

**ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**Ing. BRUNO MEDRANO BARAJAS
Ing. YINA PATRICIA QUINTERO ESPINOSA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL BOLÍVAR .UTB
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2009

**ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C,**

**Ing. BRUNO MEDRANO BARAJAS
Ing. YINA PATRICIA QUINTERO ESPINOSA**

Trabajo Integrador de Especialización Gestión Ambiental Empresarial

**Ing. Juan Carlos Nieto
Asesor**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL BOLÍVAR .UTB
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2009

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias D. T. y C., 4 de Septiembre de 2009

Señores

**COMITÉ EVALUADOR TRABAJOS DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR**

Ciudad

En mi calidad de asesor de la tesis de Postgrado titulada: **ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**, elaborada por Bruno Medrano Barajas y Yina P. Quintero Espinosa, manifiesto que he participado en la dirección, orientación y desarrollo del proyecto en todas y cada una de sus etapas y por consiguiente estoy totalmente de acuerdo con los resultados obtenidos.

JUAN CARLOS NIETO BELTRÁN
Ing. Industrial
Asesor Proyecto

Cartagena de Indias D. T. y C., 4 de Septiembre de 2009

Señores

**COMITÉ EVALUADOR TRABAJOS DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR**

Ciudad

Presentamos a su consideración la tesis titulada: **ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**, como requisito para optar por el título de Especialistas en Gestión Ambiental Empresarial.

Cordialmente,

Bruno Medrano Barajas

Yina P. Quintero Espinosa

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D. T. y C.

Yo, BRUNO MEDRANO BARAJAS identificado con número de cédula 79.851.247 de Bogotá, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

BRUNO MEDRANO BARAJAS

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D. T. y C.

Yo, YINA P. QUINTERO ESPINOSA identificado con número de cédula 20.461.361 de Barranquilla, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

YINA P. QUINTERO ESPINOSA

Dedicatoria

A Dios,

**A mi esposo y Familiares, que me
apoyaron**

**Incondicionalmente para cumplir
esta meta.**

Yina Quintero Espinosa

Dedicatoria

**A Dios por darme fortaleza para
cumplir con este logro.**

**A mis padres por su apoyo y
entrega**

**A mis hermanas por sus consejos
y siempre creer en mí.**

Bruno Medrano Barajas

<i>RESULTADO DE LA ENCUESTA</i>	43
<i>6.6.1 Análisis de la Información</i>	48
7. ESTUDIO TECNICO	48
7.1 Tamaño	49
7.2 Localización	49
7.3 Proceso productivo	50
7.4 Capacidad de producción	53
7.5 Diseño de la planta	54
<i>7.5.1 Organización de la Empresa</i>	58
8. ESTUDIO FINANCIERO	59
8.1 Presupuesto de Inversión	59
8.1.1.1 Equipos. Son los equipos necesarios para realizar el reciclaje de los Residuos de construcción y demolición.	60
8.1.1.2 Muebles y equipos de oficina. Comprende los requerimientos administrativos para el óptimo funcionamiento de la planta. Los costos en los que se incurren por la compra de estos muebles y equipos de oficina se pueden observar en la tabla 8.2 que se presenta a continuación.....	60
8.1.1.3 Terreno	61
8.2 Análisis de Costos de Ventas	68
8.3 Balance Inicial	69
8.4 Financiación de la inversión	70
8.5 Estado de Resultado	73
8.6 Flujo de Caja Proyectado	74
9. EVALUACIÓN FINANCIERA	75
TMAR = $i + f + if$	76
SOCIOS	76
9.1. Valor Presente Neto. VPN	77
9.2. Tasa Interna de Retorno. TIR	78
10. CONCLUSION	80

BIBLIOGRAFIA.....81

LISTA DE TABLA

Tabla 5.1 Marco Legal Vigente	20
Tabla 6.1 Clasificación de los Residuos de construcción y demolición de acuerdo a su Origen	28
.....	28
Tabla 6.2 Composición de los Residuos de Construcción y Demolición.....	30
Tabla 6.3. Peso obtenido por tipo de material.....	30
Tabla 6.4. Composición física de los escombros encontrados en botaderos satélites.....	31
Tabla. 6.5 Clasificación del Agregado según su tamaño.....	32
Tabla 6.6 Clasificación de los Agregados según su densidad.....	32
Tabla 6.7 Granulometría de Rellenos para Estructuras.....	34
Tabla.6.8 Granulometría para Sub-bases Granulares.....	35
Tabla 6.9 Granulometría para Bases Granulares.....	36
Tabla 6.10 Volumen generado de escombros por obras licenciadas en el distrito de Cartagena	37
Tabla 6.11 Generación total de escombros en el distrito de Cartagena	38
Tabla 7.1 Proyección de producción.....	53
Tabla 7.2 Ingresos Anuales.....	53
Tabla 7.3 Equipos Principales.....	54
Tabla 7.4 Maquina Auxiliar.....	56
Tabla 8.1 Inversión de los equipos.....	60
Tabla 8.2 Costos de mobiliario.....	60
Tabla 8.3 Costo por Terreno.....	61

Tabla 8.5 Salario Básicos a pagar mensual y a un año.....	63
Tabla 8.6 Prestaciones Sociales Mensual y Anual.....	64
Tabla 8.7 Proyecciones de Sueldos y prestaciones sociales.....	64
Tabla 8.8 Servicios Públicos.....	65
Tabla 8.9 Proyección Mantenimiento.....	65
Tabla 8.10 Depreciación de Maquinaria y Muebles.....	66
Tabla 8.11 Inversión en efectivo.....	66
Tabla 8.12 Inversiones.....	68
Tabla 8.13 Proyección de Costo de venta.....	68
Tabla 8.14 Costo de Producción del Servicio.....	69
Tabla 8.15 Balance Inicial.....	69
Tabla 9.1. TMAR del capital total.....	76

TABLA DE ILUSTRACION

Figura 1. Esquema conceptual del funcionamiento.....	52
Figura 2. Diseño de la Planta.....	57
Figura 3. Organigrama de la Empresa.....	58

INTRODUCCION

Las dimensiones del problema de la generación y manejo de los escombros en Cartagena, está muy relacionado con los procedimientos constructivos a nivel estatal y privado, prácticas ambientales en las obras y toda la renovación urbana que se sucede diariamente. Se estima que en la región, se produce $(0.49) \text{ m}^3$ de residuos de construcción por cada m^2 construido de vivienda. Teniendo en cuenta, que Cartagena aporta 700^1 ton/día promedio, en residuos sólidos domiciliarios y la generación de escombros para el año 2004 fue de 490 ton/día.

Este hecho muestra claramente la magnitud del problema a resolver; el gran volumen de residuos a almacenar, recolectar, transportar y disponer; son residuos que por sus características fisicoquímicas, que en su gran mayoría son inertes, centran su afectación e impacto ambiental principalmente en la ocupación de grandes espacios en su vertido y la degradación del paisaje, impactando el suelo, el aire y el agua.

Un porcentaje alto de los residuos de construcción son aprovechables, casi el 30 % de estos se pueden reutilizar, reciclar o convertir en nuevos subproductos; sin embargo, el desconocimiento y la falta de conciencia del generador, la baja cultura hacia el reciclaje o aprovechamiento de este tipo de residuo, hacen que el escombros se constituya en uno de los principales problemas de contaminación en la ciudad, el cual se agrava, debido a que en la región no existen espacios suficientes para disponer adecuadamente de tal cantidad de residuos, lo que conlleva a que su vertido se realice en sitios no aptos y no autorizados para ello; con el concebido impacto ambiental negativo que dichas acciones generan.

¹ Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS).2007

Por otro lado, la construcción, reparación, remodelación y el mantenimiento de obras estatales y privadas, están generando diariamente la demanda de materiales, como la arena, la piedra, la gravilla, el triturado de roca, y otros que se utilizan como materia prima.

Esta materia prima usada en obras de construcción, es extraída a partir de la explotación de canteras de depósitos de material aluvial y de roca o mina de cielo abierto, las cuales configuran un escenario de gran impacto sobre los recursos naturales y el paisaje urbano. Este escenario de consumo y escasez futura de los recursos naturales no renovables para la provisión de estos materiales, frente a una demanda asegurada por el crecimiento poblacional natural y la inmigración de todo orden hacia la ciudad de Cartagena, los impactos ambientales que se derivan de su explotación y la formación de precios de tendencia creciente, configuran una combinación de condiciones, que exigen y dan asiento para el estudio técnico y económico para el montaje de una planta de RCD en la ciudad de Cartagena, buscando en un futuro la responsabilidad y solidaridad con las generaciones que en el futuro poblarán esta región.

Todo desarrollo de infraestructura en el área metropolitana Del Distrito de Cartagena, lleva implícito, de acuerdo a los avances tecnológicos de los procesos de la construcción, la producción de sobrantes o residuos común y legalmente denominados en Colombia, escombros; los cuales se constituyen como uno de los mayores problemas ambientales, sanitarios y económicos en la ciudad, tanto para la administración municipal, como para las empresas de la construcción.

En general los residuos tienen como destino final, en el mejor de los casos, el Parque Ambiental Loma de Los Cocos, debidamente licenciado para las operaciones de disposición final de residuos sólidos ordinarios y para el manejo, tratamiento, aprovechamiento de escombros y otros residuos especiales, así como

para el manejo de residuos industriales, portuarios y similares y en el peor de los casos su disposición se hace en botaderos satélites que se forman en áreas públicas como cuerpos de agua, separadores de vías, andenes, parques, entre otros; condición que exige grandes gastos para la administración municipal, en limpieza rutinaria; por parte de los consorcios de aseo, para mantener las condiciones estéticas del entorno urbano de la ciudad.

A la escombrera llegan toda clase de residuos de la construcción, sin separación en la fuente tales como, restos de ladrillos, bloques, concreto, hierro, vidrio, papel, plástico, tejas, cerámicos, retales de madera y excedentes de excavación y movimiento de tierras, por lo cual, las posibilidades de aprovechar estos materiales es prácticamente nula desde el punto de vista económico, además de existir cerca de 42.000 m³ de escombros, dispuestos en botaderos satélites, según Doria y Miranda².

En estudio realizado se detectaron un total de sesenta y cuatro (64) puntos o “escombreras satelitales” donde la ciudadanía en general arroja en forma clandestina los RCD. El 100% de los puntos se concentran en las inmediaciones de las grandes avenidas (Pedro de Heredia, Vía al Mar, Avenida Santander entre otras), y cerca a las grandes y nuevos proyectos urbanísticos en construcción: Transcribe tramo II, Bocagrande, Puente de Crespo, Bazurto (Home Center, Carrefour), Bomba del Amparo y Bomba del Gallo³.

² Doria y Miranda, *Lineamientos para la Gestión y el Manejo de Escombros Generados en el Distrito de Cartagena de Indias D.T. Y C*, Universidad Javeriana y Universidad de Cartagena. 2004., P. 106

³ Gómez, Nieto y Parada, *Modelo de Gestión Ambiental Participativo Como Instrumento para el Manejo de los Residuos de Construcción y Demolición RCD -Escombros- Generados en Cartagena de Indias D.T. Y C*. Universidad Javeriana y Universidad Tecnológica de Bolívar. 2008.,p.55

Hoy en la ciudad de Cartagena, se considera que existe una baja sensibilidad y preparación técnica y ambiental de los industriales, profesionales de la construcción y ciudadanía en general, hacia el tema de minimización en la generación y manejo integral de los escombros, lo cual, conjugado con una política nacional y regional, que aún no es consistente con las dimensiones de la problemática, hacen necesario emprender programas y proyectos de corto, mediano y largo plazo, para el manejo, tratamiento, recolección y aprovechamiento desde la fuente, como principio rector para toda clase de residuos.

1. DEFINICION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy existe la posibilidad de que este tipo de residuos puedan ser reintegrados a su ciclo de vida, a través de procesos simples de reciclaje, y que pueden ser utilizados o aprovechados para la fabricación de elementos útiles para la construcción de viviendas de interés social, para el amoblamiento urbano de la ciudad, para construcción de sede educativas y hasta para la adecuación o sustitución de áridos naturales en vías y otras aplicaciones en el sector de la construcción.

Los resultados de esta investigación preliminar nos llevan a plantear los siguientes interrogantes:

¿Cuál es la magnitud del problema de los residuos derivados de las actividades de Ingeniería Civil y de Construcción en la ciudad de Cartagena?

