoabastece económicamente, además de generar utilidades económicas, sociales y ambientales.

6.2. MICROLOCALIZACIÓN

Para la ubicación de la planta se ha tenido en cuenta principalmente:

- Cercanías a una vía principal de acceso a la planta. Esto con el fin de minimizar costos en el transporte y mantenimiento a los equipos por daños que puedan sufrir en caminos destapados.
- Un buen acceso al área de descarga se convierte en una opción tentativa a los conductores para la disposición final del escombro debido a que no exponen al aumento del deterioro de sus vehículos. Este también es un valor agregado al momento de ofrecer nuestro material resultante del tratamiento de escombros.
- Cumplimiento del POT de la zona que sea apta para la actividad a desarrollar.
- Se verificó que el área según el POT de la zona sea industrial.
- Cercanía a áreas donde se generará el material de escombro.
- Se trata de ubicar la planta en un punto que sea estratégico para que abarque a toda el Área Metropolitana de Bucaramanga.
- Cercanía a áreas donde la demanda del material que se va a ofrecer sea alta.
- Entraríamos a competir con los diferentes proveedores de material triturado o de relleno de la zona de tal forma que la ubicación cercana al Área

Metropolitana de Bucaramanga disminuiría los costos de transporte aumentando y aumentará las ventas del material.

Figura 22. Ubicación Planta de tratamiento



Fuente Google Earth, 2010.

Para la selección de la planta se realizó según metodología localización del Profesor Juan José Miranda Miranda en su libro Gestión de Proyectos en el año 2005, en el cual este estudio ayuda a analizar diferentes variables que determinen el lugar donde finalmente se ubicará el proyecto, buscando mayor utilidad o minimización de costos. En tabla 7, se relacionan tres alternativas diferentes los cuales fueron evaluados teniendo en cuenta la importancia relativa de los factores de localización:

Tabla 7 Calificación de alternativas de ubicación

| CALIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN | | | |
|--|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| FACTORES DE LOCALIZACION | OPCION Nº 1 Via Florida- Piedecusta | OPCION Nº 2 Anillo vial | OPCION Nº 3 Via B/ga-Giron |
| Colindancia respecto a la zona AMB | 70.0 | 100.0 | 50.0 |
| Vía Bucaramanga – Girón | 10 | 25 | 15 |
| Vía Bucaramanga – Piedecuesta | 30 | 25 | 10 |
| Vía Bucaramanga – Florida | 10 | 25 | 15 |
| Vía Florida – Girón | 20 | 25 | 10 |
| Facilidades de transporte | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Vías pavimentadas | 33.3 | 33.3 | 33.3 |
| Transporte intermunicipal | 33.3 | 33.3 | 33.3 |
| Transporte urbano | 33.3 | 33.3 | 33.3 |
| Área de actividad según POT | 100.0 | 100.0 | 10.0 |
| Zona industrial | 100 | 100 | 10 |
| Impacto ambiental (ruido) | 80.0 | 100.0 | 100.0 |
| Urbanizaciones a afectar con ruido | 80 | 100 | 100 |
| Crecimiento Urbano | 100 | 80 | 20 |
| Proyectos urbanidad | 10 | 40 | 10 |
| Proyectos viales | 90 | 40 | 10 |
| Total | 450.0 | 480.0 | 280.0 |

Fuente: Autor del proyecto

Según la tabla 7 el puntaje mayor lo obtuvo la opción N°2

Sabiendo que entre más kilómetros se encuentre la planta de los puntos generadores, aumenta el costo del transporte del material; se ha optado por ubicar estratégicamente sitios de almacenamiento temporal (patios) de este material en dos puntos equidistantes de tal forma que los generadores prefieran llevar el residuo a estos sitios temporales y así garantizar la disposición de este material para posteriormente llevarlo a la Planta de Valorización y Reciclaje.

Para la ubicación de los puntos de acopio temporal, inicialmente sería necesario entrar a competir con las escombreras que actualmente operan por

lo tanto estos sitios temporales se ubicaran cerca a ellas, las cuales serian las opciones N°1 y N°3.

7. CARACTERISTICAS DEL ESQUEMA PROPUESTO

7.1. FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Es el conjunto de actividades preventivas y correctivas para el buen manejo de los escombros protegiendo el medio ambiente y el entorno que lo rodea, por medio de la implementación de nuevas tecnologías que aporten al desarrollo de nuestro país; Las fortalezas de la propuesta son las siguientes:

- Cambiar la forma a la gestión de residuos que se lleva en la actualidad.
- Fomentar la reutilización mediante un tratamiento que de cómo resultado un producto técnicamente viable para el uso en obras civiles como vías, edificaciones, ferrocarriles, estaciones petroleras, puentes, etc.
- Mitigar la contaminación que causa la acumulación en terrenos potencialmente útiles para actividades agrícolas, llamadas escombreras.
- Erradicar las canteras legal o ilegalmente constituidas de donde se saca el material que comúnmente se denomina recebo, el cual sería remplazado por el nuevo producto resultado del tratamiento de los escombros.
- Al recuperar los escombros se puede reducir el costo del vertido y de materias primas o productos de construcción.
- Valorizar lo que se pueda reutilizar.
- Depositar en vertederos controlados lo que no se pueda reutilizar.
- ¹⁹Los residuos inertes a tratar tienen las características de no experimentar transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, estos residuos no son solubles ni combustibles los cuales no reaccionan física ni químicamente, tampoco afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto, que puedan llegar a contaminar el medio ambiente o perjudicar la salud humana, el contenido de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes.

Para la gestión de los escombros es necesario llevar a cabo las siguientes acciones:

- Implementar planta de valorización de escombros, simple, eficiente y versátil de la instalación.

¹⁹ Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2007-2015

- ²⁰Automatización y eficiencia en la limpieza de residuos mediante sistemas neumáticos widshifter, donde solamente los residuos más sucios y de mayor tamaño (fracción 80+mm) es donde la limpieza se complementa con una clasificación o control de calidad manual que se realiza en cabina de tiraje, en unas condiciones laborales adecuadas, tanto a higiene como a eficiencia.
- ²¹Mínima emisión de polvos: debe contar con un sistema de supresión de polvo mediante nebulización de agua con tensoactivos en diferentes posiciones clave de la instalación.
- ²²Mínima emisión de ruidos la instalación debe contar con sistemas de reducción de ruidos como medida correctoras en diferentes puntos de la instalación.
- Socializar con las empresas constructoras la planta de valorización, para que lleven a la planta sus escombros, y conozcan el nuevo material que tiene especificaciones técnicas iguales o mejores que el material de cantera.
- Concientizar a las entidades ambientales para apoyar este proyecto por medio de la aplicación de este modelo alternativo de gestión, haciéndoles ver que entre mayor sea la recuperación de los escombros, menor el impacto ambiental que estos provocan así como menor la explotación de recursos naturales.

Las desventajas que tiene el desarrollo de este modelo alternativo de gestión de escombros, son:

- La falta de legislación para el tratamiento de estos materiales, sería ideal que todas las entidades tanto públicas como privadas, estén en la obligación de entregar estos residuos a la planta de tratamiento para su valorización o eliminación por cuanto teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales. Principio 10 Conferencia Rio de Janeiro 1992.
- La falta de cultura ciudadana por el inadmisibles vertido incontrolado de los residuos, por el poco control y el incumplimiento de la legislación actual para el vertido.

²⁰ Presupuesto N°009/09/09/oe/09

²¹ Presupuesto N°009/09/09/oe/09

²² Presupuesto N°009/09/09/oe/09

El Modelo de Gestión va acompañado del compromiso de cada uno de los involucrados, desde el que produce los escombros hasta la entidad ambiental que controla.

Es de gran importancia el apoyo de las entidades ambientales para el cumplimiento practicar la Gestión integral de Escombros por medio de la aplicación de este Modelo de Gestión Integral de Escombros.

7.2. IMPACTO AMBIENTAL, ECONOMICO Y SOCIAL

- *Impacto Ambiental:* El impacto ambiental que genera este proyecto se relaciona directamente como se define Producción más limpia según la UNEP (United Nations Environment Programme) es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.

²³Los efectos secundarios como la emisión de polvo se reducirá durante el proceso de la planta pues la instalación consta de un sistema de supresión de polvo mediante la nebulización de agua con tensoactivos en diferentes posiciones claves de la instalación, la planta también está dotada con sistemas de limpieza por aire windshifter que son equipos compactos en los cuales el aire impulsado es recirculado a la entrada del sistema de impulsión, previo filtrado a través de una rejilla auto limpiante de este modo se evitan las emisiones directas de aire y polvo a la atmosfera con lo que la generación de polvo es mínima; para la reducción de la emisión de ruidos la planta lleva diferentes medidas correctoras en diferentes puntos de la instalación la cual consiste en: carenado del tromel, carenado de los sistema neumáticos de limpieza (windsefter) y aislamiento acústico de cabina de tiraje.

- *Impacto Económico:* Al partir de la aplicación de esta tecnología, el aporte económico se ve reflejado en la comercialización de estos materiales los cuales son competitivos en el desarrollo de la actividad de la construcción, ya que su adquisición reduce la compra de materiales pétreos de origen natural, reduce tarifas de vertido en escombreras, disminución en costos de operación de escombreras y canteras.

²⁴Beneficios de invertir en producción más limpia: como cualquier inversión la decisión de invertir en producción mas limpia depende de la relación costo-beneficio. En la práctica, frente a las restricciones de capital de inversión, se opta mas por la adopción de estrategias ambientales correctivas (tratamiento al final del proceso), que estrategias preventivas, como es el caso de producción más limpia. Sin embargo, al comparar los

²³ Presupuesto N°009/09/09/oe/09

²⁴ Política Nacional de Producción más Limpia.

cambios que se generan en la estructura de costos totales, cuando se decide invertir en producción más limpia y cuando no, se tiene que con el tiempo los costos disminuyen significativamente, debido a los beneficios generados a partir del aumento en la eficiencia de los procesos, los ahorros en el consumos de materias primas y energía, y la disminución de residuos y emisiones contaminantes.

Lo anterior se enseña en la Figura 23. Sin inversión en producción más limpia, la estructura de costos totales no presenta variaciones sustanciales en el tiempo, comportamiento que se puede presentar por la línea horizontal. Cuando se toma la decisión de invertir en producción más limpia, al principio, las inversiones son significativas producto de las adaptaciones de estas nuevas tecnologías limpias al proceso productivo, (que van desde el mismo costo del capital de inversión hasta disponer del know how técnico y gerencial), incrementando los costos totales. Gráficamente esto corresponde a la diferencia entre las curvas de costos totales sin inversión en producción más limpia y con inversión en producción más limpia, en el primer segmento. En el tiempo, el periodo de retorno de esta inversión varía solo a partir de la generación de los beneficios, los costos totales disminuyen, obteniendo así los rendimientos esperados de esta inversión. Gráficamente estos ahorros en la estructura de costos se representan como la diferencia entre las dos curvas, en el segundo segmento de la grafica.

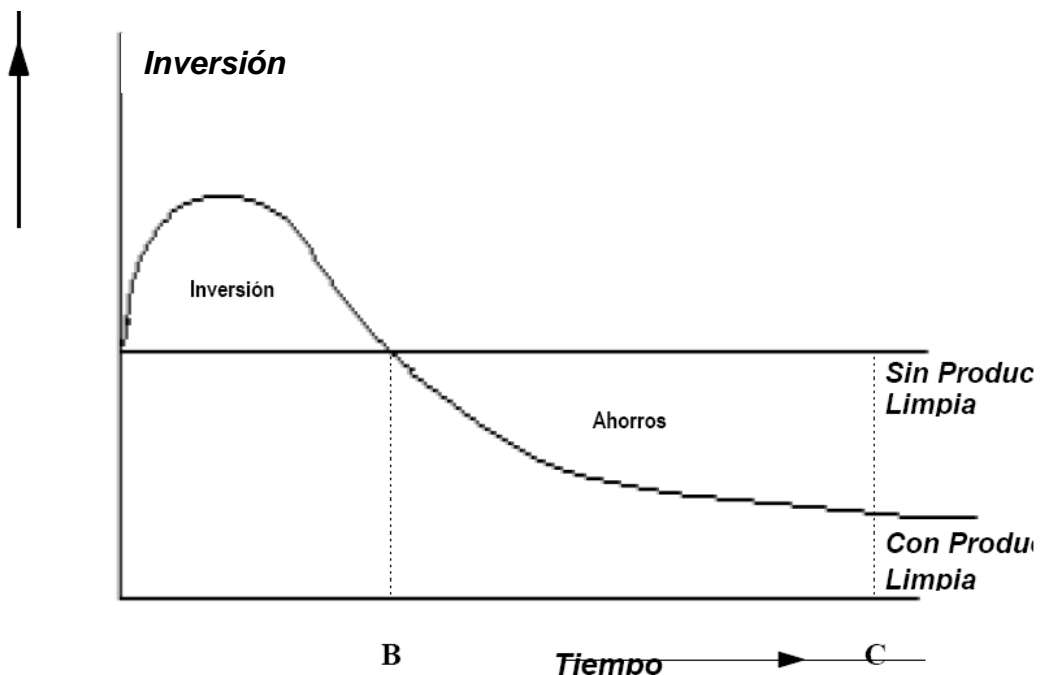


Figura 23 Costos Vs Beneficio. Fuente: tomada de BKH: Policies and policy instruments to promote cleaner

- *Impacto Social:* Esta planta generaría empleo a un grupo de personas, además de contribuir a la sensibilización y educación del sector específico de la construcción sobre la importancia del tratamiento y beneficios sobre el producto final. De igual manera se produciría un impacto positivo en la salud de los pobladores cercanos a las zonas de almacenamiento de los escombros. La Planta debe estar ubicada a las afueras de la ciudad según decreto 1713 artículo 74, que hace referencia a la localización de una planta de aprovechamiento de residuos sólidos y de esta manera no afectar a la comunidad por cualquier efecto negativo durante la operación de la misma.