¿Es posible lograr un reciclaje parcial por simple clasificación de estos residuos?

¿Se requiere transformación de los residuos para lograr un uso adecuado de los mismos?

¿Existen los equipos que permitan garantizar la viabilidad técnica para transformar los residuos en material utilizable?

¿La demanda de los materiales recuperados garantiza la viabilidad económica de la Planta de reciclaje?

2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El montaje de una planta recicladora de residuos de construcción y demolición con lleva a las empresas del sector de la construcción a nivel local a reducir el Impacto Ambiental que se está presentando en la actualidad, orientándolos al aprovechamiento de los recursos de manera eficiente, respetando el medio ambiente y creando conciencia ambiental para generar infraestructura con miras a una producción más limpia.

De esta manera, se espera aplicar dentro de las organizaciones del sector constructivo un sistema que oriente a la reutilización del escombros como materia prima, a partir de la clasificación de los residuos y el reproceso de los mismos para que sean aprovechados dentro de las mismas obras como materiales de construcción, sacando provecho económico y cumpliendo además con los requerimientos en materia ambiental.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Demostrar la viabilidad técnica y económica para la instalación y funcionamiento de una planta recicladora de residuos de construcción y demolición (RCD) en Cartagena de India D.T. y C, que ayude a mitigar el impacto de los residuos sobre la sociedad

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las fuentes de generación de residuos de construcción y demolición y la cantidad que se genera en la ciudad de Cartagena para ser procesadas en la planta.
- Determinar la ubicación ideal para el montaje de una planta recicladora de RCD.
- Identificar usos y aprovechamientos del material propio de reciclaje de RCD analizando a su vez la comercialización y distribución.
- Determinar la viabilidad técnica a través del análisis y selección de la tecnología e infraestructura necesaria para el funcionamiento de la planta recicladora de RCD.
- Determinar la viabilidad económica- en base al tamaño mínimo para que genere beneficios económicos.

4. MARCO TEORICO

Entendemos por reciclar, cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o comercializados como nuevos productos o materias primas.

Las prácticas de reciclaje a partir de la recuperación de materiales y componentes constructivos son eficientes desde el punto de vista ecológico, pero también desde el punto de vista económico, ya que la recuperación de materiales puede ser el punto de partida para generar un mercado alternativo de productos, que por haber sido utilizados anteriormente, resulten más económicos. La ventaja económica se obtiene a causa de reintroducir los residuos en el ciclo industrial y comercial; así, los materiales reciclados resultan normalmente más económicos no por su precio en sí, sino porque el constructor no ha tenido que pagar por deshacerse de él y luego pagar por conseguir algo similar para la obra a realizar.

En teoría, una gran cantidad de los residuos de construcción y demolición pueden reciclarse o reutilizarse fácilmente, especialmente cuando el contenido de hormigón es elevado. Debemos tener en cuenta que los escombros tienen un potencial considerable para el reciclaje, si lo comparamos con otros tipos de residuos.

Por otro lado, los productos reciclados tienen que competir con los materiales de construcción tradicionales, de ahí la necesidad de una calidad uniforme. En este sentido, es importante conocer cuál es el origen y la composición de estos residuos para conseguir una aceptabilidad futura del material reciclado. Respecto a la utilización de los residuos de concreto, debemos diferenciar dos fases; una primera de demolición y una segunda de transformación de los escombros en agregados.

Si los escombros van a ser reciclados, conviene utilizar métodos de demolición que reduzca in situ los escombros a tamaños que pueden ser tratados por un triturador primario de la planta de reciclaje (menores de 1200 mm en plantas fijas y de 400 a 700 mm para plantas móviles). Así mismo, los procesos de demolición selectiva pueden ayudar a disminuir la presencia de impurezas en el escombro.

La planta de producción de agregados reciclados a partir de concreto de demolición son bastante similares a las plantas de trituración de agregados de origen natural, incluyendo trituradoras, cribas, mecanismos transportadores y equipos para la eliminación de contaminantes así como de electroimanes para la separación del acero. Existen plantas de primera, segunda y tercera generación, en función de la capacidad de las mismas para separar y reutilizar los diferentes compuestos del producto machacado. Una vez procesados los agregados se almacenan, teniendo en cuenta que se deben almacenar por separado los agregados naturales y los reciclados, así como diferenciar los finos gruesos, y que la absorción de agua del agregado grueso es elevada, por lo que éstos se deben usar normalmente en condiciones de saturación. Los almacenes de dichos agregados deben estar provistos de aspersores de agua para mantener estas condiciones de humedad.

5. MARCO LEGAL

Para el caso específico del manejo, transporte, aprovechamiento, almacenamiento y disposición final de los residuos de construcción y demolición (escombros), se realizó una revisión y análisis de la normativa nacional y distrital vigente en materia ambiental hasta la fecha y que de una manera tiene relación directa o indirecta con el ambiente y/o con los aspectos sociales y culturales.

El marco de políticas y procedimientos de carácter ambiental se encuentra determinado por el ordenamiento jurídico que existe en Colombia, representado especialmente por la ley 99 de 1993 donde se reestructuró el sector ambiental del país con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y redefine las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales.

Tabla 5.1 Marco Legal Vigente

Norma	Expedida por	Regulación	Especificación
Resolución 541 de 1994	Ministerio de Medio Ambiente	Cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, demolición, capa orgánica, suelo y	Art. 2. En materia de almacenamiento, cargue y descargue: Tratándose de obras públicas está prohibido el cargue, descargue o almacenamiento temporal o permanente de los materiales o elementos para la realización de obras públicas sobre zonas verdes, áreas arborizadas, reservas naturales o

		<p>subsuelo.</p>	<p>forestales y similares, áreas de recreación y parques, ríos, quebradas, canales, caños, humedales y en general cualquier tipo de agua.</p> <p>Tratándose de obras privadas, Está prohibido el cargue, descargue, almacenamiento temporal o permanente de los materiales referidos sobre áreas de espacio público.</p> <p>En materia de disposición final</p> <p>Prohibido en áreas de espacio público.</p> <p>La persona natural o jurídica que genere tales materiales y elementos debe asegurar su disposición final de acuerdo a la legislación sobre la materia.</p> <p>Parágrafo: Para efectos del cumplimiento de lo</p>
--	--	------------------	--

			<p>establecido y con base en la legislación ambiental vigente, los Municipios deben reglamentar los procedimientos constructivos de las obras públicas tendientes a minimizar los efectos ambientales de las mismas.</p> <p>Art. II (1) Requisitos en materia de transporte en general. Especificaciones sobre vehículos.</p> <p>Art. 3 Escombreras. Los municipios deben seleccionar los sitios específicos para la disposición final. Esta selección será teniendo en cuenta el volumen de producción, así como las distancias óptimas de acarreo. Art. 4. Criterios de manejo ambiental de Escombreras y estaciones de transferencia.</p>
--	--	--	---

			<p>Art. 5 Tarifas: La disposición final a la que se refiere la presente resolución podrá dar el cobro de tarifas, las cuales serán fijadas por el respectivo municipio de conformidad con la legislación vigente.</p>
Decreto 605 de 1996	El presidente de la República	Prohibiciones y Sanciones	<p>Art 104. Prohibiciones a la ciudadanía:</p> <p>Se prohíbe el almacenamiento de materiales y residuos de obras de construcción o demolición en vías y áreas públicas. En operaciones de cargue, descargue y transporte, se deberá mantener protección para evitar el esparcimiento de los mismos.</p>
Decreto 1713 del 2002	El presidente de la República	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	<p>Art 44. <i>Recolección de escombros.</i> Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas.</p>

		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".	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.
Ley 769 del 2002	Código Nacional de Tránsito Terrestre	Las normas del presente Código rigen en todo el territorio nacional y regulan la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, que internamente	<p>Art 102. Manejo de escombros. Todo material de trabajo y escombros en la vía pública será manejado por el responsable de la labor, debidamente aislado, tomando las medidas para impedir que se disemine por cualquier forma, o que limite la circulación de vehículos o peatones, de acuerdo con las normas ambientales vigentes y será debidamente señalizado.</p> <p>Parágrafo. Será sancionado por la Secretaría de Tránsito que</p>

		<p>circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito.</p>	<p>corresponda con multa equivalente a diez (10) salarios mínimos legales mensuales vigentes, el particular u organismo estatal que no cumpla con el debido manejo de escombros y desechos de construcción, así como estará obligado a efectuar las reparaciones por daños infringidos a los bienes de uso público</p>
<p>Decreto 838 de 2005.</p>	<p>La presidencia de la República</p>	<p>Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones</p>	<p>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 Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o la</p>

			norma que la sustituya, modifique o adicione y demás disposiciones ambientales vigentes.
Decreto 0195 de 2006	Distrito de Cartagena	A nivel de Cartagena se han dictado los siguientes decretos, soportados en la resolución 541 del 1994 y el Decreto 1713 del 2002	Prohíbe el ingreso de escombros en vehículos automotores o de tracción animal al corregimiento de la Boquilla.

Decreto 0938 de 2006	Distrito de Cartagena		En el cual delega a los alcaldes locales de acuerdo con sus competencias territoriales, el ejercicio de la función contemplada en el artículo 104 del decreto 605 de 1996 y que prohíbe el almacenamiento de materiales y residuos de obras de construcción o demolición en vías y áreas públicas a las vez contempla establecer barreras de protección en las operaciones de cargue y descargue , para evitar e esparcimiento de los RDC
----------------------	-----------------------	--	---

Fuente: Adaptado de Gómez, Nieto, Parada Modelo de Gestión Ambiental Participativo como instrumento para el manejo de los residuos de construcción y demolición RCD- Escombros

6. ESTUDIO DE MERCADO

6.1 IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Los residuos de construcción y demolición se originan en el lugar de la actividad constructora y su composición varía según la etapa que se esté desarrollando;

como en la construcción de edificaciones, se observan varias etapas (Adecuación del terreno, Infraestructura, Obra Gris, Acabados, etc.) en las cuales se producen una gran variedad de residuos, tales como concreto, restos de mezcla, agregados pétreos, arena, retales de madera y varillas, puntillas, restos cal, pinturas, virutas, mortero, estucos, aserrín, carpintería metálica, envases de papel, cartón metal y plásticos. Por otro lado vemos que en actividades como obras de espacio público y movimiento de tierras se producen a su vez RCD, que también pueden ser recuperados y aprovechados.

Para efecto de este estudio se tomo la clasificación según el origen realizada por Doria y Miranda⁴ presentada en la Tabla 6.1

Tabla 6.1 Clasificación de los Residuos de construcción y demolición de acuerdo a su Origen

ORIGEN	ACTIVIDAD	ETAPAS	RESIDUOS
Edificaciones	Construcción de edificaciones	Adecuación del Terreno	Los presente en las actividades de descapote, excavación.
		Infraestructura	Concreto, restos de mezcla, agregados pétreos, arena, retales de madera y varillas, puntillas.
		Obra negra	Retazos de ladrillo, teja, bloque, materiales áridos y restos de mezcla.
		Obras gris	Restos morteros.
		Acabados	Restos mortero
	Restauración y remodelación y ampliación	Demolición de elementos	Concreto armado, restos mampostería.
	Demolición de edificaciones		Concreto armado, restos de mampostería

⁴ Doria y Miranda, *Lineamientos para la Gestión y el Manejo de Escombros Generados en el Distrito de Cartagena de Indias D.T. Y C*, Universidad Javeriana y Universidad de Cartagena. 2004., P. 31

Obras realizadas en espacio públicos	Pavimentación	Construcción de la estructura pavimento	Materiales pétreos, restos de concretos, asfaltos, varillas.	
		Construcción de obras complementarias como puentes, andenes, cunetas, etc.	Restos de concreto, varillas	
	Conservación Vial	Remoción del pavimento	Concreto, asfalto.	
		Colocación del nuevo pavimento	Restos de mezcla, agregados	
		Conservación de estructuras complementarias como puentes, andenes, cunetas, etc.	Concreto, varillas	
	Instalación de redes	Remoción del pavimento	Concreto.	
		Colocación de pavimento	Restos de mezclas , agregados	
	Adecuación de zonas Verdes	Todas	Arenas. limos y arcillas	
	Movimientos de tierra	Descapote	Todas	Arenas, limos y arcillas
		Excavación	Todas	Arenas, limos y arcillas

Según el Ministerio del Medio Ambiente la composición física típica de los escombros generados en el país equivale a la presentada en la tabla 6.2 a continuación:

Tabla 6.2 Composición de los Residuos de Construcción y Demolición

TIPO N°	TIPO DE MATERIAL	PORCENTAJE
I	Concreto, Asfalto, Ladrillo, Arenas, Gravas, Bloques, Tierra y Barro.	40 – 50
II	Madera, productos afines como formaletas, residuos de estructuras, cubiertas y pisos, madera tratada, marcos de madera y tablas	20 – 30
III	Desperdicios misceláneos, como maderas pintadas, metales, vidrios, acabados, asbestos y otros materiales de aislamiento, tuberías y partes eléctricas.	20 – 30

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Guía Técnica para el manejo de escombros en las obras de construcción, 1995

La caracterización que presentan los escombros dispuestos en el distrito en zonas no autorizadas lo podemos ver en la siguiente tabla 6.3 y tabla 6.4, donde se tomo una muestra caracterizada de 3024 kilogramos, en tres zonas determinadas, estudio realizado por Doria y Miranda.

Tabla 6.3. Peso obtenido por tipo de material

TIPO DE MATERIAL	PESO (Kg.)
Concreto	1839,0
Tierra	1009,2
Ladrillo	141,6
Acabados	61,6
Madera	16,4
Otros	13,4
Total	3081,2

Tabla 6.4. Composición física de los escombros encontrados en botaderos satélites

TIPO DE MATERIAL	PESO (Kg.)	PORCENTAJE EN PESO (%)
Concreto	1805	59,68
Tierra	991	32,75
Ladrillo	139	4,60
Acabados	60	2,00
Madera	16	0,53
Otros	13	0,43
Total	3024	100

6.2 PRESENTACION DEL PRODUCTO

La transformación, mediante el reciclaje, de los residuos de construcción y demolición, el producto es áridos reciclados de diferentes granulometrías para ser empleados en diversos usos.

Los Áridos reciclados, son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados con el cemento y en presencia de agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u hormigón. Los agregados ocupan aproximadamente las tres cuartas partes del volumen del concreto y por lo tanto su calidad es de considerable importancia solamente desde el punto de vista económico sino también por otras variables como la resistencia, durabilidad, trabajabilidad, entre otras. Los agregados se clasifican de según su tamaño y su densidad; en la tabla 6.5 podemos ver esta clasificación según su tamaño y en la tabla 6.6 según su densidad.

Tabla. 6.5 Clasificación del Agregado según su tamaño

Tamaño en m.m	Denominación	Denominación	Recomendaciones para concreto
Mayor de 50.8	Piedra	Agregado Grueso	Material bueno para producir concreto
Entre 50.8 y 19.1	Grava		
Entre 19.1 y 4.76	Gravilla		
Entre 4.76 y 2.0	Arena Gruesa	Agregado Fino	Material bueno para producir concreto
Entre 2.0 y 0.42	Arena Media		
Entre 0.42 y 0.074	Arena Fina		
Entre 0.074 y 0.002	Limo	Fracción muy fina	Material no recomendado
Menos de 0.002	Arcilla		

Fuente: Escuela de Ingenieros Militares. Introducción al Concreto.

Tabla 6.6 Clasificación de los Agregados según su densidad

Tipo de Concreto	Peso Unitario del Concreto Kg./m ³	Peso Unitario del Agregado Kg./m ³	Utilización
Ligero	500 – 800	480 – 1040	Concreto para aislamiento, para rellenos y mampostería no estructural
	950 – 1350		
	1450 – 1950		
Normal	2250 -2450	1300 – 1600	Concreto estructural y no estructural
Pesado	3000 - 5600	3400 – 7500	Concreto para protección contra radiación gamma y/o contrapesas

Fuente: Escuela de Ingenieros Militares. Introducción al Concreto.

6.3 APLICACIONES DEL ARIDO RECICLADO

Con el paso del tiempo, al producto obtenido del proceso de reciclaje, se le ha dado las más variables aplicaciones, teniendo en cuenta la calidad del producto que se obtiene y los impactos en el costo final del proyecto.

Además de dar cumplimiento a las especificaciones requeridas por el proyecto debe existir una línea de razonamiento que permita dar uso más práctico y conveniente al material reciclado. Investigaciones realizadas por el departamento de transporte de Wisconsin (WISDOT), enumera una serie de elementos o parámetros a considerar al definir el potencial uso del elemento reciclado, veamos algunos de ellos:

- El mejor y óptimo uso: Al momento de reciclar se debe considerar de que manera se logra una utilización valiosa de los recursos, en particular del árido reciclado. Bajo esta perspectiva es claro que considerar el empleo del árido triturado en bases o sub-bases debería ser claramente mejor y más conveniente que su utilización como material de simple relleno.
- Costo: El valor que se le pueda asignar al reciclado dependerá del costo del material que se está reemplazando.
- Tipo de estructura: La falta de confianza que aún existe en el producto obtenido del reciclado limita su empleo cabal, debido a que existe cierto grado de preocupación en cuanto a la consistencia y calidad de estos materiales.
- Factibilidad: A pesar de lograr obtener componentes de buena calidad no siempre es posible asignarle el uso que se considere más apropiado.

Examinando los anteriores aspectos dentro de un proyecto de reciclaje de escombros, se esta en condiciones de determinar la manera más eficaz de utilizar el árido producido.

6.3.1 Relleno para Estructuras

Consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y sub-drenaje contempladas.

Incluye, además, la construcción de capas filtrantes por detrás de los estribos, muros de contención y otras obras.

Para la construcción de las capas filtrantes el material granular deberá cumplir con algunas de las granulometrías que se indican a continuación en la tabla 6.7 Además el material deberá satisfacer los requisitos de calidad establecidos para sub-base granular

Tabla 6.7 Granulometría de Rellenos para Estructuras.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
NORMAL	ALTERNO	RE – 1	RE – 2	RE – 3
150mm	6"	100	-	-

100mm	4"	90 – 100	-	-
75mm	3"	80 – 100	100	-
50mm	2"	70 – 95	-	100
25mm	1"	60 – 80	91 – 97	70 – 90
12.5mm	½"	40 – 70	-	55 – 80
9.5mm	3/8"	-	79 – 90	-
4.75mm	Nº 4	10 – 20	66 – 80	35 – 65
2.00mm	Nº 10	0	-	25 – 50
6.00µm	Nº 30	-	0 – 40	15 – 30
150 µm	Nº 100	-	0 – 8	0 – 3
75 µm	Nº 200	-	-	0 – 2

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras/estructuras y Drenajes

Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias del Artículo 610 – 96 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras/Estructuras y Drenajes.

6.3.2 Sub-bases Granular

Consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación del material de sub-base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto. Los agregados para la construcción de sub-base granular deberán ajustarse a la franja granulométrica mostrada en la tabla 6.8

Tabla.6.8 Granulometría para Sub-bases Granulares

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	SBG – 1
WE3N50mm	2"	100
37.5mm	1 ½"	70 -100
25mm	1"	60 – 100
12.5mm	½"	50 – 90
9.5mm	3/8"	40 – 80
4.75mm	Nº 4	30 – 70

2.00mm	Nº 10	20 – 55
6.00 µm	Nº 40	10 – 40
75 µm	Nº 200	4 – 20

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras/estructuras y Drenajes.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la norma el material deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

6.3.3 Base Granular

Consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una sub-base, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados. Los agregados para la construcción de la base granular deberán ajustarse a algunas de las franjas granulométricas mostrada en la tabla 6.9

Tabla 6.9 Granulometría para Bases Granulares

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	BG – 1	BG – 2
37.5mm	1 ½"	100	-
25mm	1"	70 – 100	100
19mm	¾"	60 – 90	70 – 100
9.5mm	3/8"	45 – 75	50 – 80
4.75mm	Nº 4	30 – 60	35 – 5
2.00mm	Nº 10	20 – 45	20 – 45
6.00µm	Nº 40	10 – 30	10 – 30
75 µm	Nº 200	5 – 15	5 – 15

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras/estructuras y Drenajes.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la norma el material deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

6.4 Análisis de la Demanda

Según proyecciones realizadas para los escombros generados en obras licenciadas en el distrito, existe un volumen relevante para reutilizarlo en obras que demanden residuos de construcción reciclados, los cuales deben cumplir con las especificaciones mínimas requeridas; en las tablas 6.10 y 6.11 podemos observar el volumen generado de escombros por obras licenciadas, obras de espacio público y macroproyectos en el distrito de Cartagena:

Tabla 6.10 Volumen generado de escombros por obras licenciadas en el distrito de Cartagena

AÑO	POBLACION	RELACION	AREA TOTAL	RELACION	VOLUMEN DE
		(m ² /hab)	(m ²)	(m ³ /m ²)	ESCOMBROS(m ³)
2004	1.004.074	0,18	220.133	0,49	107.865
2005	1.030.149	0,18	225.850	0,49	110.666
2006	1.056.489	0,18	231.625	0,49	113.496
2007	1.083.080	0,18	237.454	0,49	116.353
2008	1.109.907	0,18	243.336	0,49	119.235
2009	1.136.955	0,18	249.266	0,49	122.140
2010	1.164.207	0,18	255.241	0,49	125.068
2011	1.188.684	0,18	260.607	0,49	127.697
2012	1.214.909	0,18	266.357	0,49	130.515
2013	1.241.133	0,18	272.106	0,49	133.332
2014	1.267.353	0,18	277.854	0,49	136.149

2015	1.293.583	0,18	283.605	0,49	138.967
2016	1.319.807	0,18	289.354	0,49	141.784
2017	1.346.032	0,18	295.104	0,49	144.601
2018	1.372.257	0,18	300.854	0,49	147.418

Elaboración Doria y Miranda 2004

Tabla 6.11 Generación total de escombros en el distrito de Cartagena

AÑO	Volumen de Escombros por obras licenciadas m³	Volumen de Escombros por obras en espacio Publico m³	Volumen de Escombros por macroproyectos m³	Volumen total de Escombros generados m³
2004	107.865	27.000	27.000	161.865
2005	110.666	27.000	270.036	407.702
2006	113.496	27.000	230.311	370.807
2007	116.353	27.000	10.728	154.081
2008	119.235	27.000	10.728	156.963
2009	122.140	27.000	13.500	162.640
2010	125.068	27.000	14.800	166.868
2011	127.697	27.000		154.697
2012	130.515	27.000		157.515
2013	133.332	27.000		160.332
2014	136.149	27.000		163.149
2015	138.967	27.000		165.967
2016	141.784	27.000		168.784
2017	144.601	27.000		171.601

2018	147.418	27.000		174.418
TOTAL	1.915.286		577103	2.897.389

Elaboración Doria y Miranda 2004

Según la producción de escombros para el año 2009 estimada en 162640 m³, la densidad de los escombros estimada en 1,104 ton/m³; la tasa de generación de escombros en Cartagena para el año 2009 es 179554 ton/año.

6.5 Análisis de la Oferta

En este análisis se mencionarán algunas empresas que ofertan áridos utilizados en las diferentes áreas de obras civiles; esperando que el mercado del reciclaje de escombros sea una buena alternativa para el mejoramiento y embellecimiento de nuestro entorno. Es de resaltar que en nuestro medio es escasa la cultura de reciclaje común y en este caso el reciclaje de escombros, donde se aprovechara estos residuos para producir agregados para rellenos, terraplenes, piedraplenes, sub-base, base, etc.; a un precio competitivo, para ocupar un lugar importante en el mercado.

6.5.1 Oferentes Privados

Cantera Emilat S.A. (Cartagena)

Cantera Gravitrans S.A. (Cartagena)

Cantera Quintana Gomero Jairo Enrique. (Cartagena)

Cantera Argos S.A. (Cartagena)

Cantera Canteco S.A. (Turbaco)

Cantera La Constancia (Turbaco)

Cantera Recaman Mejía Gustavo Eduardo (Turbaco)

6.6 ENCUESTA

Dentro de las fuentes primarias de información del estudio de mercado se elaboro una encuesta con el objetivo de recopilar información sobre las constructoras si están interesadas en adquirir material reciclado de escombros para la determinación del tamaño del mercado.