CONCLUSIONES

- En el Área Metropolitana de Bucaramanga al igual que en todas las ciudades y municipios de Colombia, se presenta la misma problemática de disposición de escombros, siendo estos, el vertimiento acostumbrado en sitios inadecuados que afectan tanto el medio ambiente como a la sociedad, acumulación de residuos en terrenos potencialmente útiles y el desperdicio de materias primas para su reutilización en obras civiles.
- La Normativa en Colombia de manejo de residuos sólidos específicamente de los escombros, no regula la actividad de recuperación y valorización de escombros para ser reincorporados en los diferentes procesos productivos. La normativa Colombiana se enfoca en proponer en sus diferentes decretos o reglamentos, reducir la cantidad de residuos a disponer, disminuir los impactos negativos ambientales y uso de materias primas, desarrollar proyectos de recuperación de residuos sólidos con la implementación de plantas de aprovechamiento, pero no obliga como tal, a los generadores a realizar una gestión integral de los escombros.
- El Modelo de Gestión de escombros se desarrolla como herramienta para solucionar la problemática ambiental generada por el manejo incontrolado de los escombros, cambiando la forma a la gestión de los escombros que se lleva en la actualidad, fomentando la reutilización mediante el tratamiento con nueva tecnología, mitigando la acumulación de estos residuos, valorizando lo que se pueda reutilizar y proponiendo la erradicación de canteras ilegales causantes de la destrucción de la naturaleza.
- La infraestructura planteada para el tratamiento de los escombros son tecnologías, nuevas e innovadoras que aportan al desarrollo sostenible del país. Esta tecnología está diseñada para mitigar impactos negativos que genera el tratamiento de los escombros, dentro de sus procesos hay mecanismos que disminuyen la contaminación. La inversión de esta tecnología resulta ser significativa pero recuperables en el tiempo por el beneficio que de esta se obtiene.
- La actividad de la construcción se ha constituido en un medidor del crecimiento de las ciudades, para progresar necesitan realizar obras civiles edificaciones, vías, puentes, hidroeléctricas, puertos, y demás, para esto es necesario el uso de recursos naturales pétreos; se plantea entonces remplazar estos recursos naturales pétreos, por los áridos reciclados los cuales resultan ser más económicos y con especificaciones técnicas favorables. En otros países como en España esta práctica es común, desafortunadamente en Colombia la mentalidad de reutilización de escombros, no se ha desarrollado debido, a que el país es rico en recursos naturales, y no busca nuevas alternativas para mitigar su uso, todo lo contrario, los recursos naturales en Colombia se desperdician.

ANEXO 1. Artículo Presentado a Universidad del Norte para participar en el II SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERIA DE RESIDUOS EN LA UNIVERSIDAD DEL NORTE DE BARRANQUILLA.

EVALUACION ECONOMICA DE UNA MICROEMPRESA DE RECICLAJE DE ESCOMBROS

Serrano-G. M.F¹, Acosta M..²

¹mariaf.serrano@upbbga.edu.co, ²macostareyes@gmail.com
Universidad Pontificia Bolivariana Km. 7 Vía Piedecuesta

Resumen

La mayoría de proyectos de construcción, es decir, obras nuevas o remodelaciones a obras existentes, generan gran cantidad de escombros. Existen personas naturales o entes jurídicos que ofrecen el servicio de recolección y transporte hacia las escombreras, en donde otras personas naturales o personas jurídicas se encargan de la disposición. Se plantea la hipótesis que la recuperación de parte de estos escombros, luego de ser sometidos al proceso de selección y caracterización, pueden ser recuperados y obtenerse valor industrial de los mismos. Este trabajo es un estudio de viabilidad para la creación y montaje de una microempresa de reciclaje industrial de escombros, para cuyo montaje se están aplicando a sistemas de financiación externo y/o interno.

Palabras clave: concreto, empresa, escombro, ambiente

1. Introducción

Para 1995 se conocía que la producción de residuos sólidos en Colombia ascendía a 18.000 toneladas, de las cuales alrededor del 71% correspondía a Cundinamarca, Antioquia, Atlántico y Valle. Además de los botaderos a cielo abierto, algunas comunidades disponen sus residuos sobre ríos o fuentes de agua superficiales. Los residuos de hospitales, industrias y laboratorios se mezclan, se transportan y disponen con ciertos procedimientos. De no seguir normas ambientales de disposición, se incurre en problemas de:

- Salud pública, por cuanto se pueden generar enfermedades como tétano, cólera, dengue y hepatitis, entre otras más.
- Contaminación y degradación del ambiente, por cuanto se afectan el aire, agua y suelo.

Como lo define el Departamento Nacional de Planeación en Colombia, según consulta en la red (2009), la prestación del servicio de aseo es responsabilidad de los municipios de acuerdo con la Ley 142 de 1994. Es interesante recordar, además, que la actividad de disposición final y tratamiento de los residuos sólidos es un componente de la tarifa que se cobra por la prestación del servicio de aseo. Los recursos para garantizar la prestación del servicio pueden

ser administrados por el municipio si es el prestador directo o por un operador privado. Así mismo, a través del Sistema General de Participaciones (Ley 715 de 2001) los municipios cuentan con recursos que la Nación gira a los municipios y que pueden ser destinados al servicio de aseo.

2. Marco Conceptual

La cantidad de residuos tiende a aumentar a medida que mejora el nivel de vida de los individuos. En países europeos, se considera que la producción de residuos es del orden de 1 k/hab/d y en ciudades muy pobladas puede ascender a 1.5 k/hab/d [1].

La calidad ha variado con el paso del tiempo, encontrándose que la proporción de residuos de calidad orgánica ha disminuido y la de papel, plásticos y envases ha aumentado. Esta afirmación es a nivel general, y podría tener un comportamiento diferente a nivel particular en ciertas poblaciones.

2.1 Producción per cápita per día (PPC)

El conocimiento de la PPC (Kg/hab/día) es fundamental para tratar de establecer alternativas de disposición de residuos. En Colombia, la ppc media estimada es 0.5 kg/hab/día, variando de 1 kg/hab/día en las grandes ciudades hasta 0.2 kg/hab/día en poblaciones con menor número de habitantes [2]. Tan solo en Bogotá la producción superaba hacia 1995 las 5,000 toneladas/día lo cual representa casi el 28% de la producción de residuos de toda Colombia [2, 3].

2.2 Composición Física de los residuos

La composición de los residuos varía según las costumbres y el grado de desarrollo de los generadores de residuos. Este indicador determina el potencial recuperable de ciertos productos y la mejor tecnología para el tratamiento de los mismos [2]. Alrededor de este indicador se puede apreciar que la composición de los residuos sólidos en ciudades es de papel y cartón, vidrio y cerámica, metales, plásticos, cueros, madera, textiles, vegetales, ladrillos y ceniza, principalmente; en donde la producción de papel y cartón representa un porcentaje significativo aún en países desarrollados [2].

En proyectos de construcción, la producción de residuos (escombros) dependerá de la actividad que se esté realizando pudiendo encontrarse concreto, ladrillo, madera, tejas, vidrio, papel, cartón, metales, plásticos, yeso. En mantenimientos viales, por ejemplo, la composición de los residuos variará encontrándose asfalto, áridos, hormigón, suelo y metales.

2.3 Composición Química de los residuos

La determinación de la composición química se requiere para determinar el tipo de tratamiento que se dará a los residuos sólidos. Con este indicador se conocen los materiales volátiles, la humedad y la ceniza, el poder calórico, la DBO, la DQO y la relación carbono nitrógeno C/N.

La mayor parte de los escombros procedentes de la construcción y demolición son de baja peligrosidad, pero si de alto impacto visual por el gran espacio que ocupan. Uno de los aspectos a destacar dentro del tratamiento y aprovechamiento de estos escombros es disminuir la utilización de canteras, buscando el remplazo de este material, por el nuevo producto con mejores especificaciones técnicas.

3. Sistemas de tratamiento de residuos

El tipo de tratamiento depende de varios factores dentro de los cuales podrían citarse contenido de materias volátiles, la humedad, así como también factores económicos. Pueden citarse diferentes tipos de tratamiento tales como reciclaje, compostación, incineración, pirólisis, entre otros. Este trabajo profundiza en el reciclaje, que es el objeto de este estudio, y describe brevemente los otros tipos de tratamiento.

3.1 Reciclaje

El reciclaje contribuye a reducir el uso de insumos producidos a base de recursos naturales y a disminuir la cantidad de residuos que puedan llegar a disposición final [4, 5, 6]. Consiste en el aprovechamiento y uso eficiente de los residuos sólidos que se logra con la recuperación, reelaboración y re utilización de desechos de diferentes fuentes generadoras; sin embargo, se debe tener en cuenta que los materiales o los objetos reciclados tienen posibilidades de cierta cantidad de ciclos de vida útil [7, 8]. Es un tratamiento que exige organización para selección, separación, acopio, comercialización, reuso y transformación [2; 9]. Implica además, la implementación de procesos de producción limpia; este es un proceso que se puede aplicar para residuos orgánicos e inorgánicos [10].

Los programas de reciclaje implican que se debe considerar:

- El tipo de material a reciclar
- El uso que tendrá el material
- El mercado al cual se ofrece

Las campañas de separación primaria son útiles para seleccionar mejor el material y representan un beneficio al momento de implementar el sistema de tratamiento final [7]. Adicionalmente, es importante tener en cuenta que pueden presentarse materiales que presentan dificultades en el proceso de reciclaje y requieren tecnologías muy costosas para su recuperación [11]. Tal es el caso de la recuperación de granito de una cantera para la fabricación de losetas, en donde se requirió maquinaria para la trituración, molienda y adecuación de la materia prima para la fabricación de dichas losas [12].

Sin embargo, por otro lado, existen algunos materiales provenientes de la industria de la construcción que pueden ser recuperados de las obras. El vidrio, por ejemplo, ha mostrado resultados exitosos en la elaboración de nuevos envases utilizando como materia prima vidrio reciclado [1, 10], encontrándose que alrededor de 0.738 millones Ton/año pueden ser recuperadas [13]. En cuanto al plástico, [10] reportó que no existe información

precisa sobre la actividad de reciclaje de este material pero que se estima que la pequeña y mediana empresa reciclan el plástico para recuperar materia prima; a este respecto Murillo (1995) indicó que según reporte del comité de reciclaje de la ANDI, el reciclaje de plástico puede ascender a 0.128 millones Ton/año [13]. Para el caso del metal, el reciclaje del mismo está alrededor de 0.057 millones Ton/año, sin embargo esta cifra puede estar subdimensionada por cuanto gran parte de la selección la realizan los conocidos “charreros” [13]. En promedio, la actividad recicladora en Colombia ha logrado resultados favorables que han conllevado a la disminución en un 8 a 12% de la cantidad de residuos contaminantes de suelos y aguas ya que los recicladores han logrado recuperar insumos que pueden ser apetecidos por las industrias. No hay que perder de vista, entre tanto, que las materias recicladas nunca tendrán el mismo valor de las materias vírgenes.

La labor de reciclaje en general es desarrollada por los recicladores [13; 14]. La función social del reciclador se complementan con la generación de empleo para miles de familias, las cuales desarrollan el trabajo normalmente a la intemperie y con los riesgos que presenta [14].

Jornadas de Sensibilización y Participación Ciudadana

Para tener éxito en las tareas de reciclaje se hace necesario implementar programas de educación y participación ciudadana [4]. Así mismo es lo relacionado con cuánto y qué tipos de desechos son los que se recogen en nuestro país [13]. Es indudable, que conocer cuánto tipo de desechos se producen y de qué tipo, proporcionaría una idea de cuánto se pierde en las calles por deficiencias en el proceso de recolección, por ejemplo.

Se podría mencionar que a nivel mundial, la cadena del reciclaje se mueve según necesidades económicas, entre tanto que las campañas escolares se mueven en torno a motivaciones ecológicas, casi siempre desconectadas de las realidades sociales y económicas de la región [7]. Se destaca sin embargo, que existe preocupación de las entidades educativas para formar a sus estudiantes alrededor de la minimización de producción y estrategias de reciclaje. Es así como, al interior de la Universidad Pontificia Bolivariana se ha iniciado una campaña de sensibilización a la comunidad universitaria, empezando por el personal encargado de la recolección hasta difundir la información con las directivas quienes son las que se encargan de definir las normas que garanticen la implementación de estos sistemas al interior de la Institución.

3.2 Relleno sanitario

Uno de los sistemas de tratamiento más usado en grandes ciudades. Para ello, se selecciona un sitio para esparcir y compactar los residuos de manera que el volumen se reduce y el impacto visual se disminuye cubriendo los residuos ya compactados con tierra [15]. El sitio de disposición se debe acondicionar para que el material se pueda acomodar por capas.

3.3 Vertederos a cielo abierto

Es uno de los sistemas de disposición más comúnmente utilizados [15]. En ciertas localidades del Area Metropolitana de Bucaramanga durante el trabajo de campo realizado en este estudio se observó que la disposición de los escombros, residuos sólidos provenientes de la industria de la construcción, se hacía por este sistema ya que no acarrea costo alguno.

3.4 Incineración

Consiste en la reducción de los residuos al tamaño de cenizas [15] escoria y gases [6], de manera que toda la parte carbonada se transforma directamente en gas carbónico [1]. Este sistema acarrea problemas ambientales adicionales si los hornos utilizados no están provistos de mecanismos para control de emisiones.

Además, se generan residuos sólidos secundarios tales como cenizas y escorias, se ocasiona ruido e impacto visual. Sin embargo, a pesar de los impactos negativos por emisiones de gases, existen beneficios relacionados con la recuperación de metales y con el posible uso de los residuos sólidos secundarios [6].

Uno de las aplicaciones que resultan exitosas de este sistema de tratamiento se observa cuando se somete a incineración neumáticos que han sido desechados. El alto poder calorífico de estos residuos, los hace atractivos para ser utilizados como combustible ya que generan menos nitrógeno y azufre, además que la materia resultante puede ser utilizada para pavimentos. Entre tanto, las concentraciones de cinc y cromo son mayores que las generadas con carbón habitual. Otro inconveniente de la técnica, es el alto costo de las centrales térmicas que tienen este insumo como combustible, siendo rentables únicamente en regiones donde la generación de neumáticos (volumen) sea un problema para la comunidad [16].

3.5 Pirólisis

También conocida como termólisis o carbonización en la cual la oxidación ocurre en una atmósfera pobre en oxígeno a temperaturas entre 260 y 590°C, creándose gases combustibles como el metano y óxido de carbono [1, 16]. La mayoría de plantas emplean hidrógeno como reductor. Gallego y otros [16] concluyen de la técnica que la escasa calidad de los productos y los altos costos en las inversiones han hecho que las instalaciones que se han construido hayan resultado inviables comercialmente.

3.6 Vertido controlado

El término vertido hace referencia al depósito de los residuos en lugares destinados para tal fin, conocidos por el nombre de vertederos, en donde se acumula un máximo de volumen en un espacio reducido [6]. En este tipo de tratamiento se producen gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, el metano efluentes líquidos como el nitrógeno y cloruros. Adicionalmente los vertederos generan polvo, olores y ocupación de suelo.

3.7 Alternativas de aprovechamiento

Se pueden citar varios mecanismos dentro de los cuales podría citarse la minimización, compostaje, lombricultura, entre otros.

Compostación: Es una alternativa de tratamiento de residuos orgánicos en la cual mediante la degradación bioquímica se transforman los residuos domésticos, comerciales, públicos, agrícolas e industriales. De esta forma, la materia orgánica biodegradable se convierte en materia estable (humus) mediante el trabajo de bacterias, hongos y actinomicetos [1, 17].

Una variante de este tratamiento es el depositar los residuos en recipientes que le provean condiciones anaerobias. Esto ocasiona producción de un gas con una concentración alrededor del 50% de metano. Por esta razón, a este proceso se le llama metanización que no se debe confundir con la gasificación en caliente, que es un proceso térmico [1]. El compost que se produce en este proceso presenta una relación C/N menor que la del producto de compostación, por cuanto parte del Carbono se libera en la formación del metano.

Minimización: Puede agruparse dentro de alternativas de aprovechamiento, por cuanto se busca concientizar al generador de residuos en la alternativa del reuso del material que se está descartando [2, 10]. Esta es una etapa de manejo de la producción de residuos en las distintas actividades desde el punto de generación hasta su disposición final [6]. La Figura 1 es una representación del proceso de minimización en producción de residuos sólidos.

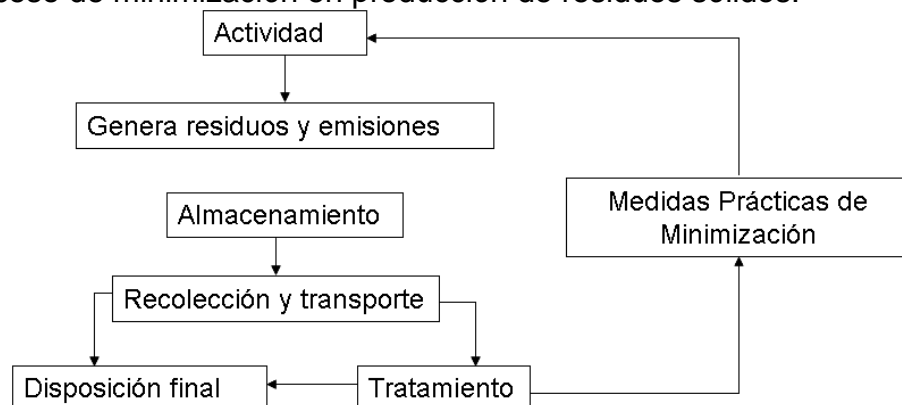


Figura 1 Etapas de manejo incorporando minimización

4. Organización de la empresa de reciclaje de escombros

En marzo de 2009, en la plataforma del Ministerio de Educación en internet, aparece la noticia que el Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) autorizó la contratación con la banca multilateral de un crédito por 20 millones de dólares para financiar el programa de disposición de residuos sólidos. Esto evidencia, que existe interés de la Nación por implementar acciones que disminuyan la disposición a cielo abierto de los residuos. Se espera, según el Plan de Desarrollo que a 2010 existan cero municipios con

disposición inadecuada de residuos; es decir, aún falta 330 municipios para cumplir este objetivo.

Haciendo un análisis de las prioridades ambientales de un país, se debe dirigir la atención hacia el desarrollo del sistema de ciudades que concentra el grueso de la población consumidora de bienes y servicios y que a la vez es gran productora de residuos. Se observa entonces, que el manejo de los residuos, tanto sólidos como líquidos, es una prioridad ambiental que está asociada a la planificación. Esta favorable coincidencia es la clave para que un proyecto de reciclaje tenga la viabilidad de un desarrollo urbano sostenible.

Bajo esta misma directriz es momento de proponer un sistema de reciclaje de escombros que favorezca a la Nación. Para determinar la creación de una empresa destinada al reciclaje de escombros se deben definir, entre otras, la ubicación del centro de acopio, la organización empresarial de los encargados del reciclaje, la legalización de la empresa lo cual implica la consolidación y la estructuración administrativa de la misma, la capacitación permanente del personal.

Una propuesta a desarrollar sería el implementar una empresa solidaria, en la cual entre todos los integrantes se realice el mercadeo de materiales y la preparación de los mismos para un posterior reúso. De esta manera se genera un beneficio ambiental además de un beneficio social y económico. El sostenimiento de una empresa, con este esquema de funcionamiento exige la participación de profesionales que orienten en los procesos a seguir para lograr una clasificación eficiente de los recursos.

En cuanto al tipo de material a reciclar, se propone reutilizar los escombros provenientes de friso, enchape, excavación, principalmente. Este material se reutilizará para preparación de adoquines pero deben cumplir con las características y propiedades que se ajusten a la normativa del país por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas-Icontec, y a las estipulaciones de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98). Este tipo de agregado se identificara como un agregado reciclado o artificial [18].

La instalación necesaria para la gestión de los escombros provenientes de la construcción y demolición requiere en principio del montaje de una planta de valorización. Esto es, la implementación de tratamiento de los residuos de construcción y demolición. En esta planta se depositan, seleccionan y clasifican y valorizan las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objeto de obtener productos finales aptos para su utilización [19].

Adicionalmente, alrededor del Decreto 1713 de 2002, la planta debe estar localizada en sitios en donde el uso del suelo, establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial, o Esquema de Ordenamiento Territorial y en el Plan de Desarrollo del Área metropolitana de Bucaramanga. Por otro lado, debe cumplir con:

- su funcionamiento debe ser técnicamente viable y económicamente sostenible, cuidando que se cumplan condiciones de control de ruido, olor, generación de partículas, descargas líquidas y control de vectores de transmisión..
- las vías de acceso deben permitir la movilidad de los vehículos que transportan los escombros desde los puntos de transferencia
- preferiblemente, deben ser espacios cerrados para minimizar los impactos visuales negativos, o poseer un diseño que favorezca el paisaje del entorno.
- debe tener un área mínima para la recepción de los residuos a recuperar y prever la capacidad de almacenamiento del material recuperado, incluyendo el manejo de almacenamiento en situaciones de contingencia y comportamiento del mercado.
- debe tener un sistema de ventilación adecuado, de prevención y control de incendios, y buen sistema de drenaje para manejo de aguas de escorrentía

Será responsabilidad del administrador, el determinar la frecuencia, horario y formas de presentación para la recolección de los residuos aprovechables. El transporte de los escombros debe realizarse en vehículos motorizados cerrados y debidamente adecuados para tal fin.

4.1 Montaje de la microempresa

El presente artículo corresponde a un avance de la investigación que se está adelantando para evaluar la viabilidad de una microempresa encargada de reciclaje de escombros. La organización propuesta para el desarrollo de estas actividades es:

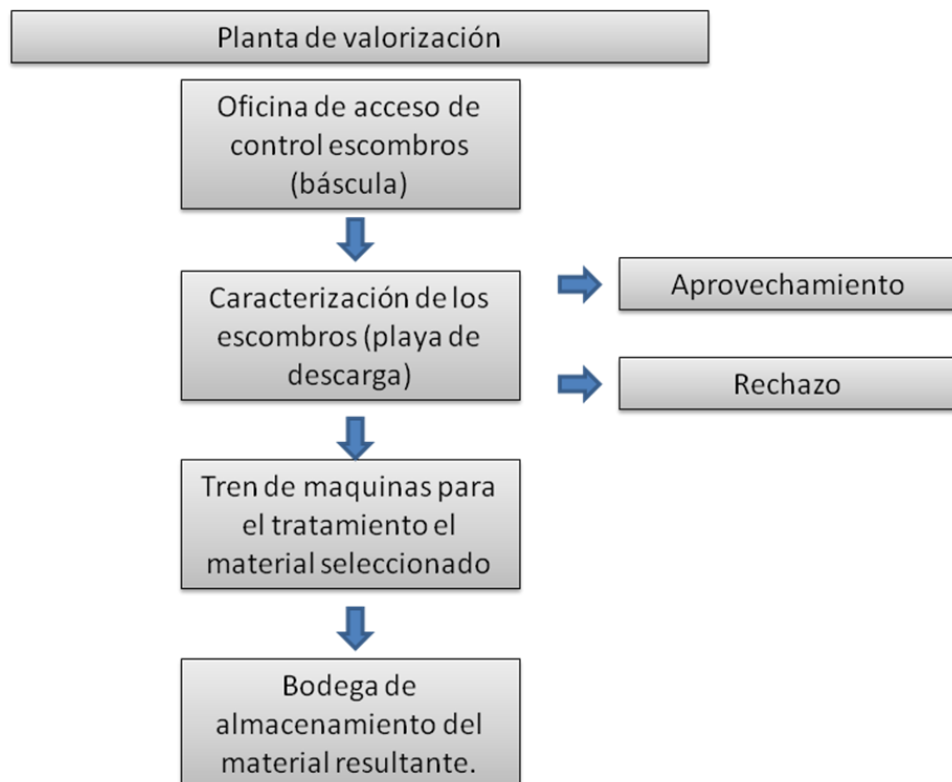


Figura 2 Organización de la microempresa

3. Conclusiones

Todo proyecto de construcción genera gran cantidad de residuos que son dispuestos en escombreras. Algunos de estos residuos pueden ser recuperados y re-utilizados dentro de la misma obra. Este aprovechamiento de material de desecho permite la generación de empleo, por cuanto requiere el desarrollo de etapas que garanticen que el material recuperado puede ser re-utilizado y tiene las características de inerte. Este es un avance de un proyecto de investigación en el cual se está proponiendo la creación de una microempresa para el reciclaje de estos escombros.