Teniendo en cuenta que la población a estudiar, se determinó el tamaño de la muestra.

a. Tamaño de la muestra para la población de la encuesta

$$n = \frac{Z^2 pqN}{Ne^2 + Z^2 pq}$$

- Nivel de confianza (Z) = 1.96
- Grado de error (e) = 0.05
- Universo (N) = 11
- Probabilidad de ocurrencia (P) = 0.8
- Probabilidad de no ocurrencia (Q) = 0.2

$$n = ((1.96^2)(0.8)(0.2)(11)) / ((11)(0.05^2) + (1.96^2)(0.8)(0.2))$$

$$n = ((3.84)(0.16)(11)) / ((11)(0.0025) + (3.84)(0.16))$$

$$n = 6.758 / (0.0275) + (0.6144)$$

$$n = 6.758 / 0.64$$

$$n = 10$$

Después de determinar el tamaño de la muestra para la encuesta

A continuación se presenta el modelo de la encuesta que se aplicó a un conjunto de constructora. Las preguntas fueron realizadas verbalmente por el encuestador, quien a su vez fue el encargado de diligenciar el formulario.

FECHA :

Nombre de la Empresa:

Teléfono :

Nombre del Encuestado y cargo

Dirección:

1. La empresa realiza separación en la fuente de los residuos de construcción y demolición

SI _____

NO _____

Si su respuesta es No, explique

2. A qué persona o entidad se lo entregan

3. Cuanto paga hoy por el servicio (Viaje):

4 Está satisfecho con el servicio prestado por la persona o entidad

SI _____

NO _____

5. Si le ofreciera un mejor servicio cuanto estaría disponible a pagar por viaje (8 m³):

a. De \$ 10.000 a \$ 50.000

b. De \$ 50.001 a \$ 100.000

c. De \$100.001 a \$ 150.000

d. De \$ 150.001 a \$ 200.000

e. De \$ 200.001 a \$ 250.000

6. La empresa estaría interesada adquirir material reciclado para construcción

SI _____

NO _____

Porque

Especifiqués

cuales:

7.Cuál sería el sitio más conveniente para disponer los escombros:

a. La Loma de los Cocos

b. Manga

c. Crespo

d. Albornoz

e. Ternera

8.Cuál sería el sitio más conveniente para reciclar los escombros:

a. Manga

b. Crespo

c. Albornoz

d. Ternera

e. Centro

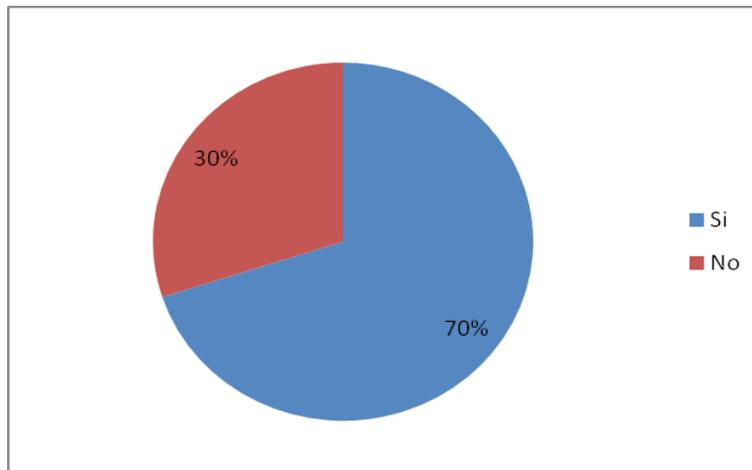
RESULTADO DE LA ENCUESTA

A continuación se presentan los principales resultados proporcionados por al encuesta

1. La empresa realiza separación en la fuente de los residuos de construcción y demolición.

Si 7

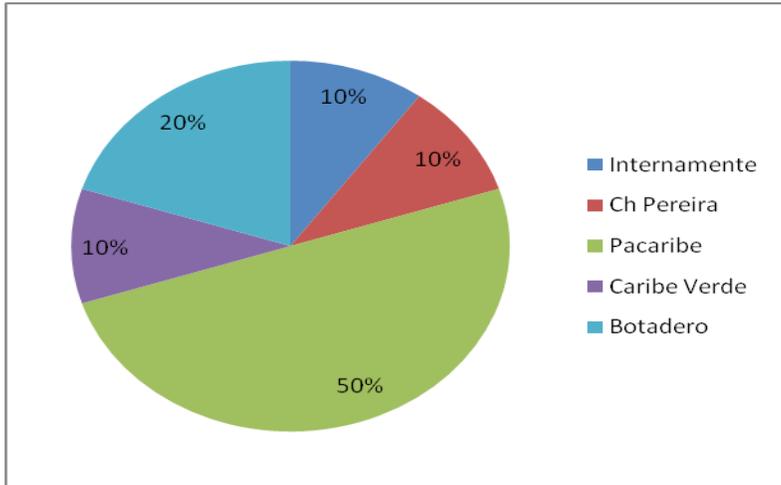
No 3



Porcentaje de Empresas que realizan la separación en la fuente de los RCD.

2. A qué persona o entidad se lo entregan:

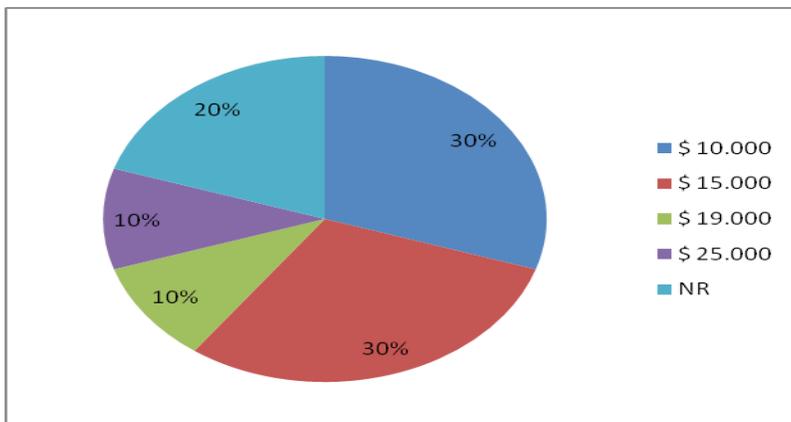
Internamente	1
Ch Pereira	1
Pacaribe	5
Caribe Verde	1
Botadero	2



Porcentaje a que Entidad le entrega los RCD

3. Cuanto paga hoy por el servicio (Viaje):

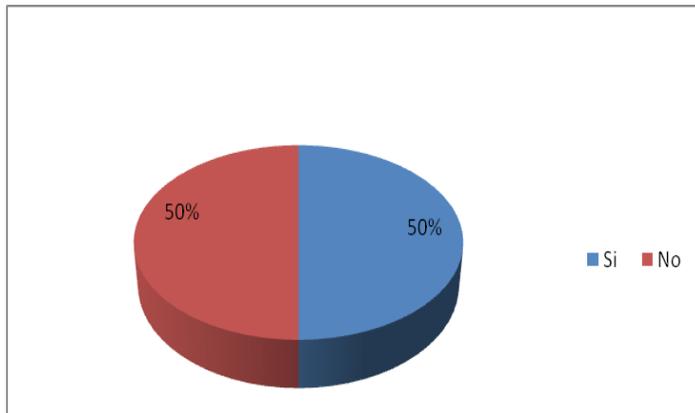
\$ 10.000	3
\$ 15.000	3
\$ 19.000	1
\$ 25.000	1
NR	2



Porcentaje pagado por la prestación del Servicio.

4. Está satisfecho con el servicio prestado por la persona o entidad.

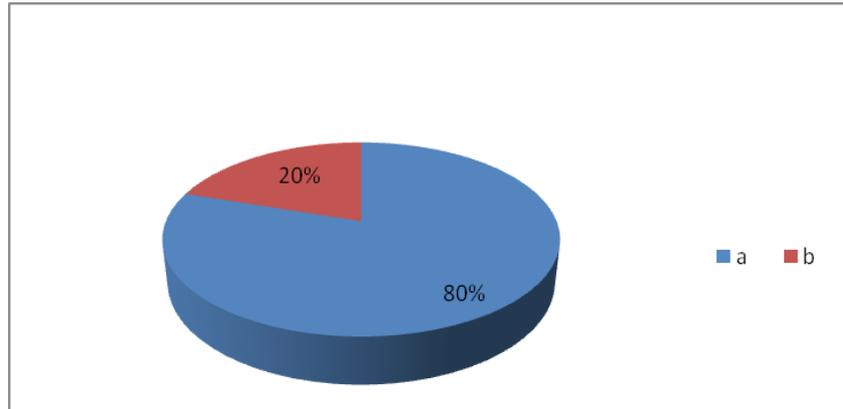
Si 5
No 5



Porcentaje de Sastifaccion de la prestacion del Servicio

5. Si le ofreciera un mejor servicio cuanto estaría disponible a pagar por viaje (8 m³):

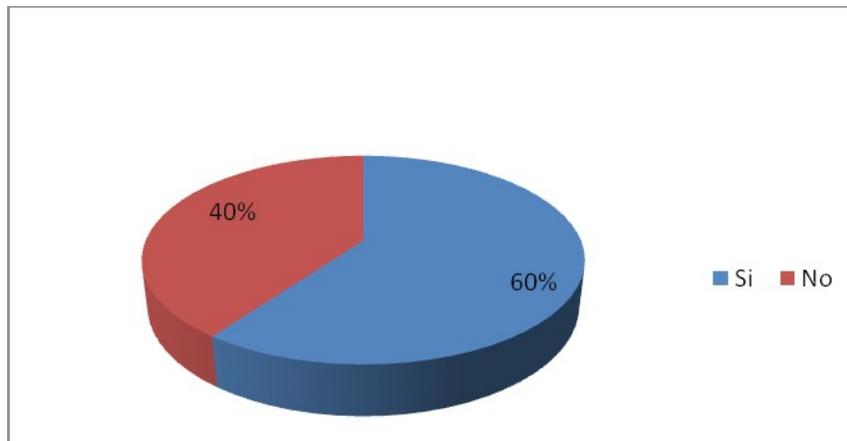
\$ 10.000 a \$ 50.000 8
\$ 50.000 a \$ 100.000 2



Porcentaje de costos a pagar por mejor servicio.

6. La empresa estaría interesada adquirir material reciclado para construcción:

Si 6
 No 4

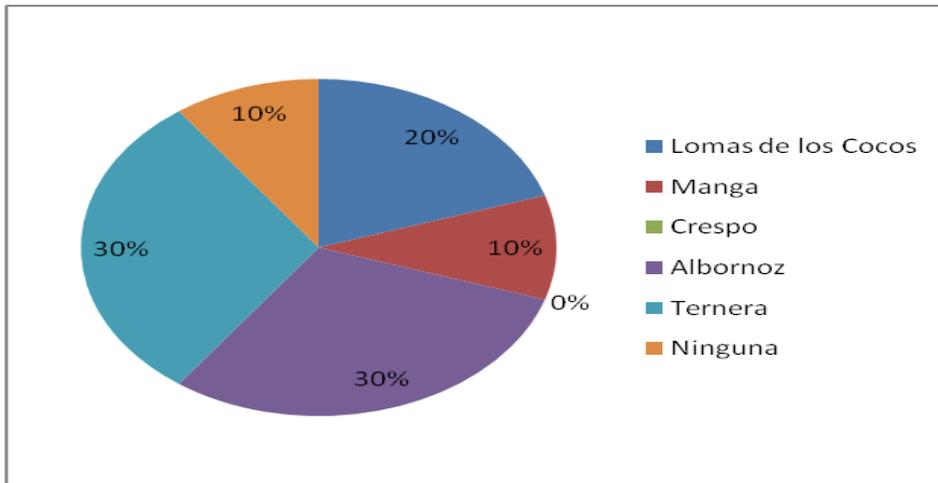


Porcentaje de empresa que están interesada en adquirir material Reciclado.