Existe interés de parte de la autoridad ambiental de incorporar programas que mitiguen la contaminación generada por la disposición indiscriminada de escombros. El desarrollo de esta microempresa favorecerá positivamente la preservación del medio ambiente.

4. Referencias

[1] Leroy J.B., "Guía para la elaboración de un proyecto de tratamiento de residuos urbanos", Residuos , Volumen 82, julio-agosto, 2005, pp. 46-64.

[2] Cadena Amparo, Aspectos Técnicos en el manejo de los residuos sólidos", Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.

[3] Murillo Everardo, "Para un sistema eficaz de recolección de residuos en los procesos de comercialización", Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p

[4] Uribe G.A., "La Industria frente a un programa sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje", Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.

[5] Burgueño A., "Gestión de residuos de construcción y demolición", Residuos, Volumen 76, marzo-abril, 2004, pp. 48-56.

[6] Greño F., "Costes externos de la gestión de residuos urbanos", Residuos , Volumen 82, enero-febrero, 2005, pp. 54-64.

[7] Dominique de Suremain Marie, "La participación de las organizaciones no gubernamentales en el manejo de los residuos sólido y el reciclaje", Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.

[8] Wilburn D. y T. G. Goonan, "Aggregates from Natural and Recycled Sources: Economic Assessments for Construction Applications: Materials Flow Analysis", U.S. GEOLOGICAL SURVEY CIRCULAR 1176, disponible en la red

<http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/circulars/c1176/c1176.html>, publicado en la Region Central en Denver, Colorado, Junio 1 de 1998, consultado Junio 9 de 2009.

[9] Alvarado L.A. y G.E. Torres, “Comportamiento mecánico e hidráulico de materiales reciclados tratados con cemento y su incidencia en el diseño de pavimentos”, Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana, 2007.

[10] Jaramillo G.A., “Que nada ni nadie sea desecho: Aspectos educativos en el manejo de residuos sólidos”, Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.

[11] Uribe G.A., “La Industria frente a un programa sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje”, Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.

[12] Albarrán C., M.J. Liso-Rubio, M.M. Jordán-Vidal y T. Sanfeliu-Montolio, “Alteración, valoración y aprovechamiento de residuos de granitos extremeños”, Residuos, Volumen 81, noviembre-diciembre, 2004, pp. 50-54.

[13] Murillo Everardo, “Para un sistema eficaz de recolección de residuos en los proceso de comercialización”, Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.

[14] Murillo Espólito, “Aspectos sociales y organizativos en el manejo de los residuos sólidos”, Hacia un Pacto Limpio, Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje, Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995b, 237p.

[15] Aristizabal C. y M. Sáchica, El aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios no tóxicos en Bogotá D.C., Monografía para optar título de Abogado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Jurídicas, Bogotá, 2001, pp.89.

[16] Gallego J., R. T. Raz y M.A. del Val Melús, “Pavimentos asfálticos con neumáticos de desecho: la opción más ecológica para un residuo en aumento”, Residuos, Volumen 46, enero-febrero, 1999, pp.62-68.

[17] Serrano M.F., Manejo de los residuos orgánicos que se producen en la Universidad Pontificia Bolivariana por el método de compostación, Boletín Científico ISSN0124-051X, Volumen II, No. 1, 1999, pp. 44.

[18] Muñoz J. y L. R. Sarmiento, “Evaluación técnico-económica del uso del concreto reciclado en la construcción de obras civiles”, Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga, 2005.

[19] Acosta M., “Modelo alternativo de gestión de escombros Area Metropolitana de Bucaramanga”, Monografía de Especialización en Gerencia e

Interventoría de Obras Civiles, Universidad Pontificia Bolivariana, 2009
(material en revisión).

ANEXO 2. Marco Jurídico Ambiental en Colombia

En la actualidad, en Colombia no existe una legislación básica específica sobre el tratamiento de los residuos en su lugar, se plantean diferentes normas que relacionan el tema. Se cita la normatividad vigente en residuos sólidos que abarca el manejo de los escombros, que se toma de referencia para el Modelo Alternativo de Gestión de escombros:

Normativa Colombiana

- Decreto 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

ARTÍCULO 1: El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social.

La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social.

ARTÍCULO 2: Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.
2. Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos.
3. Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.

ARTÍCULO 3: De acuerdo con los objetivos enunciados, el presente Código regula:

- a) El manejo de los recursos naturales renovables, a saber:
 1. La atmósfera y el espacio aéreo nacional.
 2. Las aguas en cualquiera de sus estados.

3. La tierra, el suelo y el subsuelo.
 4. La flora.
 5. La fauna.
 6. Las fuentes primarias de energía no agotables.
 7. Las pendientes topográficas con potencial energético.
 8. Los recursos geotérmicos.
 9. Los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental e insular de la República.
 10. Los recursos del paisaje.
- b) La defensa del ambiente y de los recursos naturales renovables contra la acción nociva de fenómenos naturales;
- c) Los demás elementos y factores que conforman el ambiente o influyen en él, denominados en este Código elementos ambientales, como:
1. Los residuos, basuras, desechos y desperdicios.
 2. El ruido.
 3. Las condiciones de vida resultantes de asentamiento humano urbano o rural.
 4. Los bienes producidos por el hombre, o cuya producción sea inducida o cultivada por él, en cuanto incidan o puedan incidir sensiblemente en el deterioro ambiental.

ARTÍCULO 8: Se consideran factores que deterioran el ambiente entre otros:

- a) La contaminación del aire, de las aguas, del suelo y de los demás recursos naturales renovables.

Se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente de los recursos de la Nación o de los particulares.

Se entiende por contaminante cualquier elemento, combinación de elementos, o forma de energía que actual o potencialmente pueda producir alteración

ambiental de las precedentemente descritas. La contaminación puede ser física, química o biológica;

- b) La degradación, la erosión y el revenimiento de suelos y tierras;
- c) Las alteraciones nocivas de la topografía;
- d) Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas;
- e) La sedimentación en los cursos y depósitos de agua;
- f) Los cambios nocivos del lecho de las aguas;
- g) La extinción o disminución cuantitativa o cualitativa de especies animales o vegetales o de recursos genéticos;
- h) La introducción y propagación de enfermedades y de plagas;
- i) La introducción, utilización y transporte de especies animales o vegetales dañinas o de productos de sustancias peligrosas;
- j) La alteración perjudicial o antiestética de paisajes naturales;
- k) La disminución o extinción de fuentes naturales de energía primaria;
- l) La acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios;
- m) El ruido nocivo;
- n) El uso inadecuado de sustancias peligrosas;
- o) La eutricación, es decir, el crecimiento excesivo y anormal de la flora en lagos y lagunas;
- p) La concentración de población humana urbana o rural en condiciones habitacionales que atenten contra el bienestar y la salud.

ARTÍCULO 21: Mediante el sistema de informaciones ambientales se procesarán y analizarán, por lo menos las siguientes especies de información:

- e) Sobre usos no agrícolas de la tierra;
- f) El inventario forestal;
- g) El inventario fáunico;

ARTÍCULO 25: En el presupuesto nacional se incluirá anualmente una partida especial y exclusivamente destinada a financiar los programas o proyectos de preservación ambiental.

ARTÍCULO 26: En el proyecto general de cualquier obra pública que utilice o deteriore un recurso natural renovable o el ambiente, se contemplará un programa que cubra totalmente los estudios, planos y presupuesto con destino a la conservación y mejoramiento del área afectada.

ARTÍCULO 34: En el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios, se observarán las siguientes reglas:

a) Se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos, basuras, desperdicios y, en general, de desechos de cualquier clase;

b) La investigación científica y técnica se fomentará para:

1. Desarrollar los métodos más adecuados para la defensa del ambiente, del hombre y de los demás seres vivos.

2. Reintegrar al proceso natural y económico los desperdicios sólidos, líquidos y gaseosos, provenientes de industrias, actividades domésticas o de núcleos humanos en general.

3. Sustituir la producción o importación de productos de difícil eliminación o reincorporación al proceso productivo.

4. Perfeccionar y desarrollar nuevos métodos para el tratamiento, recolección, depósito y disposición final de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos no susceptibles de nueva utilización.

c) Se señalarán medios adecuados para eliminar y controlar los focos productores del mal olor.

ARTÍCULO 35: Se prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios y, en general, de desechos que deterioren los suelos o causen daño o molestia a individuos o núcleos humanos.

ARTÍCULO 36: Para la disposición o procesamiento final de las basuras se utilizarán, preferiblemente, los medios que permitan:

a) Evitar el deterioro del ambiente y de la salud humana;

b) Reutilizar sus componentes;

c) Producir nuevos bienes;

d) Restaurar o mejorar los suelos.

ARTÍCULO 37: Los municipios deberán organizar servicios adecuados de recolección, transporte y disposición final de basuras.

La prestación de este servicio por personas naturales o jurídicas de derecho privado requerirá autorización ajustada a los requisitos y condiciones que establezca el Gobierno.

ARTÍCULO 38: Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.

- ²⁵Resolución 0477 de 2004 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

"Por la cual se modifica la resolución 1045 de 2003 en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGRIS y se toman otras determinaciones."

- ²⁶Decreto 1713 de 2002. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

"Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el decreto ley 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos."

ARTÍCULO 44. RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS. *Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El Municipio o Distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS.*

La persona prestadora del servicio público de aseo podrá prestar este servicio, de acuerdo con los términos de la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente o la que la sustituya o modifique. En cualquier caso, la recolección, transporte y disposición final de escombros deberá efectuarse en forma separada del resto de residuos sólidos.

ARTÍCULO 67. PROPÓSITOS DE LA RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO. *La recuperación y aprovechamiento de los*

²⁵ Resolución 477 de 2004 Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

²⁶ Decreto 1713 de 2002. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

materiales contenidos en los residuos sólidos tiene como propósitos fundamentales:

1. Racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales.

Recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos.

3. Reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en forma adecuada.

4. Disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final.

5. Garantizar la participación de los recicladores y del sector solidario, en las actividades de recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida.

ARTÍCULO 68. PERSONAS PRESTADORAS DEL SERVICIO DE ASEO QUE EFECTÚAN LA ACTIVIDAD DE APROVECHAMIENTO. El aprovechamiento de residuos sólidos podrá ser realizado por las siguientes personas:

1. Las empresas prestadoras de servicios públicos.

2. Las personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas o como complemento de su actividad principal, los bienes y servicios relacionados con el aprovechamiento y valorización de los residuos, tales como las organizaciones, cooperativas y asociaciones de recicladores, en los términos establecidos en la normatividad vigente.

3. Las demás personas prestadoras del servicio público autorizadas por el artículo 15 de la Ley 142 de 1994, conforme a la normatividad vigente.

PARÁGRAFO. Las personas prestadoras del servicio de aseo que efectúen la actividad de aprovechamiento incluirán en su reglamento las acciones y mecanismos requeridos para el desarrollo de los programas de aprovechamiento que hayan sido definidos bajo su responsabilidad en el PGIRS. Sin perjuicio de lo anterior, los prestadores del servicio que no desarrollen esta actividad, deberán coordinar con los prestadores que la efectúen, el desarrollo armónico de las actividades de recolección, transporte, transferencia y disposición final a que haya lugar.

ARTÍCULO 69. RECUPERACIÓN EN LOS PGIRS. Los municipios y distritos superiores a 8.000 usuarios del servicio público, al elaborar el respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, están en la obligación de analizar la viabilidad de realizar proyectos sostenibles de aprovechamiento de residuos; en caso de que se demuestre la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos, el Municipio y Distrito tendrá la obligación de promoverlos y asegurar su ejecución acorde con lo previsto en este decreto.

ARTÍCULO 70. FORMAS DE APROVECHAMIENTO. Como formas de aprovechamiento se consideran, entre otras, la reutilización, el reciclaje, el

compostaje, la lombricultura, la generación de biogás y la recuperación de energía.

ARTÍCULO 74. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO. *Para la localización de la planta de aprovechamiento de materiales contenidos en los residuos sólidos, se deben considerar entre otros los siguientes criterios:*

- 1. Debe tenerse en cuenta los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, Plan Básico o Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT, y el Plan de Desarrollo del Municipio o Distrito.*
- 2. Debe ser técnica, económica y ambientalmente viable, teniendo en cuenta las condiciones de tráfico, ruido, olor, generación de partículas, esparcimiento de materiales, descargas líquidas y control de vectores.*
- 3. Debe considerar las rutas y vías de acceso de tal manera que minimice el impacto generado por el tráfico.*

ARTÍCULO 75. DISEÑO DE EDIFICACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO. *En el diseño de edificaciones destinadas al aprovechamiento de residuos sólidos deben considerarse como mínimo los siguientes aspectos constructivos:*

- 1. El diseño arquitectónico de la zona operativa debe ser cerrado a fin de mitigar los impactos sobre el área de influencia.*
- 2. Contar con un área mínima para la recepción de los residuos a recuperar y prever la capacidad de almacenamiento del material recuperado, teniendo en cuenta las situaciones de contingencia y comportamiento del mercado.*
- 3. Tener vías de acceso de acuerdo al tipo de equipos de transporte a utilizar en el servicio ordinario de aseo.*
- 4. Contar con un sistema de ventilación adecuado.*
- 5. Contar con sistema de prevención y control de incendios.*
- 6. Contar con el sistema de drenaje para el control de las aguas lluvias e infiltración y sistema de recolección y tratamiento de lixiviados.*
- 7. Contar con sistemas tendientes a la minimización y control de ruido, generación de olores, emisión de partículas, esparcimiento de materiales y control de vectores.*

ARTÍCULO 77. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES PARA EL APROVECHAMIENTO. *Para la recolección y transporte de materiales dedicados al aprovechamiento se deberá seguir, entre otras las siguientes especificaciones:*

- 1. La persona prestadora del servicio establecerá, de acuerdo con el PGIRS, frecuencias, horarios y formas de presentación para la recolección de los residuos aprovechables.*
- 2. La recolección puede efectuarse a partir de la acera, o de unidades y cajas de almacenamiento.*

3. El transporte debe realizarse en vehículos motorizados cerrados y debidamente adecuados para tal fin.

ARTÍCULO 79. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS. Las aguas residuales provenientes de los procesos de aprovechamiento de residuos sólidos, deberán manejarse bajo los principios y la normatividad sobre el tema, de tal manera que se eviten los posibles impactos sobre la salud humana y el medio ambiente.

ARTÍCULO 80. FORTALECIMIENTO DEL APROVECHAMIENTO. Con el objeto de fomentar y fortalecer el aprovechamiento de los residuos sólidos, en condiciones adecuadas para la salud y el medio ambiente, el Ministerio del Medio Ambiente en coordinación con el Ministerio de Desarrollo Económico podrá, con apoyo de la industria y la participación de las universidades y/o Centros de investigación, adelantar estudios de valoración de residuos potencialmente aprovechables, con el fin de promocionar la recuperación de nuevos materiales, disminuir las cantidades de residuos a disponer y reunir la información técnica, económica y empresarial necesaria para incorporar dichos materiales a los procesos productivos. Del mismo modo, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, CRA, acorde con lo previsto en el artículo 12 de este decreto, definirá los criterios y parámetros necesarios para el otorgamiento de incentivos tarifarios adicionales a los usuarios.

ARTÍCULO 81. PARTICIPACIÓN DE RECICLADORES. <Artículo modificado por el artículo 8 del Decreto 1505 de 2003. El nuevo texto es el siguiente:> Los Municipios y los Distritos asegurarán en la medida de lo posible la participación de los recicladores en las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos. Una vez se formulen, implementen y entren en ejecución los programas de aprovechamiento evaluados como viables y sostenibles en el PGIRS, se entenderá que el aprovechamiento deberá ser ejecutado en el marco de dichos programas. Hasta tanto no se elaboren y desarrollen estos Planes, el servicio se prestará en armonía con los programas definidos por la entidad territorial para tal fin.

ARTÍCULO 126. CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES, DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y GRANDES CENTROS URBANOS. Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenible y de los Grandes Centros Urbanos, en relación con la gestión integral de los residuos sólidos y como máxima autoridad ambiental en su jurisdicción:

1. Asesorar y orientar a las entidades territoriales de su jurisdicción en la elaboración de planes y programas en materia de gestión integral de residuos sólidos, de manera tal que se asegure la armonía y coherencia de la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos y las acciones adoptadas por las entidades territoriales.

2. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del suelo y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos a las aguas, al aire o a los suelos, en desarrollo del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y los programas correspondientes. Estas funciones comprenden la expedición de los respectivos permisos y autorizaciones a que haya lugar.

3. Imponer y ejecutar las medidas de policía y las sanciones previstas en la ley, en caso de violación a las normas de protección ambiental y de manejo de recursos naturales renovables y exigir la reparación de los daños causados.

- ²⁷Decreto 357 de 1997. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

“Regula el manejo, transporte y disposición final de los escombros y materiales de construcción.”

Artículo 2. Esta prohibido arrojar, ocupar. Los generadores y transportadores de escombros y materiales de construcción serán responsables de su manejo, transporte y disposición final de acuerdo con lo establecido en el presente decreto.

...El tiempo máximo permitido para el almacenamiento de escombros y materiales de construcción en el espacio público es de (24) horas.

Artículo 5. La disposición final de los materiales a los que se refiere el presente decreto deberá realizarse en las escombreras distritales, en las estaciones de transferencia debidamente autorizadas por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, en los rellenos de obra autorizados por las autoridades de planeación distrital.

Artículo 7. Las escombreras se localizarán preferiblemente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas. La utilización de estas áreas debe contribuir a su restauración paisajística.

Artículo 8. El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente exigirá un Plan de Manejo Ambiental a los operadores de Estaciones de transferencia y de escombreras, y entregará en cada caso, los términos de referencia para la elaboración de ese Plan.

- ²⁸Decreto 605 de 1996.

“Vigente únicamente en el título de Prohibiciones, Sanciones y Procedimientos.”

- ²⁹Resolución 541 de 1994. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

²⁷ Decreto 357 de 2006

²⁸ Decreto 605 de 1996

²⁹ Resolución 541 de 1994

“Reglamentación de material de escombros y transporte de materiales de construcción.”

Artículo 1, Definiciones, Ítem II En materia de Disposición final

- 2. Esta prohibido la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere esta resolución, e áreas de espacio publico.*
- 3. La persona natural o jurídica, publica o privada que genere tales materiales y elementos debe asegurar su disposición final de acuerdo a la legislación sobre la materia.*
- 4. Esta prohibido mezclar los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución con otro tipo de residuos líquidos o peligrosos y basuras, entre otros.*

Parágrafo: para efectos del cumplimiento de lo establecido en este numeral y con base en la legislación ambiental vigente, los municipios deberán reglamentar los procedimientos constructivos de las obras públicas tendientes a minimizar los impactos ambientales de las mismas. Las especificaciones ambientales resultantes de dicha reglamentación deberán formar parte integral de las especificaciones generales de construcción de toda obra pública.

- ³⁰Ley 9 de 1979

“Ley Sanitaria Nacional (ministerio de Salud). Control de descargas de residuos sólidos y materiales que puedan afectar las condiciones sanitarias del medio ambiente.”

- ³¹Decreto 838 de 2005.

“Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.”

Artículo 17. Cofinanciación de la Nación. Para que las entidades territoriales puedan acceder a los recursos de cofinanciación de la Nación para proyectos de sistemas de disposición final de residuos sólidos, y deberán haber identificado, planteado, analizado y evaluado, dentro de los correspondientes estudios de factibilidad que soportan el proyecto, alternativas de regionalización del servicio y presentarlas en su solicitud, con la copia del acto administrativo respectivo donde se ubican y delimitan las áreas para este tipo de proyectos, sin perjuicio de la reglamentación que sobre el particular disponga cada entidad en su orden correspondiente.

Artículo 23. Disposición de escombros. Los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en escombreras cuya ubicación haya sido previamente definida por el municipio o distrito, teniendo en cuenta lo dispuesto en la

³⁰ Ley 9 de 1979

³¹ Decreto 838 de 2005

- ³² *Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o la norma que la sustituya, modifique o adicione y demás disposiciones ambientales vigentes.*

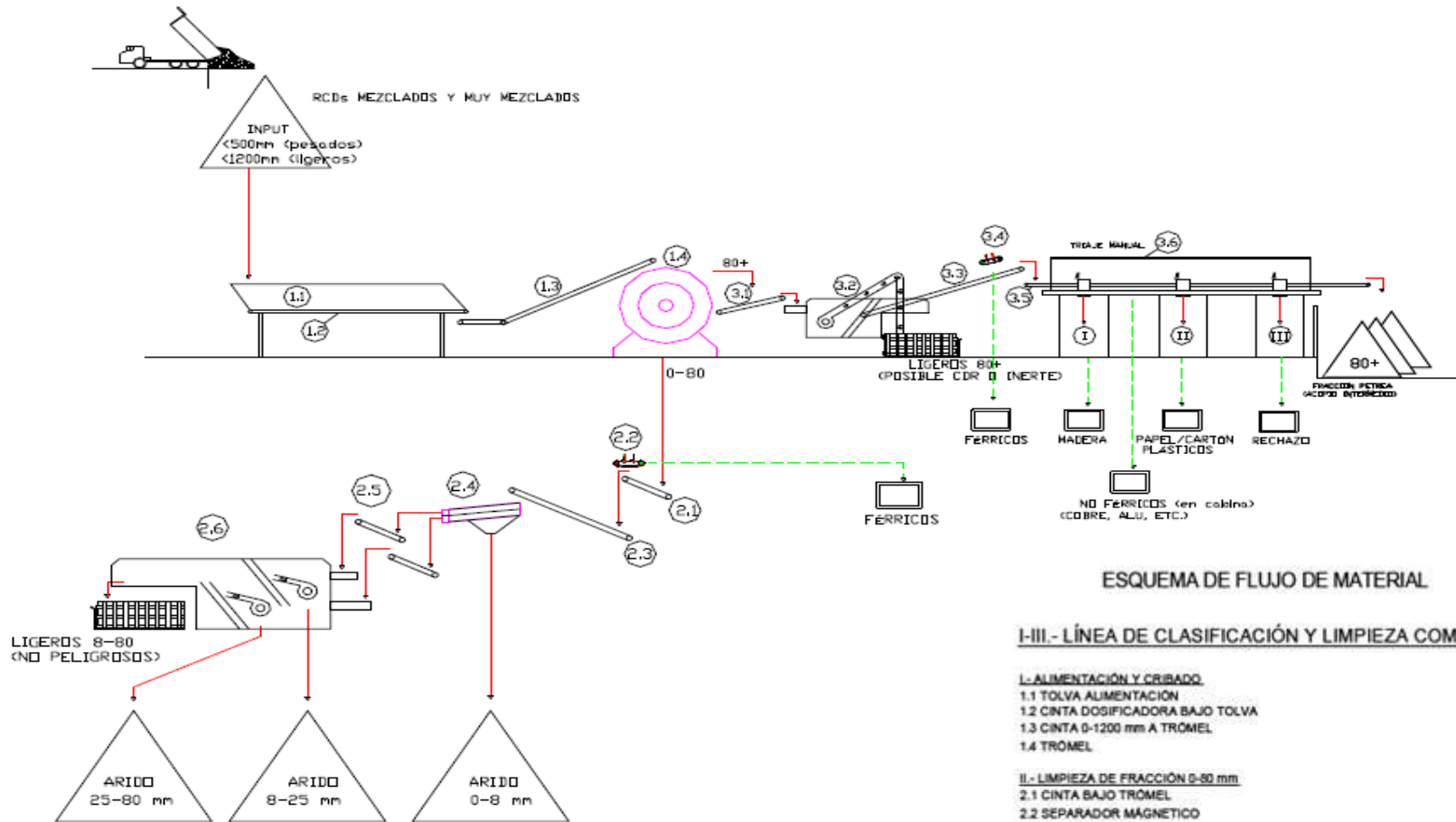
³² Resolución 541 de 1994

ANEXO 3. Encuesta realizada a personas que trabajan en el área de la Construcción.