7.Cuál sería el sitio más conveniente para disponer los escombros:

Lomas de los	
Cocos	2
Manga	1
Crespo	0
Albornoz	3
Tenera	3

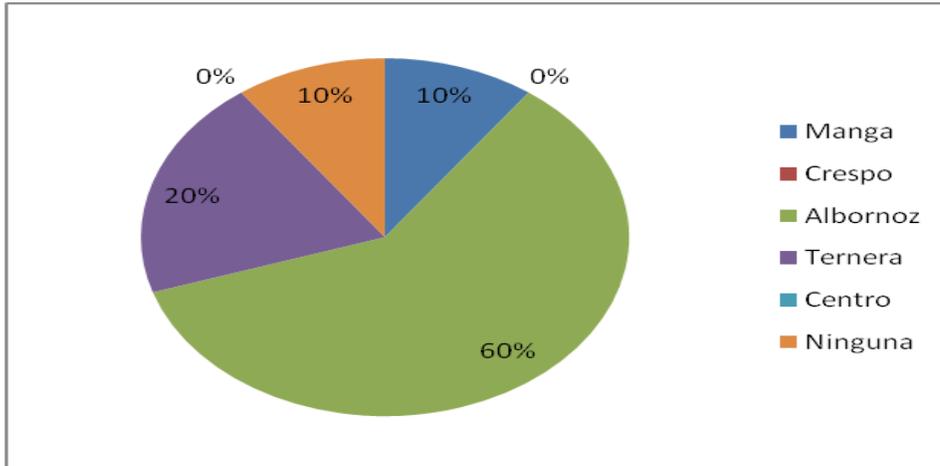
Ninguna 1



Porcentaje de sitio conveniente para disponer los escombros.

8.Cuál sería el sitio más conveniente para reciclar los escombros:

Manga	1
Crespo	0
Albornoz	6
Ternera	2
Centro	0
Ninguna	1



Porcentaje de sitio más conveniente para reciclar los escombros.

6.6.1 Análisis de la Información

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuesta las empresas constructoras al principio del proyecto escogieron a Albornoz como el lugar más conveniente para el reciclaje de RCD. Sin embargo al consultar el Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de India se encontró que este lugar no está permitido para realizar esta actividad, por lo tanto se escogió el lugar que se encuentra en el POT que es Pasacaballo.

7. ESTUDIO TECNICO

El presente estudio tiene como finalidad seleccionar la tecnología idónea que vaya acorde con el comportamiento del mercado y el monto de las inversiones, así

como también el tamaño del proyecto y la localización en función de la prestación de un servicio óptimo.

En el estudio técnico se definirá de manera detallada las maquinarias y equipos de acuerdo con las exigencias del mercado, los costos e inversión necesarios para un excelente servicio.

7.1 Tamaño

Se conoce como tamaño de una planta la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en la cantidad producida por unidad tiempo, es decir el volumen, peso, valor o unidades de productos elaborados por año, mes, etc. En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia prima que se procesa.

Para nuestro proyecto iniciamos con una primera unidad con una capacidad de producción de 50 – 100 toneladas por hora.

7.2 Localización

La ubicación de la planta obedece a una política de Plan de Ordenamiento de territorial de Cartagena de India D.C., dicha ubicación estratégica con base a los criterios establecidos por el Ministerio de Medio Ambiente en la guía ambientales denominada Criterios generales para construcción y operación de escombreras⁵ como capacidad, distancia, accesibilidad, condiciones climáticas, uso potencial de la tierra y efectos ambientales. Debido a esto se recomienda en Pasacaballos, la

⁵ *Ministerio del medio Ambiente. Criterios generales para la construcción y operación de Escombreras. Santafé de Bogota D.C. 1995*

ubicación de nuestra planta de reciclaje de Residuos de construcción y demoliciones (RCD)

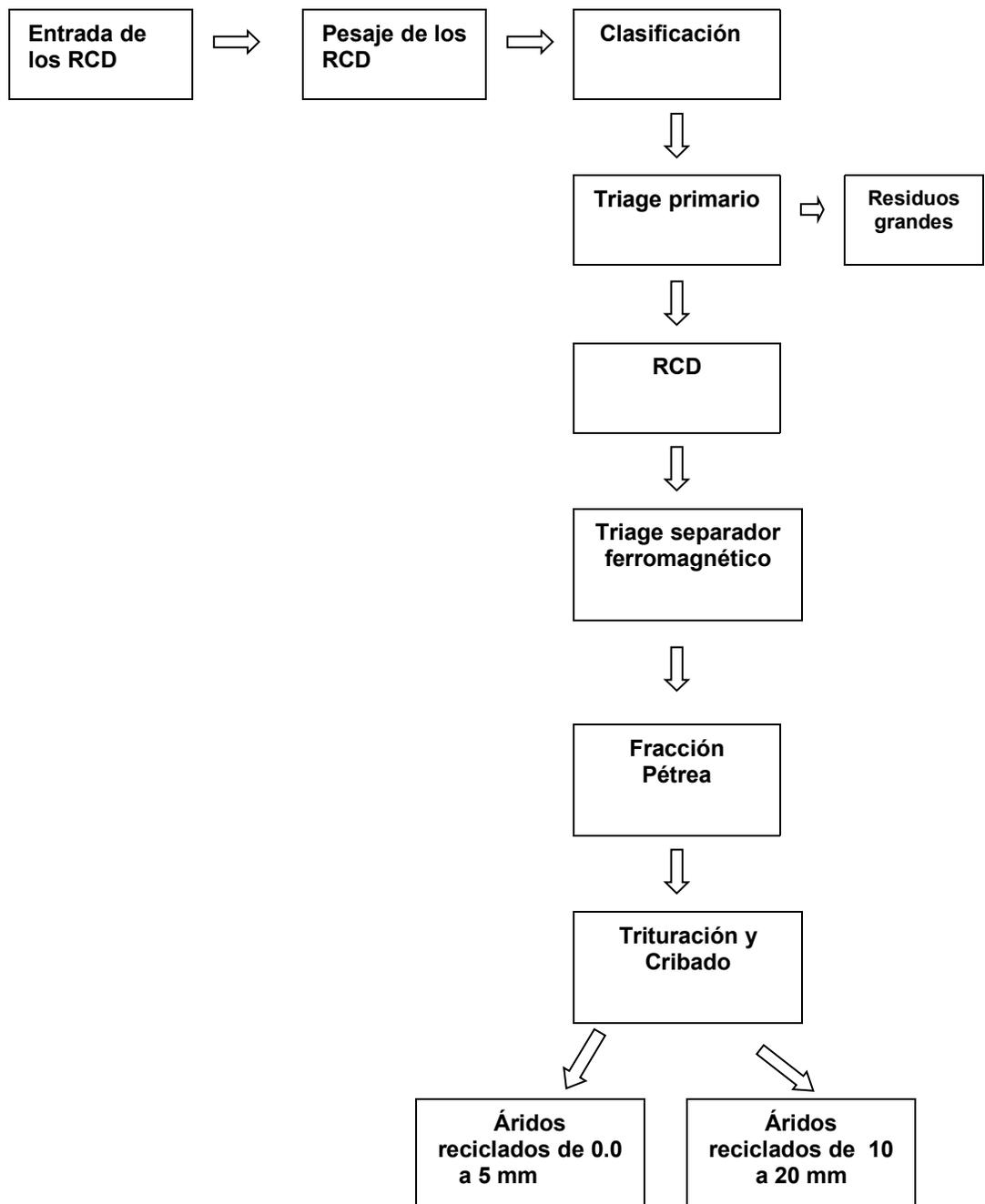
7.3 Proceso productivo

El proceso de reciclaje de escombros está conformado por las siguientes etapas:

- Recepción del camión cargado. Este entra en una balanza, aceptándose solamente aquellos residuos generados como consecuencia de construcciones, demoliciones o reformas, como pueden ser las tierras, yesos, ladrillos, hormigón
- Preselección manual: descarga del camión en una explanada y separación de los voluminosos manualmente distinguiéndose dos grupos. El primer grupo (metales, vidrios, cartón, maderas), que serán depositados temporalmente hasta su envío a gestores autorizados, un segundo grupo (materiales cerámicos, arcilla)
- El Residuos de Construcción y Demolición acumulado se empuja hasta una tolva, que alimenta la línea de tratamiento mediante cinta transportadora.
El residuo pasará por un equipo de cribado en función de la granulometría del que saldrán dos fracciones: material sucio y otro flujo que pasará a la línea de separación manual
- Zona de triaje secundario: En esta etapa se eliminan plásticos, madera y demás elementos contaminante a través de un separador ferromagnético.

- Trituración: El triturador de impacto tiene una tolva y alimentador independiente para poder alimentar desde el punto el material que no precise. Es necesario realizar una criba para alimentar aquellos cargamentos metálicos no férricos que no hayan sido eliminados con el separador.
- Cribado: En esta fase se realizara una separación granulométrica en la cual se obtendrán dos subfracciones comercializable y que podrán ser reutilizados como áridos reciclados.

Figura 1. Esquema conceptual del funcionamiento



7.4 Capacidad de producción

La capacidad de producción, la definiremos como: La capacidad máxima que posee este tipo de planta de reciclaje de escombros para trabajar durante un turno de trabajo. La planta en cuestión tiene una producción promedio por hora equivalente a 50, 14 toneladas por hora trabajada. Para efecto de este estudio se está considerando un turno diario de ocho horas. Ya que en ningún momento está reciclando la cantidad máxima de escombros generados en la ciudad sino que por el contrario se está llegando a un nivel de producción del 60 % del total generado y como se estima que para el 2018 de 192.557,47 ton/año,

Tabla 7.1 Proyección de producción

Año	Proyección de escombros (m³)	Proyección de Producción de Áridos reciclados (60%) (m³)
2010	166.868	100.120
2011	154.697	92.818
2012	157.515	94.509
2013	160.332	96.199
2014	163.149	97.889

Elaboración Propia

A partir de los datos generados, donde se relacionan los volúmenes de Áridos a producir y teniendo en cuenta pronosticado para vender cada m³ Áridos finos en \$ 33120 y los áridos gruesos en \$ 57040 y se producirá de acuerdo a la demanda.

La cual se tomó el valor menor para calcular los ingresos anuales tabla 7.2

Tabla 7.2 Ingresos Anuales

Año	Producción	Valor del m³	Ingreso Total
2010	100.120	33.120	\$ 3.315.974.400
2011	92.818	33.120	\$ 3.074.132.160
2012	94.509	33.120	\$ 3.130.138.080
2013	96.199	33.120	\$ 3.186.110.880
2014	97.889	33.120	\$ 3.242.083.680

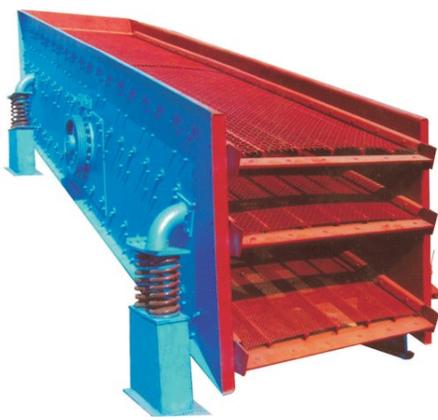
Elaboración propia

7.5 Diseño de la planta

En la tabla 7.3 y tabla 7.4 se hace una descripción detallada de las especificaciones técnicas de cada una de las maquinas que se requieren, si como también su distribución en la planta y los requerimientos de espacios para su normal funcionamiento.