| | | |
|--|---|----------------|
| NOMBRE: _____ | CARGO: _____ | EMPRESA: _____ |
| FECHA: _____ | | |
| Esta encuesta hace parte de un trabajo del Seminario de Investigación, en el cual participan estudiantes del semillero de Ingeniería Civil aportan información para la monografía de la Especialización de Gerencia e Interventoría de Obras Civiles de la Ing. Monica Acosta. | | |
| Conocimiento del producto y practica de reciclaje | | |
| 1 | Opina usted que el reciclaje de escombros podría ser una buena practica dentro de una obra civil? | |
| | Que escombreras conoce en Bucaramanga y su area metropolitana? | |
| | El Doradal | |
| 2 | El Parque | |
| | La Piedecuestana | |
| | Tres Esquinas | |
| 3 | Conoce el tratamiento final de los escombros en las escombreras? | |
| 4 | Conoce aplicaciones de reutilizacion de escombros para produccion de concretos, morteros, pisos? | |
| 5 | Sabia usted que existen plantas de tratamiento de escombros, las cuales siguiendo ciertos procedimientos, fabrican un producto con especificaciones técnicas que proveen un producto apto para aplicaciones en construcción de vías, estabilización de taludes, construcción de andenes etc..? | |
| 6 | Sabia usted que este producto se utiliza como relleno o recebo en otros países y es mas económico que el material común de cantera? | |
| | Que tipos de productos conoce que se reciclen? | |
| | Vidrio | |
| | Plástico | |
| | Tela | |
| 7 | Residuos hospitalarios | |
| | Ladrillo | |
| | Concreto | |
| | Madera | |
| | Metal | |
| | Asfalto | |
| Oferta de producto | | |
| Se pretende iniciar una microempresa de reciclaje de escombros. De ella se obtendría un producto que se ofrecería al mercado. | | |
| Este producto se forma de diferentes residuos de construcción (escombros) tratados con control de calidad y ajustado a las condiciones de especificaciones técnicas de construcción, para proyectos de obras civiles, vías, estabilización de taludes, construcción de andenes, edificaciones, puentes etc, y con un precio económicamente competitivo. Este producto, ayuda a la reducción del impacto ambiental negativo, un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, generará empleo, entre otros factores. | | |
| | Es clara la naturaleza del producto que se obtendría? | |
| | Si su respuesta es negativa, por favor explique el por que? | |
| | No tengo claro si el concreto lo consideran como reciclable | |
| 8 | No confiaría en la calidad del producto | |
| | No define los productos anexos a esos productos para producir productos utiles | |
| | Los productos son muy generales, no son especificos | |
| | Depende del producto y el uso el cual se destine debe cumplir las normas de calidad difíciles de cumplir con productos de desecho | |
| | No se conocen los ensayos y soportes sobre los cuales estos productos garantizan la calidad de los mismos | |
| | No se sabe que tipo de producto, ni para que serviría, ni ventajas económicas, ni aportes en la construcción | |
| 9 | Cree usted que este producto podría solucionar un problema o una necesidad al impacto ambiental? | |
| 10 | Teniendo en cuenta el producto que se ofrece, le resultaría atractivo adquirirlo si puede utilizarlo en aplicaciones de construcción. | |
| | ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen del producto? | |
| | Economía | |
| 11 | Innovación | |
| | Aporta solución ambiental | |
| | generación de empleo | |
| | Si no le atrae consumir el producto, por favor indiquen el por que de su decision: | |
| | No lo necesita | |
| 12 | No creo que funcione | |
| | No confía en la calidad | |
| | Otra, por favor justifique que razón desestimularía el consumo de este producto por parte de ud o su empresa? | |
| 13 | Que tan diferente cree usted que es este producto en comparación con otros que están ahora en el mercado? | |
| | Muy diferente | |
| | Algo diferente | |
| | Apenas diferente | |
| | Nada diferente | |
| 14 | Si el producto encontrado, resultante de la selección del material, clasificación, trituración y molienda, y demás ajustes, tiene las características de un agregado grueso, lo reemplazaría como parte del agregado grueso? | |
| 15 | Que reglamentación conoce que tenga relación con manejo de escombros? | |
| | De residuos sólidos, Los de Barranca y Bogotá, Invias, Disposición y reglamentación de escombreras en CDMB | |
| | Reglamento CDMB, iso 14000, manuales de IDU, CDMB, el establecido para transporte y disposición de escombreras, Ley 1258 | |
| | Apojaría Ud productos provenientes de reciclaje de escombros en Bucaramanga o en el area metropolitana? | |
| | Por favor, justifique su respuesta. | |
| | No ya que no hay suficiente información respecto al tema | |
| | Si, para ciertos usos controlados | |
| 16 | Si, para reutilizar material que podría generar impactos negativos al medio ambiente adicionalmente podría disminuir el impacto en la escarpa de Bucaramanga, ya que estos residuos no serían dispuestos allí, si no llevados a la planta de reciclaje de concreto para obtener algunos recursos | |
| | Si, porque es un producto innovador, se podría economizar y promover obras menores | |
| | Si buscando el desarrollo de la ciudad cuidando así su ambiente | |
| | Si teniendo un producto con calidad se podría realizar | |
| | Si, porque es generador de empleo así habría un espacio nuevo de reciclaje de escombros | |
| | Si es una solución ambiental | |
| | Se debe tener en cuenta la calidad en el producto | |

ANEXO 4. Plantas fijas

33 Esquema de flujo de material



ESQUEMA DE FLUJO DE MATERIAL

III.- LÍNEA DE CLASIFICACIÓN Y LIMPIEZA COMPLETA

I.- ALIMENTACIÓN Y CRIBADO

- 1.1 TOLVA ALIMENTACIÓN
- 1.2 CINTA DOSIFICADORA BAJO TOLVA
- 1.3 CINTA 0-1200 mm A TROMEL
- 1.4 TROMEL

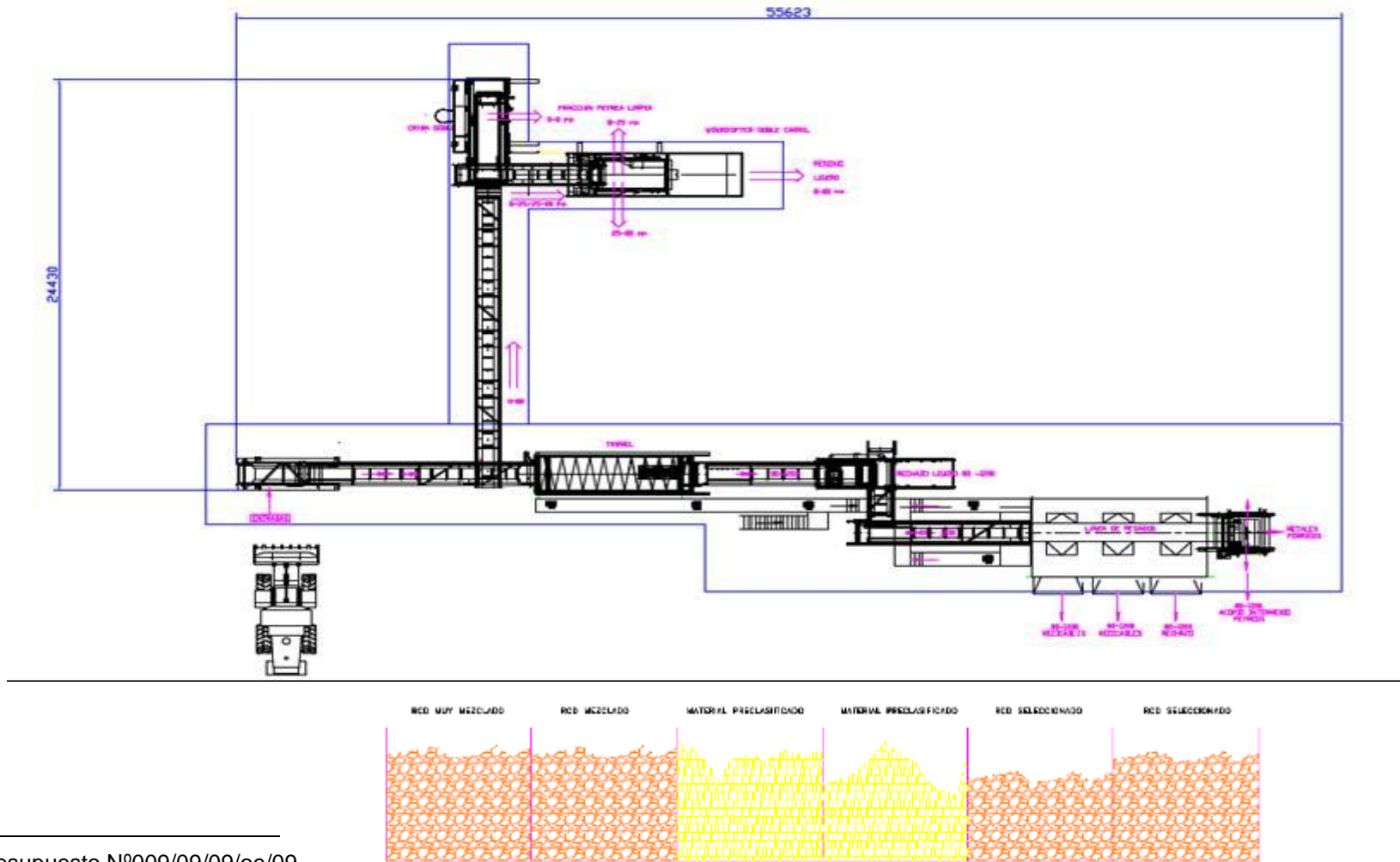
II.- LIMPIEZA DE FRACCIÓN 0-80 mm

- 2.1 CINTA BAJO TROMEL
- 2.2 SEPARADOR MAGNETICO
- 2.3 CINTA A CRIBA DOBLE
- 2.4 CRIBA DOBLE DE TRAMPOLIN 5/25 mm
- 2.5 CINTA A WINDSHIFTER
- 2.6 WINDSHIFTER DE DOBLE CARRIL 5-25/25-80 mm

III.- LIMPIEZA DE FRACCIÓN 80+ mm

- 3.1 CINTA PARA 80+ DE TROMEL A WINDSHIFTER
- 3.2 WINDSHIFTER FRACCIÓN 80+ mm
- 3.3 CINTA DE IMPACTOS DE SALIDA DE WINDSHIFTER 80+ mm
- 3.4 SEPARADOR MAGNETICO 80+
- 3.5 CINTA DE TRIAJE DE FRACCIÓN PESADA 80+ mm
- 3.6 CASINA DE TRIAJE 3X2 BAHÍAS PARA FRACCIÓN PESADA 80+ mm

34 Esquema de proceso



34 Presupuesto N°009/09/09/oe/09



Plantas Tratamiento de escombros, diferentes procesos de producción tomada de la Cartilla de Jose Ignacio Tertre Toran

ANEXO 5. Plantas Móviles

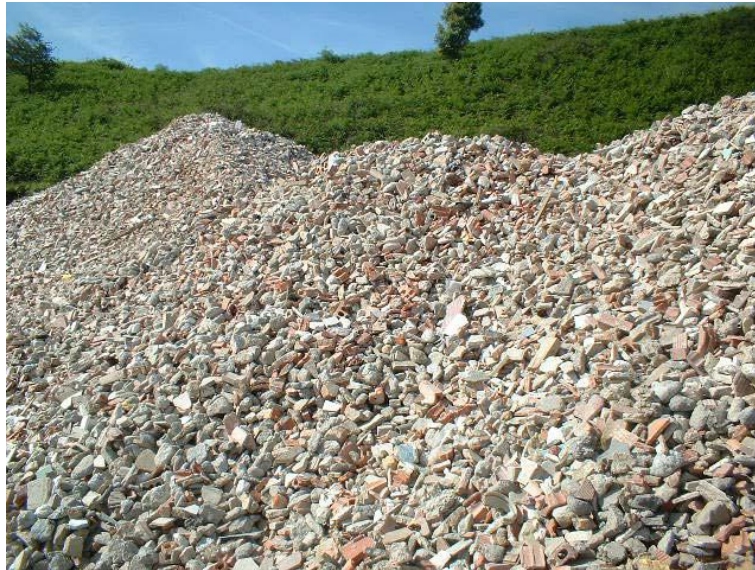


³⁵Triturador de Reciclaje móvil, marca Pegson 4242SR, fotografía tomada de Cotización, Oficio 11 de septiembre del 2009 Powerscreen of Florida Inc.

³⁵ Cotización, Oficio 11 septiembre de 2009 Powerscreen of Florida Inc

ANEXO 6. Productos resultantes del Tratamiento

Resultado del tratamiento de los escombros, materia prima para el uso en posteriores obras civiles. Estos materiales poseen características técnicamente favorables para su aplicación en concretos, morteros, rellenos para muros de contención, aplicación en vías y demás.



Árido reciclados dimensión mayor 80 mm.



Áridos reciclados dimensión menor a 80mm

ANEXO 7. Otros productos resultantes del Tratamiento

Varillas, metales, madera, cartón, productos reciclables para uso posterior, estos materiales se envían a otros



Materiales reciclados para reincorporarlos a sus procesos productivos.



ANEXO 8. Publicación en Vanguardia Liberal y poster proyecto adoquines hechos con escombros.

Adoquines hechos con escombros

POR LUCY J. BUENO CALDERÓN

Reutilizar los escombros de la construcción para la producción de adoquines es el aporte que hace para reducir el problema de contaminación ambiental el semillero de investigación de Ingeniería Civil de la UPB, "SIC".

Todo partió al observar el impacto ambiental negativo que se genera por la producción de escombros en los distintos proyectos en la ciudad, y la posibilidad de usarlos para la producción de concreto.

El concreto, que es uno de los materiales más empleados en la construcción, se forma de la mezcla de agua, cemento, materiales pétreos tipo arena y agregado grueso que se obtiene de la trituración de la roca de peña.

Lo que se hizo fue cambiar la proporción de los materiales pétreos modificando la cantidad de triturado por una de escombros proveniente de la construcción, que específicamente lleva pedruzcos de concreto, mortero, lora y ladrillos.

El trabajo "elaboración de adoquines utilizando escombros con una proporción del agregado grueso" fue uno de los ganadores del Premio Ecopostrol a la Innovación 2009, y su ejecución la garantizará también la Corporación Red de Instituciones de Educación, Investigación y Desarrollo del Oriente Cabaibariense -UNIRED.

¿Para qué?

"Al lograr este adoquín de prueba y montarlo en un tramo de vía, lo que se quiere es patentar el procedimiento de producción de la mezcla y el prototipo de adoquín, y así ofrecerlo a la empresa de la construcción", manifestó María Fernanda Sorzano Guzmán, directora del proyecto.

Por otra parte, demostrar que es posible aprovechar los desechos que se producen en las obras, almacenarlos en sitios adecuados y generar lo que se llama "programa de gestión integral de residuos producidos en las edificaciones".

Así mismo, concientizar al gremio de constructores y comprometerlos con la organización de los escombros al interior de sus

¿SABÍA USTED QUE...

El premio otorgado al semillero "SIC" está representado en la compra de una máquina para ensayo de abrasión para baldosas. La restante la financiará la universidad.

obras. "Que ellos mismos vean los beneficios de lo que implican reutilizar y reaprovechar estos residuos".

¿Cómo se realizó el estudio?

Inicialmente se basó conocer cuál era el nivel de conocimientos y responsabilidad de los constructores con respecto al manejo de estos residuos.

El estudio fue aplicado a 73 empresas de la ciudad de Bucaramanga que se dedican a esta labor y arrojó cifras muy bajas.

El 33 por ciento no sabe qué tratamiento final se le da a los escombros. El 88 % estaría de acuerdo en utilizar material producto del reciclaje de escombros, siempre y cuando se sigan las normas de calidad para la adopción de los mismos.

El 92 por ciento está de acuerdo en que este tipo de investigaciones generan un beneficio ambiental.

Diseño

Para encaminar el proyecto se diseñó una mezcla compuesta de arena de río de pesadero, cemento, triturados y escombros de una obra en construcción.

Seguidamente se hicieron las pruebas químicas y de resistencia al impacto, a los agregados naturales (arena y triturados), así como a los escombros.

Seguidamente se sometieron al ensayo de Granulometría, que consiste en dejar pasar todos los materiales agregados por una serie de tamices (coladores) de diferentes diámetros. Se determinaron en el laboratorio unas propiedades para el triturado TM (tamaño máximo) y TMN (tamaño máximo nominal) y para la arena se establece una propiedad que se llama módulo de finura.

Entonces se determina cuánto material se va reteniendo en cada tamiz y en función de lo que se retenga se que dan esos parámetros tanto para los agregados naturales como para los escombros.



FICHA TÉCNICA

El asesoría de Ingeniería Civil que conforma el semillero de investigación son: Natalia Duarte, Wilson Álvarez, Jorge Armando Buato, Óscar Ruiz, Juan Sebastián Tavera y la Ingeniera Mónica Acosta, quienes colaboran con la colaboración de Griselo Suárez.

GLOSARIO

TAMIZ: Malla de filamentos que se entrecruzan y tiene una separación igual entre todos los filamentos. Usualmente el número del tamiz corresponde al tamaño del orificio. Se utilizan para separar materiales.

TM: Es el diámetro del menor tamiz poleador por el cual pasa el 100 por ciento del material.

TMN: Es el tamiz superior a aquel en el cual el material retenido acumulado es el 25 por ciento o más.

MÓDULO DE FINURA: Es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados del tamiz número anterior arriba.

280

muestras de prueba se hicieron para escoger la mejor para la elaboración del adoquín.

CAJA BIAGRÁFICA

Directora del proyecto: María Fernanda Sorzano Guzmán.

Ingeniera civil y Especialista en Gerencia de Proyectos de construcción de la UPB. Especialista en Ingeniería Ambiental de la UPB. Maestría y Doctorado de Ingeniería Civil con énfasis en Ambiental de la Universidad de Puerto Rico Mayaguez. Docente y Directora General de Investigaciones de la UPB.

¿SABÍA USTED QUE...

Para la ejecución de este proyecto se logró integrar estudiantes de Ingeniería Civil de la UPB desde primer semestre hasta décimo y una estudiante de post-grado.



APROVECHAMIENTO DE ESCOMBROS PARA LA PRODUCCION DE CONCRETO

Serrano M.F.¹, Ferreira J.S., Forero J.C.
 Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga
 E-mail: maria.f.serrano@upbga.edu.co



Universidad
 Pontificia
 Bolivariana
 SECCIONAL BUCARAMANGA

RESUMEN

Se presentan resultados parciales de un proyecto de investigación en el cual se están caracterizando los materiales pétreos a ser utilizados en la preparación de una mezcla de concreto, en la que se utilizó una fracción de escombros. Se incluyeron entonces, los ensayos de pruebas. Como mecánicas tales como granulometría y masa unitaria, y los resultados experimentales de la distribución de vacíos con las distintas proporciones de mezcla de agregados.

Con las muestras seleccionadas se prepararon bloques de concreto con agregados naturales y con mezclas de diferentes fracciones de agregado, exceptuándose para la preparación de la mezcla la fracción que arrojó el menor porcentaje de vacíos a 10%. El material seleccionado fue conformado por arena (A) del río Pescadero, agregado grueso (G) de la Tritadora La Estrella, escombros seleccionados de dos sitios de la Empresa Manal que fueron cualitativamente clasificados como grueso (E1) y fino (E2), y muestra de ladrillo que fueron recolectadas y trituradas en tambores finos (E3) y gruesos (E4). En cuanto a los resultados de resistencia a la compresión de los especímenes de concreto, se tiene información de resultados de resistencia a los 7 días, y se observa que precisamente, la compactación de agregados con la proporción 20% fino, 75% grueso y 10% Escombros arrojó mejores resultados que las otras muestras.

Así mismo, durante el desarrollo del proyecto se realizó una visita a una escombrera autorizada en Área Metropolitana de Bucaramanga, la cual aunque está cumpliendo estrictamente las normas ambientales para el funcionamiento, pero tiene unas vías de acceso que no tienen capa de rodadura lo cual permite que el material de subsuelo esté permanentemente expuesto al nombre de la escombrera es reservado. Se pudo apreciar que en las inmediaciones de la escombrera, algunos transportadores de escombros descargan el material en la vía de acceso.

Palabras clave: aprovechamiento, escombros, concreto

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La actividad de la construcción genera producción de escombros, gobiernos de los distintos estados constructivos. Productos de cerámica, mampuestos, concreto y madera, así algunos de los residuos más comunes (Figura 1). Se hace necesario la generación de alternativas que permitan un aprovechamiento de los escombros que se producen. Este estudio hace parte de la línea de investigación Producción Limpia del grupo DeCali (Departamento de Construcción y Planeación). Se espera que la fuente práctica aquí expuesta, pueda ser replicada en los proyectos de construcción de otras localidades.



Figura 1. Escombros que comúnmente se presentan en proyectos de construcción

OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es proponer una alternativa para el aprovechamiento de escombros producidos en las labores de construcción. Los objetivos específicos de esta presentación incluyen:

- Presentar los resultados del nivel de conocimiento del manejo de escombros que se tiene en Bucaramanga.
- Socializar los resultados de la caracterización de escombros seleccionados de una importante empresa constructora.
- Presentar resultados parciales de ensayos de cilindros de concreto a los 7 días.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Conocimiento sobre la problemática del tratamiento de escombros en Bucaramanga

Se realizaron visitas a las escombreras autorizadas de Bucaramanga. Adicionalmente, se llevaron a cabo encuestas con un modelo preparado por la Ing. Mónica Acosta y la Directora General de Investigaciones de la UPB, seccional Bucaramanga. La muestra la constituyeron 73 empresarios dedicados a actividades de construcción, y se seleccionaron las 5 firmas cuya actividad en construcción era representativa del sector. La encuesta aportó estimación relevante sobre el conocimiento de este tema en la región (Figura 2, 3 y 4).



Figura 2. Conocimiento sobre tratamiento de escombros en Bucaramanga

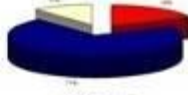


Figura 3. Conocimiento sobre aprovechamiento de escombros para producción de concretos o morteros

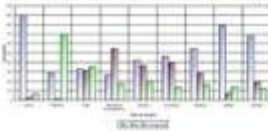


Figura 4. Conocimiento sobre productos que se reciclan

Caracterización de materiales recuperados

El material a caracterizar estaba conformado por arena (A) del río Pescadero, agregado grueso (G) de la Tritadora La Estrella, escombros seleccionados de dos sitios de la Empresa Manal que fueron cualitativamente clasificados como grueso (E1) y fino (E2), y muestra de ladrillo que fueron recolectadas y trituradas en tambores finos (E3) y gruesos (E4).

RESULTADOS

Relacionados con los materiales recuperados

Se realizaron los siguientes ensayos (Tabla 1), en donde se evidencia que el módulo de finura de los escombros recuperados (E2 y E3) corresponde al módulo de finura para arena fina, y es un valor cercano al valor de la arena que se tiene proveniente de río.

| Ensayo | Material | Resultado |
|------------------|--------------|-----------|
| Granulometría | Escombros E1 | ... |
| | Escombros E2 | ... |
| Módulo de finura | Escombros E3 | ... |
| | Escombros E4 | ... |
| Masa unitaria | Escombros E1 | ... |
| | Escombros E2 | ... |

Tabla 1. Ensayos realizados al material

Relacionados con los porcentajes de vacíos presentados en las distintas mezclas de agregados

Para el diseño de la mezcla de concreto, el criterio fue seleccionar la mezcla de agregados que proporcionara el menor porcentaje de vacíos más cercano un 10%. Con todos los agregados se determinó el porcentaje de vacíos de la mezcla (Figura 5).