Tabla 7.3 Equipos Principales

Imagen	Características principales
	Alimentadora vibrante 1. modelo: GZD960x3800 2. dimensión de la túnel:960x3800mm 3. Max. tamaño de alimentación:580mm 4. Capacidad:120-210TPH 5. Potencia: 11Kw 6. peso : 3980kg 7.dimensión(mm):3880x2240x1880 Valor \$ 19681300

	<p>Trituradora de mandíbula</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelo: PE500x750 2. la dimensión de la entrada : 500X750mm 3. Max medida de alimentación: 425mm 4. el rango ajustable de la salida: 50-100m 5. Capacidad: 50-100TPH 6. Potencia: 55kw 7. peso : 10T 8. dimensión(mm):2035X1921X2000 <p>Valor \$ 40.281.737</p>
	<p>Trituradora de cono PYB900</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelo :PYB900 2. Max medida de alimentacion:115mm 3. el rango ajustable de la salida : 15---50mm 4. Capacidad: 50-90TPH 5. Potencia: 55KW 6. peso: 10.2T 7. dimensión(mm): 3050x1640x2350 <p>Valor: \$ 72.745.737</p>
	<p>Criba vibrante</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelo: 3YZS1548 2. dimensión de la criba.: 4800x1500mm 3. pesos : 3 l 4. el tamaño de la malla :le podemos ofrecer En respecto a su necesidad. (como 5mm; 10mm; 20mm; 30mm, etc.) 5. tamaño de alimentación: <400mm 6. Capacidad:30-200TPH 7. Potencia: 15Kw 8. frecuencia vibrante: 750-950 r/min <p>Valor \$ 26.257.289</p>

Elaboración propia

Tabla 7.4 Maquina Auxiliar

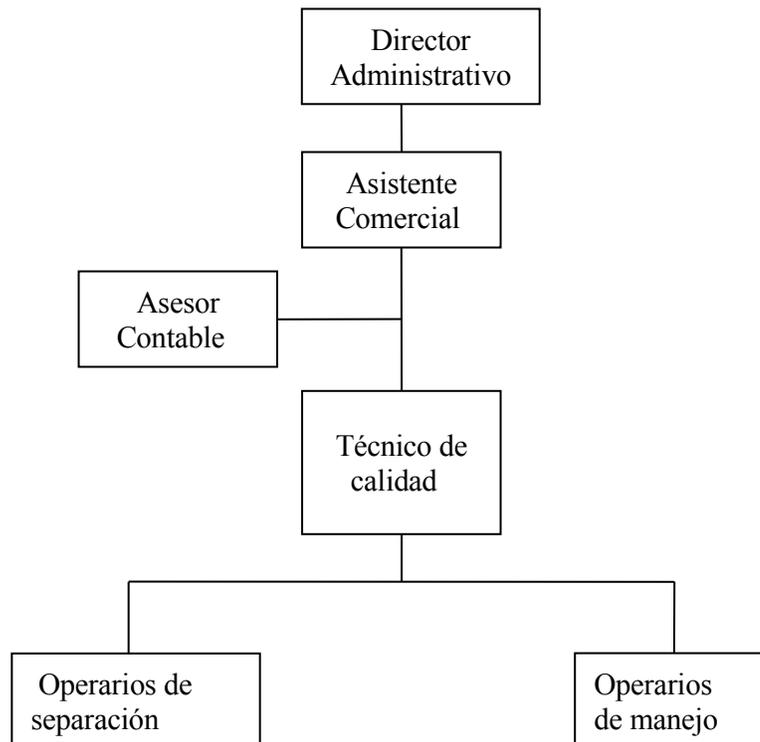
Maquina	Descripción
	<p>La banda: cinta transportadora B650 x 18 m = \$ 7.913.100 B650 x 19 m = \$ 11.565.300 B500 x 20 m = \$ 10.652.250 B500 x 15 m = \$ 22.826.250</p>
	<p>Tablero eléctrico ,controlar la sistema Eléctrica de la línea completa. Valor \$ 16.232.000</p>
	<p>Bascula de Camión Ddimensiones de 3m de ancho y hasta 36m de largo, sin fosa \$ 83.000.000</p>

Elaboración Propia

7.5.1 Organización de la Empresa.

Esta empresa tiene una estructura muy simple, muy conforme a su tamaño. Esta estructura esta hecha teniendo en cuenta la especialización en las funciones, lo cual conlleva a valorar al maximizar responsabilidades de los diferentes escalafones que componen esta, conllevando a adquirir una perfecta especialización del trabajo asignado.

Figura 3. Organigrama de la Empresa



8. ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero ayuda a realizar una amplia presentación de todos los elementos que participan en la formulación financiera de un proyecto. Las inversiones necesarias para poner en funcionamiento el proyecto, los costos que se incurren en la elaboración, administración, ventas y el ingreso proveniente de la venta de los mismos.

El modelo financiero a utilizar, permite realizar los flujos de caja para determinar la aceptación o rechazo de la propuesta.

8.1 Presupuesto de Inversión

En el presupuesto de inversión aparecen los resultados de los estudios previos a éste, para así determinar las inversiones necesarias para la puesta en marcha de la empresa.

Como todo inicio de una empresa, ésta necesita una inversión inicial la cual se puede subdividir en tres grupos: inversiones fijas, inversiones diferidas y capital de trabajo.

Todas las cifras se encuentran representadas en pesos colombianos para efectos de este estudio.

8.1.1 Inversión fijas: Son aquellas que se realizan en bienes tangibles, se utilizan para garantizar la operación de la empresa y no son comerciables por parte de la empresa y se adquieren para utilizar durante su vida útil.

8.1.1.1 Equipos. Son los equipos necesarios para realizar el reciclaje de los Residuos de construcción y demolición.

Tabla 8.1 Inversión de los equipos

EQUIPOS Y ENSERES EN EL AREA DE PLANTA		
EQUIPO	CANTIDAD	VR. UNITARIO
Alimentador vibratorio	1	\$ 19.681.300
Trituradora de Mandíbula	1	\$ 40.281.737
Cinta Transportadoras de 18 m	1	\$ 7.913.100
Trituradora de Cono	1	\$ 72.745.737
Cinta Transportadora 19 m	1	\$ 11.565.300
Criba Vibrante	1	\$ 26.257.289
Cinta Transportadora 20 m	1	\$ 10.652.250
Cinta transportadora de 15 m	1	\$ 22.826.250
Tablero eléctrico	1	\$ 16.232.000
Bascula de camión	1	\$ 83.000.000
Computadores	5	\$ 7.500.000
TOTAL		\$ 318.654.963

Elaboración propia

8.1.1.2 Muebles y equipos de oficina. Comprende los requerimientos administrativos para el óptimo funcionamiento de la planta. Los costos en los que se incurren por la compra de estos muebles y equipos de oficina se pueden observar en la tabla 8.2 que se presenta a continuación.

Tabla 8.2 Costos de mobiliario

MOBILIARIO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Oficina del director	1	\$2.500.000	\$ 2.500.000
Oficina de	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000

Secretaria			
Puesto de Técnico	1	\$ 850.000	\$ 850.000
Calidad			
Aire acondicionado	2	\$ 900.000	\$ 1.800.000
COSTO TOTAL			\$ 6.650.000

Elaboración propia

8.1.1.3 Terreno

El terreno donde se ubicara la planta es de 600 m² en la cual se comprara y el metro cuadrado tiene un valor de \$ 900.000 en pasacaballos.

Tabla 8.3 Costo por Terreno

CANTIDAD m ²	VALOR DE CADA m²	VALOR TOTAL m²
600	\$ 900.000	\$ 540.000.000

Elaboración Propia

8.1.2 Inversiones diferidas. Son las inversiones que se hacen al comprar servicios o derechos necesarios para la puesta en marcha de la empresa

8.1.2.1 Gastos de instalación. Incluyen los gastos que se realizan en cuanto a adecuaciones de terreno e instalación de redes de sistemas tanto internas como externas.

Adecuaciones de terreno: Estas comprenden las adecuaciones que se deben hacer al terreno para la puesta en marcha de la empresa tales como: La ubicación

de los módulos y las oficinas, y en general la adecuación para la distribución de la planta ideal teniendo en cuenta la naturaleza tecnológica de la empresa

Tabla 8.4 Gastos de Instalación

CONCEPTO	COSTO
Adecuación del terreno	\$ 5.000.000
Instalación de las maquinas	\$ 30.000.000
Total Gastos de Instalación	\$ 35.000.000

Elaboración propia

8.1.3 Capital de trabajo. Constituyen el conjunto de recursos necesarios para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, que se inicia en el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación, termina cuando se presta el servicio y se percibe la venta de éste

El capital de trabajo se determina de la siguiente manera:

Capital de trabajo = Activo circulante – Pasivo circulante

Donde:

El activo circulante está conformado por las cuentas por cobrar y la inversión en efectivo (caja y banco)

- Cuentas por cobrar. El crédito ofrecido a los clientes de la empresa será de 20 días contados a partir de la firma del contrato. Para calcular el valor de las cuentas por cobrar se utilizará la siguiente fórmula:

$$C \times C = \$ (\text{ingreso anual}) \times p.p.r$$

360

Donde: p.p.r: periodo promedio de recuperación

p.p.r = 20 días

Los ingresos proyectados para el primer año de operación son de \$ **3.315.974.400**, que se pueden apreciar en la tabla 7.2

Entonces: $C \times C = \frac{\$3.315.974.400}{360} \times 20 = \$184.220.800$

8.1.3.1 Inversión en efectivo. Es el dinero que, ya sea en efectivo o en documentos, con que debe contar la empresa para realizar las operaciones cotidianas, ya sea para realizar sus negocios o para contrarrestar posibles contingencias. La inversión en efectivo está conformada por los salarios y prestaciones de la mano de obra directa, los servicios públicos. Todos estos valores correspondientes al primer año de operación.

Salarios y prestaciones. Este valor está representado como el costo de la mano de directa, que se debe desembolsar en el período correspondiente a un año.

Tabla 8.5 Salario Básicos a pagar mensual y a un año

SALARIOS BASICOS A PAGAR MENSUAL Y A UN AÑO				
	Director Administrativo	Secretaria Comercial	Técnico Calidad	Operarios
Salario Bás	\$ 1.000.000	\$ 800.000	\$ 650.000	\$ 496900
Subsidio de transporte		\$ 59.300	\$ 59.300	\$ 59.300
Total Mensual	\$ 1.000.000	\$859.300	\$ 709.300	\$ 556.200
Total Anual	\$ 12.000.000	\$ 10.311.600	\$ 8.511.600	\$ 26.697.600*

*4 operarios; Elaboración propia

Tabla 8.6 Prestaciones Sociales Mensual y Anual

APORTE	%	Director Administra.	Secretaria Comercial	Técnico Calidad	Operario	Total
Pensión	12	\$ 120.000	\$ 96.000	\$ 78.000	\$ 59.628	\$ 353.628
Salud	8,5	\$ 85.000	\$ 68.000	\$ 55.250	\$ 5.068	\$ 21.3318
ARP	2,44	\$ 24.400	\$ 19.520	\$ 15.860	\$ 12.124	\$ 71.904
Vacacion es	4,17	\$ 41.700	\$ 33.360	\$ 27.105	\$ 20721	\$ 122.885
Prima	8,33	\$ 83.300	\$ 66.640	\$ 54.145	\$ 41.391	\$ 245.476
Cesantías	8,33	\$ 83.300	\$ 66.640	\$ 54.145	\$ 41391	\$ 245476
Inti. Cesan.	1	\$ 10.000	\$ 8.000	\$ 6.500	\$ 4.969	\$ 29.469
Caja	4	\$ 40.000	\$ 32.000	\$ 26.000	\$ 19.876	\$ 117.876
Sena	2	\$ 20.000	\$ 16.000	\$ 13.000	\$ 9.938	\$ 58.938
Icbf	3	\$ 30.000	\$ 24.000	\$ 19.500	\$ 14.907	\$ 88.407
Total mensual		\$537.700	\$ 430.160	\$ 349.505	\$ 230.015	\$1.547.380
Total Anual		\$6.452.400	\$ 5.161.920	\$ 4.194.060	\$ 11.040.720*	

*4 operarios; Elaboración propia

Se realizara proyecciones del sueldo de con aumento del 5 % anual

Tabla 8.7 Proyecciones de Sueldos y prestaciones sociales

AÑO	COSTO ADMON
1	\$ 84.369.900
2	\$ 88.588.395
3	\$ 93.017.814
4	\$ 97.668.705
5	\$ 102.552.140

Elaboración propia

Servicios Públicos En lo correspondiente a servicios públicos están incluidos el consumo de acueducto, energía, comunicaciones, en los cuales incurre la

empresa para su óptimo funcionamiento. Estos se pueden observar en la tabla 8.8

Tabla 8.8 Servicios Públicos

Gastos	Valor Mensual	Al año
Agua	\$ 200.000	\$ 2.4000.000
Luz	\$ 10.000.000	\$ 120.000.000
Aseo	\$ 200.000	\$ 1.2000.000
Teléfono	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Total	\$ 10.700.000	\$ 127.000.000

Elaboración propia

Se realizara proyecciones del servicio público con aumento del 5 % anual

Mantenimiento Es el costo que se asigna para tener los equipos en buen estado aprovechando su potencial de trabajo, en esta empresa se trabajará con mantenimiento preventivo y se le asignará el 2% del valor de los equipos.