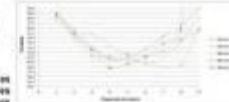
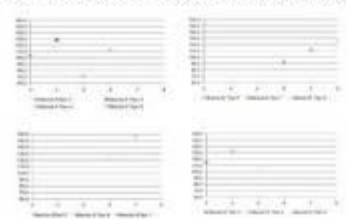


Figura 5. Porcentaje de vacío en las distintas combinaciones de agregados naturales y recuperados

Relacionados con la resistencia del concreto a los 7 días (Figura 6)



CONCLUSIONES

- Se realizó visita de reconocimiento a las escombreras del Área Metropolitana de Bucaramanga. Infortunadamente, la escombrera cuenta con los equipos y maquinaria para hacer la compactación del material que reciben, aunque se evidenció que no se hace selección del material entrante.
- Los escombros que se aprovecharon cumplieron las características mecánicas para ser utilizados como agregado en mezclas. La preparación de las muestras de bloques de concreto se llevaron a cabo, y se están ensayando a los 7, 14 y 28 días. Los resultados presentados corresponden a la resistencia adquirida a los 7 días.
- Esta es una alternativa de aprovechamiento de escombros, genera empleo por cuanto se requiere la contratación de personal para que se envíen los escombros recuperados a los tambores adecuados. Adicionalmente, se está recomendando un procedimiento para mitigar factores ambientales en términos de alteración al paisaje.

REFERENCIAS

- Cadena Amparo. Aspectos Técnicos en el manejo de los residuos sólidos. Hacia un Pacto Limpio. Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje. Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.
- Domínguez de Sureman María. La participación de las organizaciones no gubernamentales en el manejo de los residuos sólidos y el reciclaje. Hacia un Pacto Limpio. Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje. Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.
- Jacinto O.A. "Que nada ni nadie sea desecho. Aspectos educativos en el manejo de residuos sólidos". Hacia un Pacto Limpio. Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje. Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995, 237p.
- Murillo Espólit. Aspectos sociales y organizativos en el manejo de los residuos sólidos. Hacia un Pacto Limpio. Reunión sobre manejo de residuos sólidos y reciclaje. Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1995a, 237p.

AGRADECIMIENTOS

Dirección General de Investigaciones, Universidad Pontificia Bolivariana, estudiantes del Semestre de Investigación de Ing. Civil, Ing. Mónica Acosta.

ANEXO 9. Oficio 11 de septiembre de 2009 empresa Powerscreen Of Florida, Inc.



Septiembre 11, 2009

Ing Mónica Acosta

Después de nuestra conversación en la Mañana de hoy, le estoy cotizando los el siguiente equipo.

TRITURADOR DE RECICLAJE.

- 2009 Pegson 4242SR nueva en oruga, con su motor Caterpillar C9, torva alimentadora, transportador de producto, y transportador de retorno, control remoto, rotor de 4 martillos, correa magnética para sacar metales, con su Criba cernidora de 5' x 11' de dos pisos, para sacar dos materiales finales, y un sobre tamaño, tiene la capacidad de producir alrededor de 250 toneladas por hora, es una de las más usadas para el reciclaje ya que puede triturar el material, y al mismo tiempo lo puede clasificar etc. Precio de lista \$555,000 - \$20,000 = \$535,000 FOB Miami.

Nota: Mónica en el precio que te estoy cotizando está incluido enviar un técnico para el montaje, y el entrenamiento de tu personal, también estarás contando con nuestro departamento de servicio, y pieza. Nuestras formas de pago son las siguientes, de llegar a un acuerdo ustedes tendrían que enviar un deposito de 25% del costo de la maquina, después de nosotros haber terminado con nuestro trabajo ustedes podrán enviar el balance final, o visitarnos a nuestras oficinas en Lakeland Florida para hacer el chequeo final del equipo.

Atentamente

Blas Cedeno
Supervisor de Colombia

**ANEXO 10 . Oficio 11 de septiembre de 2009 Medio Ambiente
Biurrarena Medio Ambiente Presupuesto N1 009/09/09/oe/00.**



**PLANTA PARA RECICLADO DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN**

**MONICA CECILIA ACOSTA
REYES**

Presupuesto N:º 009/09/09/oe/00



Cuidamos el Medio Ambiente

Contenedores soterrados BIURR



Polígono Bidebitarte, 28
E- 20115 ASTIGARRAGA (Gipuzkoa)
Tel. 943 554 350 . Fax. 943 555 360
E-mail: biurr@biurrarena.com
Web: biurrarena.com

MONICA CECILIA ACOSTA REYES
Calle 108 n° 21 A
PROVENZA (COLOMBIA)
Móvil: 3002141107
e-mail: cantera@soinval.es
macostareyes@gmail.com

Astigarraga, 11 de SEPTIEMBRE de 2009

Muy Sres. Nuestros:

Por la presente les remitimos nuestra mejor propuesta, para el suministro, instalación y puesta en marcha de una **PLANTA PARA RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**, para su proyecto en Colombia.

Para cualquier consulta, no duden en ponerse en contacto con nosotros.

Un saludo

Oscar Egaña
- Biurrarena Medio Ambiente -

4.1. PRESUPUESTO

| | |
|---|----------------------|
| Línea Básica de Limpieza y Clasificación (fracción 80mm +) | 932.500,00€ |
| Línea de Limpieza y Clasificación fracción 0-80mm (mejora opcional - 1) | 496.500,00€ |
| Sistema de Supresión de Polvo (mejora opcional - 2) | 20.000,00€ |
| TOTAL PRECIO FINAL OFERTADO | 1.449.000,00€ |

El presupuesto total para el suministro, instalación y puesta en marcha de los equipos incluidos en la presente oferta, asciende a: **UN MILLÓN CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL EUROS (1.449.000,00.- €)**.

En este precio no se incluye el 16% relativo al I.V.A.

4.2. CONDICIONES GENERALES DE VENTA

Este presupuesto actualiza y anula las condiciones recogidas en presupuestos anteriores.

En el presupuesto se incluye:

- Marcado CE de la instalación.
- Suministro **EX-WORKS** de los equipos ofertados (Incoterms 2000)
- Manuales de operación y de mantenimiento de la instalación.
- Suministro y montaje de los equipos especificados.
- Asistencia para la puesta en marcha. La puesta en marcha será realizada inmediatamente después de que los trabajos de instalación hallan finalizado y el cliente se asegurará que la acometida de potencia al armario de control y todos los dispositivos necesarios para la puesta en marcha estén disponibles en ese momento.
- Acabado con pintura bi-componente RAL 5021 (verde claro) para los equipos y RAL 9002/9010 (blanco grisáceo) para motores, plataformas, escaleras y cabina de triaje.

No se incluyen:

- Cualquier obra civil necesaria para instalación ó sistemas auxiliares.
- Bases de anclaje al suelo de las máquinas y estructuras
- Transporte de los equipos hasta el punto de instalación y grúas para descarga.
- Suministro de electricidad para el montaje y puesta en marcha.
- Suministro de agua en cantidad suficiente hasta el sistema de supresión de polvo (si procede).
- Acometida eléctrica hasta los armarios de control de la instalación, del sistema de supresión de polvo y cuadros eléctricos y de iluminación.
- Tomas de tierra de las máquinas y de los cuadros eléctricos.
- Otros materiales no especificados en este presupuesto.

Las condiciones particulares de suministro pueden modificar esta oferta, sobre todo lo relativo a montaje y puesta en marcha.

Plazo de validez de la oferta: 1 mes

Detalles técnicos:

BIURRARENA se reserva el derecho a realizar modificaciones de las especificaciones técnicas incluidas en el presente presupuesto, durante el proceso de diseño, fabricación ó montaje, con el objeto de mejorar la operatividad de la Planta.

Plazo de entrega:

- Aproximadamente 28 semanas desde la Aceptación del Proyecto definitivo, una vez acordados todos los detalles técnicos de la instalación, después de la firma del contrato de pedido, siempre y cuando los trabajos de cimentación necesarios hayan sido realizados por EL CLIENTE dentro de las 20 primeras semanas de este plazo.
- La firma del Acta de Aceptación de Proyecto definitivo se realizará una vez acordados todos los detalles técnicos de la instalación y a más tardar dentro del mes siguiente a la firma del contrato del pedido.
- Antes del envío, los equipos a suministrar pueden ser comprobados por el cliente en las instalaciones de los fabricantes.
- Los trabajos de montaje comenzaran solamente cuando todas las cimentaciones de hormigón estén preparadas.

Título de propiedad y Condiciones de entrega:

- La maquinaria y equipos suministrados será propiedad de BIURRARENA, hasta la fecha de documentación por escrito del pago, por parte del CLIENTE, de la cantidad completa establecida en el presente contrato.
- El CLIENTE será responsable de la vigilancia y custodia de la maquinaria y equipos depositados en la parcela ó instalaciones del cliente, asegurando la adecuada protección de los mismos, desde su entrega en destino, hasta la fecha de pago de la cantidad completa por parte del CLIENTE.
- En caso impago del total de la cantidad establecida, el presente contrato de compra-venta será suspendido y considerado inválido, en cuyo caso la maquinaria y equipos suministrados serán devueltos, a BIURRARENA en su estado original, siendo el CLIENTE el responsable de costear todos los gastos derivados.

Forma de pago:

- 50% a la firma del contrato (considerando dentro de los 10 días naturales posteriores a la firma del contrato) mediante transferencia ó cheque bancario a favor de BIURRARENA S.COOP.
- 45% mediante carta de crédito irrevocable a favor de BIURRARENA S.COOP, a la entrega en destino de los equipos incluidos en la presente propuesta, justificado mediante presentación de los albaranes de envío (CMRs) emitidos por Biurrarena y firmados por la compañía de transporte.
- 5 % mediante carta de crédito irrevocable a favor de BIURRARENA S.COOP, a la presentación del acta de recepción provisional de la instalación firmada por el CLIENTE y BIURRARENA, después de la puesta en marcha, pero siempre dentro de los dos meses posteriores al suministro de los equipos en destino.

Garantía:

Una vez finalizada la instalación de los equipos incluidos en la presente oferta y en un plazo no superior a 15 días después de finalizada dicha instalación, se firmará por parte del CLIENTE y de BIURRARENA el acta de Recepción Provisional de la obra, abriéndose un período de garantía con la duración de **1.800 horas de funcionamiento** (con un máximo de 12 meses a partir de la fecha de puesta en marcha) **por cualquier defecto de fabricación o montaje** para todos y cada uno de los elementos instalados.

Esta garantía cubre el suministro e instalación de las piezas y/o elementos defectuosos. Esta garantía no cubre las pérdidas de producción, ni los defectos que se puedan producir en las piezas por su desgaste natural, así como tampoco aquellos defectos producidos en los elementos de los equipos por su uso inadecuado, ni aquellos causados por defectos en la obra civil en los que se sustentan.

V°B°

V°B°

Fdo.: Oscar Egaña
BIURRARENA MEDIO AMBIENTE

Fdo.:
MONICA CECILIA ACOSTA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Biurrarena Ltda Medio Ambiente, Comunicación personal para cotización para suministro, instalación y puesta en marcha de una Planta para reciclado de Residuos de Construcción y demolición en Colombia según Presupuesto 0009/09/09 oe 00, 2009, 36p
- Gobernación de Santander, Plan de Desarrollo Departamental de Santander: 2008-2011, Santander, 2008, 352p.
- Tetre J.I, Aplicación de Áridos Reciclados 24p, año 2009, publicado en http://congresorcd.com/img/ponencias/20_3_Ignacio_Tetre_GERD.pdf.
- Miranda J.J., Gestión de Proyectos Identificación Formulación, evaluación financiera, económica, social y ambiental, 2005, 436p. Quinta edición, MM Editores.
- Ministerio del Medio Ambiente, Plan Nacional Integrado de Residuos 2007-2015 Anexo 6. II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición/España, 2007, 54p.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 541del 14 de diciembre de 1994, Colombia, 5p.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto 838 de 2005, Colombia, 22p.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 0477 de 2004, Colombia, 3p.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto 1713 de 2002/Colombia, 66p.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto 605 de 1996, Colombia, 26p.
- Ministerio de Salud. Ley 9 de 1979, Colombia, 82p.
- Ministerio del Medio Ambiente, Política Nacional de Producción más Limpia, 1997, Colombia, 43p.
- Oficio del 11 septiembre de 2009 dirigido a Ingeniera Monica Cecilia Acosta Reyes, empresa Powerscreen of Florida Inc, relaciona cotización de equipo móvil para tratamiento de escombros in situ, 2009, 1p.

- Ministerio del Medio Ambiente, Decreto 2811 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio ambiente, 1974, Colombia, 56p.
- M.F, J.S. Ferreira, J.C Forero, poster Universidad Pontificia Bolivariana Seminario internacional Residuos solidos, septiembre 24-26, Barranquilla 2009.
- Vanguardia Liberal Adoquines hechos con escombros, por Lucy. Bueno Calderon, sección Ciencia 9-C. Publicado domingo 6 de diciembre de 2009.