Se realizara proyecciones del mantenimiento con aumento del 5 % anual

Tabla 8.9 Proyección Mantenimiento

AÑO	COSTO DE MANTENIMIENTO
1	\$ 76.477.191
2	\$ 80.301.050
3	\$ 84.316.103
4	\$ 88.531.908
5	\$ 92.958.503

Elaboración propia

Depreciación

Como es conocido por todos al momento de adquirir los equipos, éstos van perdiendo valor durante su vida útil, el cual es presentado a continuación en la tabla 8.10

Tabla 8.10 Depreciación de Maquinaria y Muebles

ACTIVOS DEPRECIABLES	VALOR(\$)	VIDA UTIL (años)	SALVAMENTO %	VALOR(\$)	DEPRECIACION ANUAL(\$)	VALOR RESIDUAL(\$)
Maquinaria	\$311.154.963	10	10%	31.115.496	28.003.947	31.115.496
Muebles y enseres	\$10.600.000	5	10%	1.060.000	1.908.000	1.060.000
TOTAL	\$ 321.754.963				\$29.911.947	\$32.175.496

Elaboración propia

Tabla 8.11 Inversión en efectivo

CONCEPTO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Salario Administrativo	\$ 7.030.825	\$ 84.369.900
Servicios públicos	\$ 10.700.000	\$ 127.000.000
Mantenimiento	\$ 6.373.099	\$ 76.477.191
Total	\$24.103.924	\$ 287.847.091

Elaboración propia

Por lo tanto,

$$AC = CxC + \text{Caja y Banco}$$

$$AC = \$ 184.220.800 + \$ 24.103.924 = \$ 208.324.724$$

El pasivo circulante está compuesto por las cuentas por pagar, vencimiento a corto plazo de deudas así como impuestos y salarios retenidos. Para determinar este valor se tiene en cuenta la formula de la tasa circulante, la cual es:

Tasa Circulante = Activos Circulante / Pasivo Circulante

Donde la tasa circulante que se aconseja tomar para la evaluación de proyectos debe ser mayor que tres (3).

En la práctica se indica que si se disminuye el valor de la tasa circulante por debajo de uno (1) la empresa correrá el riesgo de no pagar sus deudas de corto plazo, si la tasa circulante es muy superior a 2,5, entonces la empresa está dejando de utilizar un recurso muy valioso como lo es el financiamiento, es por eso que como se dijo anteriormente se recomienda tomar una tasa circulante para la evaluación de los proyectos, mayor que tres (3) en donde el empleado en el presente proyecto será 3,5.

Pasivo Circulante = Activo Circulante / Tasa Circulante

$$PC = \$208.324.724 / 3.5$$

$$PC = \$ 59.521.349$$

Entonces como:

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante}$$

$$\text{Capital de trabajo} = \$ 208.324.724 - \$ 59.521.349$$

$$\text{Capital de trabajo} = \$ 148.803.374$$

Tabla 8.12 Inversiones

CONCEPTOS	VALOR
Inversiones fijas	-
Equipos y accesorios	\$311.154.963
Muebles y equipos de oficina	\$10.600.000
Terreno	\$ 540.000.000
TOTAL INVERSIONES FIJAS	\$ 861.754.963
Inversiones Diferidas	-
Gastos de Instalación	\$ 35.000.000
TOTAL INVERSIONES DIFERIDAS	\$ 35.000000
Capital de Trabajo	\$ 148.803.374
TOTAL	\$ 1.045.558.337

Elaboración propia

8.2 Análisis de Costos de Ventas

El costo de venta está conformado por los desembolsos en que incurre la empresa para la comercialización de los servicios con el objeto de generar ventas y obtener un reconocimiento en el mercado.

Por lo tanto, a continuación, se presenta la proyección de los costos de ventas en la tabla 8.13

Tabla 8.13 Proyección de Costo de venta.

ANO	COSTOS DE VENTA
2010	\$ 2.500.000
2011	\$ 2.625.000
2012	\$ 2.756.250
2013	\$ 2.894.065
2014	\$ 3.038.768

Elaboración propia

Teniendo en cuenta todos los costos se llega a obtener los costos de producción del servicio, los cuales se presentan a continuación la tabla 8.14.

Tabla 8.14 Costo de Producción del Servicio

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costos de Operación					
Costo de M.O.D	\$ 84.369.900	\$ 88.588.395	\$ 93.017.814	\$ 97.668.705	\$ 102.552.140
Costos generales					
Costos de Servicios Públicos	\$ 127.000.000	\$ 133.350.000	\$ 140.017.500	\$ 147.018.375	\$ 154.369.293
Costos de Mantenimiento	\$ 76.477.191	\$ 80.301.050	\$ 84.316.103	\$ 88.531.908	\$ 92.958.503
Costos de Depreciación	\$ 29.911.947	\$ 31.407.544	\$ 32.977.921	\$ 34.626.817	\$ 36.358.158
TOTAL	\$ 317.759.038	\$ 333.646.989	\$ 350.329.338	\$ 367.845.805	\$ 386.238.094

Elaboración propia

8.3 Balance Inicial

El balance inicial está formado por el activo y el pasivo, donde el activo está compuesto por los activos fijos, activos diferidos y el capital de trabajo y el pasivo por las obligaciones y patrimonio. Es necesario tener en cuenta que de la inversión total, una parte será financiada por los bancos y la otra será considerada como aporte de los socios. Una estructura recomendada es la de 80% financiada por los bancos y 20% aportado por los socios. A continuación se muestra el balance inicial

Tabla 8.15 Balance Inicial

ACTIVO			PASIVO	
PATRIMONIO DE EQUIPOS		\$ 861.754.963	OBLIGACIONES	\$ 836.446.669
DIFERIDOS		\$ 35.000.000	PATRIMONIO	\$ 209.111.667
CAPITAL DE TRABAJO		\$ 148.803.374		
TOTAL		\$ 1.045.558.337	TOTAL	\$ 1.045.558.337

Elaboración propia

8.4 Financiación de la inversión

Teniendo en cuenta el balance inicial y la estructura financiera se determinó que el valor a financiar es de \$ 836.446.669 mediante un leasing financiero.

Valor del Activo: \$ 836.446.669

Tiempo: 5 años (60 meses)

Interés de arrendamiento: 2%

Opción de compra 1%: \$ 8.364.666

$$vf = \frac{A[(1+i)^x - 1]}{i}$$

Donde:

A: Cuota a pagar

Cf: valor futuro

x: Numero de meses

i: tasa de interés

$$Vf = 836.446.669 (1+0,02)^{60} = \$ 2.744.381.521$$

El valor de compra se le resta la opción de compra y el resultado es el valor a financiar.

$$Vf = 2.744.381.521 - 8.364.666 = 2.736.016.855$$

$$vf = \frac{A[(1+i)^x - 1]}{i}$$

$$2,736.016.855 = \frac{A [(1+0,02)^{60} - 1]}{0,02}$$

$$A = \frac{2.736.016.855 (0,02)}{[(1+0,02)^{60} - 1]}$$

Dado un valor futuro, vf, las cuotas mensuales son \$ 23.989.529

Tabla 8.16 Amortización del Leasing

Periodos (meses)	interés	valor de cuota	abono a capital	saldo capital
0		\$ 23.989.529,00	\$ -	\$ 836.446.669,00
1	\$ 16.728.933,38	\$ 23.989.529,00	\$ 7.260.595,62	\$ 829.186.073,38
2	\$ 16.583.721,47	\$ 23.989.529,00	\$ 7.405.807,53	\$ 821.780.265,85
3	\$ 16.435.605,32	\$ 23.989.529,00	\$ 7.553.923,68	\$ 814.226.342,16
4	\$ 16.284.526,84	\$ 23.989.529,00	\$ 7.705.002,16	\$ 806.521.340,01
5	\$ 16.130.426,80	\$ 23.989.529,00	\$ 7.859.102,20	\$ 798.662.237,81
6	\$ 15.973.244,76	\$ 23.989.529,00	\$ 8.016.284,24	\$ 790.645.953,56
7	\$ 15.812.919,07	\$ 23.989.529,00	\$ 8.176.609,93	\$ 782.469.343,64
8	\$ 15.649.386,87	\$ 23.989.529,00	\$ 8.340.142,13	\$ 774.129.201,51
9	\$ 15.482.584,03	\$ 23.989.529,00	\$ 8.506.944,97	\$ 765.622.256,54
10	\$ 15.312.445,13	\$ 23.989.529,00	\$ 8.677.083,87	\$ 756.945.172,67
11	\$ 15.138.903,45	\$ 23.989.529,00	\$ 8.850.625,55	\$ 748.094.547,12
12	\$ 14.961.890,94	\$ 23.989.529,00	\$ 9.027.638,06	\$ 739.066.909,06
13	\$ 14.781.338,18	\$ 23.989.529,00	\$ 9.208.190,82	\$ 729.858.718,25
14	\$ 14.597.174,36	\$ 23.989.529,00	\$ 9.392.354,64	\$ 720.466.363,61
15	\$ 14.409.327,27	\$ 23.989.529,00	\$ 9.580.201,73	\$ 710.886.161,88
16	\$ 14.217.723,24	\$ 23.989.529,00	\$ 9.771.805,76	\$ 701.114.356,12
17	\$ 14.022.287,12	\$ 23.989.529,00	\$ 9.967.241,88	\$ 691.147.114,24
18	\$ 13.822.942,28	\$ 23.989.529,00	\$ 10.166.586,72	\$ 680.980.527,53

19	\$ 13.619.610,55	\$ 23.989.529,00	\$ 10.369.918,45	\$ 670.610.609,08
20	\$ 13.412.212,18	\$ 23.989.529,00	\$ 10.577.316,82	\$ 660.033.292,26
21	\$ 13.200.665,85	\$ 23.989.529,00	\$ 10.788.863,15	\$ 649.244.429,11
22	\$ 12.984.888,58	\$ 23.989.529,00	\$ 11.004.640,42	\$ 638.239.788,69
23	\$ 12.764.795,77	\$ 23.989.529,00	\$ 11.224.733,23	\$ 627.015.055,46
24	\$ 12.540.301,11	\$ 23.989.529,00	\$ 11.449.227,89	\$ 615.565.827,57
25	\$ 12.311.316,55	\$ 23.989.529,00	\$ 11.678.212,45	\$ 603.887.615,12
26	\$ 12.077.752,30	\$ 23.989.529,00	\$ 11.911.776,70	\$ 591.975.838,42
27	\$ 11.839.516,77	\$ 23.989.529,00	\$ 12.150.012,23	\$ 579.825.826,19
28	\$ 11.596.516,52	\$ 23.989.529,00	\$ 12.393.012,48	\$ 567.432.813,72
29	\$ 11.348.656,27	\$ 23.989.529,00	\$ 12.640.872,73	\$ 554.791.940,99
30	\$ 11.095.838,82	\$ 23.989.529,00	\$ 12.893.690,18	\$ 541.898.250,81
31	\$ 10.837.965,02	\$ 23.989.529,00	\$ 13.151.563,98	\$ 528.746.686,83
32	\$ 10.574.933,74	\$ 23.989.529,00	\$ 13.414.595,26	\$ 515.332.091,56
33	\$ 10.306.641,83	\$ 23.989.529,00	\$ 13.682.887,17	\$ 501.649.204,40
34	\$ 10.032.984,09	\$ 23.989.529,00	\$ 13.956.544,91	\$ 487.692.659,48
35	\$ 9.753.853,19	\$ 23.989.529,00	\$ 14.235.675,81	\$ 473.456.983,67
36	\$ 9.469.139,67	\$ 23.989.529,00	\$ 14.520.389,33	\$ 458.936.594,35
37	\$ 9.178.731,89	\$ 23.989.529,00	\$ 14.810.797,11	\$ 444.125.797,23
38	\$ 8.882.515,94	\$ 23.989.529,00	\$ 15.107.013,06	\$ 429.018.784,18
39	\$ 8.580.375,68	\$ 23.989.529,00	\$ 15.409.153,32	\$ 413.609.630,86
40	\$ 8.272.192,62	\$ 23.989.529,00	\$ 15.717.336,38	\$ 397.892.294,48
41	\$ 7.957.845,89	\$ 23.989.529,00	\$ 16.031.683,11	\$ 381.860.611,37
42	\$ 7.637.212,23	\$ 23.989.529,00	\$ 16.352.316,77	\$ 365.508.294,60
43	\$ 7.310.165,89	\$ 23.989.529,00	\$ 16.679.363,11	\$ 348.828.931,49
44	\$ 6.976.578,63	\$ 23.989.529,00	\$ 17.012.950,37	\$ 331.815.981,12
45	\$ 6.636.319,62	\$ 23.989.529,00	\$ 17.353.209,38	\$ 314.462.771,74
46	\$ 6.289.255,43	\$ 23.989.529,00	\$ 17.700.273,57	\$ 296.762.498,17
47	\$ 5.935.249,96	\$ 23.989.529,00	\$ 18.054.279,04	\$ 278.708.219,14
48	\$ 5.574.164,38	\$ 23.989.529,00	\$ 18.415.364,62	\$ 260.292.854,52
49	\$ 5.205.857,09	\$ 23.989.529,00	\$ 18.783.671,91	\$ 241.509.182,61
50	\$ 4.830.183,65	\$ 23.989.529,00	\$ 19.159.345,35	\$ 222.349.837,26
51	\$ 4.446.996,75	\$ 23.989.529,00	\$ 19.542.532,25	\$ 202.807.305,01
52	\$ 4.056.146,10	\$ 23.989.529,00	\$ 19.933.382,90	\$ 182.873.922,11
53	\$ 3.657.478,44	\$ 23.989.529,00	\$ 20.332.050,56	\$ 162.541.871,55
54	\$ 3.250.837,43	\$ 23.989.529,00	\$ 20.738.691,57	\$ 141.803.179,98
55	\$ 2.836.063,60	\$ 23.989.529,00	\$ 21.153.465,40	\$ 120.649.714,58
56	\$ 2.412.994,29	\$ 23.989.529,00	\$ 21.576.534,71	\$ 99.073.179,87
57	\$ 1.981.463,60	\$ 23.989.529,00	\$ 22.008.065,40	\$ 77.065.114,47

58	\$ 1.541.302,29	\$ 23.989.529,00	\$ 22.448.226,71	\$ 54.616.887,76
59	\$ 1.092.337,76	\$ 23.989.529,00	\$ 22.897.191,24	\$ 31.719.696,52
60	\$ 634.393,93	\$ 23.989.529,00	\$ 23.355.135,07	\$ 8.364.561,45

8.5 Estado de Resultado

ESTADO DE RESULTADOS	AÑOS				
	1	2	3	4	5
VENTAS	\$ 3.315.974.400	\$ 3.074.132.160	\$ 3.130.138.080	\$ 3.186.110.880	\$ 3.242.083.680
(-) COSTOS DEL SERVICIO	\$317.759.038	\$ 333.646.989	\$ 350.329.338	\$367.845.805	\$ 386.238.094
(=) UTILIDAD BRUTA	\$ 2.998.215.362	\$ 2.740.485.171	\$ 2.779.808.742	\$ 2.818.265.075	\$ 2.855.845.586
(-) GASTOS DE VENTAS	\$ 2.500.000	\$ 2.625.000	\$ 2.756.000	\$ 2.894.065	\$ 3.038.768
(=) UTILIDAD OPERACIONAL	\$ 2.995.715.362	\$ 2.737.860.171	\$ 2.777.052.742	\$ 2.815.371.010	\$ 2.852.806.818
(-) GASTOS FINANCIEROS	\$190.757.495,17	\$ 165.306.001,2	\$ 133.027.352,4	\$ 92.090.221,19	\$40.172.040,41
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 2.804.957.867	\$ 2.572.554.170	\$ 2.644.025.390	\$ 2.723.280.788	\$ 2.812.634.778
(-) IMPUESTOS DE RENTA (33%)	\$ 925.636.096	\$ 848.942.876	\$ 872.528.378,6	\$ 898.682.660,1	\$ 928.169.476,6
(=) UTILIDAD NETA	\$ 1.879.321.771	\$ 1.723.611.294	\$ 1.775.571.317	\$ 1.824.598.128	\$ 1.884.465.301

Elaboración propia

8.6 Flujo de Caja Proyectado

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
RECAUDO	\$ 3.315.974.400	\$ 3.074.132.160	\$ 3.130.138.080	\$ 3.186.110.880	\$ 3.242.083.680
APORTE SOCIOS	\$ 836.446.669				
FINANCIAMIENTO	\$ 209.111.667				
TOTAL INGRESOS	\$ 4.361.532.736	\$ 3.074.132.160	\$ 3.130.138.080	\$ 3.186.110.880	\$ 3.242.083.680
EGRESOS					
COMPRA DE ACTIVOS	\$ 861.754.963				\$ 7.875.000
GASTOS M.O.D.	\$ 84.369.900	\$ 88.588.395	\$ 93.017.814	\$ 97.668.705	\$ 102.552.140
GASTOS DE VENTAS	\$ 2.500.000	\$ 2.625.000	\$ 2.756.000	\$ 2.894.065	\$ 3.038.768
MTTO.	\$ 76.477.191	\$ 80.301.050	\$ 84.316.103	\$ 88.531.908	\$ 92.958.503
SERVICIOS PÚBLICOS	\$ 127.000.000	\$ 133.350.000	\$ 140.017.500	\$ 147.018.375	\$ 154.369.293
COSTOS DE INSTALACIÓN	\$ 35.000.000				
IMPUESTO DE RENTA (33%)		\$ 925.636.096	\$ 848.942.876	\$ 872.528.378.6	\$ 898.682.660.1
GASTOS FINANCIEROS	\$190.757.495,17	\$ 165.306.001.2	\$ 133.027.352.4	\$ 92.090.221.19	\$40.172.040,41
ABONO A CAPITAL	\$ 94.882.657	\$ 120.334.151	\$152.612.800	\$ 193.549.931	\$ 245.468.112
TOTAL EGRESOS	\$ 1.472.742.206	\$ 1.516.140.693	\$ 1.454.690.445	\$ 1.494.281.584	\$1.545.116.517
BALANCE OPERACIONAL	\$ 2.888.790.530	\$ 1.557.991.467	\$ 1.675.447.635	\$1.691.829.296	\$ 1.696.967.163

SALDO INICIAL		\$ 2.888.790.530	\$ 4.446.781.997	\$6.122.229.632	\$ 7.814.058.928
SALDO FINAL	\$ 2.888.790.530	\$4.446.781.997	\$ 6.122.229.632	\$ 7.814.058.928	\$9.511.026.091

Elaboración propia

9. EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación económica es la parte final de todo proyecto de factibilidad. Durante el desarrollo del proyecto se ha determinado la existencia de mercado suficiente para el funcionamiento de la empresa, se analizaron las características necesarias para la localización, se conocen los costos en que incurren los servicios a prestar y lo más importante, se conoce el valor de la inversión necesaria para el montaje de la planta. Pese a esto, es necesario demostrar la rentabilidad económica, a través de métodos de análisis tales como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), los cuales tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Para poder desarrollar el método del Valor Presente Neto es necesario conocer la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).

Teniendo en cuenta el riesgo que conlleva todo proyecto, es necesario minimizarlo a través del ajuste a la tasa de descuento. Esto se logra adicionando una prima de riesgo a la tasa inflacionaria de la fórmula de la TMAR. El valor de la prima está determinado por el grado de riesgo del proyecto, lo que quiere decir que entre más riesgo tenga el proyecto, más alta deberá ser la tasa.

El capital de trabajo para el presente proyecto está representado en un 20% por aportes de socios y el 80% restante por financiamiento bancario.

La tasa de oportunidad de los socios se define teniendo en cuenta el índice de la inflación y el riesgo de la inversión. Para el cálculo de la TMAR se utilizó la siguiente fórmula:

$$TMAR = i + f + if$$

Donde: i es la prima de riesgo = 20% tasa estimada para minimizar el riesgo
 f es la inflación = 5,0 % inflación promedio del año 2009

TMAR de socios = 20% + 5,0% + (0.20 x 0.05) = 26%

TMAR del banco = 26.82% Es el interés que el banco cobra por hacer un préstamo a tasa preferencial.

La TMAR exigida por socios y entidad bancaria es:

Tabla 9.1. TMAR del capital total

ACCIONISTA	% DE APOORTE	TMAR	Ponderación
SOCIOS	20%	26 %	0,052
BANCOS	80%	26,82%	0,214
TMAR GLOBAL			0,266

Elaboración propia

La TMAR del capital total (\$ 1.045.558.337) resulta ser del 26,6%, esto indica que es el rendimiento mínimo de la empresa para pagar 26% de interés sobre \$209.111.667 aportado por los socios y 80% de interés sobre \$ 836.446.669 financiado por el banco.

9.1. Valor Presente Neto. VPN

El Valor Presente Neto es el valor resultante de descontar la suma de los flujos periódicos, de la inversión inicial.

El VPN es la diferencia de los egresos e ingresos, expresados en moneda actual. Si el VPN del Proyecto es igual o mayor que cero (0), el proyecto debe aceptarse.

Para calcular el VPN, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{VPN} = \frac{\text{FNE}_1}{(1+i)^1} + \frac{\text{FNE}_2}{(1+i)^2} + \frac{\text{FNE}_3}{(1+i)^3} + \frac{\text{FNE}_4}{(1+i)^4} + \frac{\text{FNE}_5}{(1+i)^5} - P$$

Donde:

FNE = Flujo Neto de Efectivo del primer al quinto año.

i = TMAR

P = Inversión inicial = \$1.045.558.337

$$\text{VPN} = \frac{2.888.790.530}{(1+0,266)^1} + \frac{1.557.991.467}{(1+0,266)^2} + \frac{1.675.447.635}{(1+0,266)^3} + \frac{1.691.829.296}{(1+0,266)^4} + \frac{1.696.967.163}{(1+0,266)^5} - P$$

$$\text{VPN} = 2.281.125.583 + 972.070.276 + 825.714.178 + 658.599.988 + 521.801.004 - 1.045.558.337$$

$$\text{VPN} = \$2.160.739.691,00$$

Desde el punto de vista financiero, es conveniente invertir en el proyecto.

9.2. Tasa Interna de Retorno. TIR

Es la Tasa Interna Real de Rendimiento de la Inversión. El cálculo de la TIR se hace mediante el tanteo de la variable i , de la fórmula del Valor Presente Neto.

$$\text{VPN} = \frac{\text{FNE}_1}{(1+i)^1} + \frac{\text{FNE}_2}{(1+i)^2} + \frac{\text{FNE}_3}{(1+i)^3} + \frac{\text{FNE}_4}{(1+i)^4} + \frac{\text{FNE}_5}{(1+i)^5} - P$$

Cuando la variable i de cómo resultado un $\text{VPN} = 0$, esa es la TIR del proyecto.

Si la i es igual o mayor que cero (0), el proyecto es viable y muy bueno, si da menor que cero (0), el proyecto no es viable.

$$\text{TMAR} = 26,6\%$$

$$i = 88,61\%$$

$$i > \text{TMAR}$$

$$81,28 > 26,6\%$$

Desde el punto de vista financiero el proyecto es viable y sumamente bueno, pues está dando una inversión sobre el retorno muy alto y seguro.

10. CONCLUSION

En el proyecto se propone el montaje de una planta de reciclaje de residuos de construcción y demolición en Cartagena de Indias D.T. y C.

El proyecto ambientalmente da una alternativa al proceso de reciclaje y la búsqueda de soluciones para reducir la cantidad de material vertido en diferentes lugares en Cartagena de Indias D.C. y proteger los recursos naturales no renovable.

El esquema propuesto es de una planta trituradora fija que está compuesta por triturador de mandíbula, triturador de cono y cribado, la cual vamos a producir áridos reciclados finos y gruesos.

La instalación de la planta también beneficiaria en muchos aspectos a la sociedad de Cartagena en su conjunto, se puede mencionar los siguientes.

- La instalación de una planta con las características necesaria para reciclar los residuos de construcción y demolición a través de esto implica la adquisición de maquinarias que permite ofrecer productos con alto valor agregado. Esto ayudaría a la industrialización de nuestro país.
- La operación de una planta de reciclaje de Residuos de escombros y demolición requiere mano de obra preparada que labore en la misma. Esta es una oportunidad de trabajo para los habitantes de Cartagena.

Se concluye que la evaluación financiera del proyecto es viable, ya que el valor presente neto es mayor que cero, lo cual nos indica que el proyecto puede aceptarse desde el punto de vista financiero e invertir en el.

BIBLIOGRAFIA

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCION MAS LIMPIA Y TECNOLOGIAS AMBIENTALES- CNPMLTA. Medellín, Colombia. Disponible en:
http://www.cnpml.org/html/que_es_pml.asp [en línea]

Cortina Martínez Manuel, La clasificación, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos generados por la industria de la construcción, 2007. C.4, p.8

Doria y Miranda, Lineamientos para la Gestión y el Manejo de Escombros Generados en el Distrito de Cartagena de Indias D.T. Y C, Universidad de Cartagena. 2004., 106p

Gómez, Nieto y Parada, Modelo de Gestión Ambiental Participativo Como Instrumento para el Manejo de los Residuos de Construcción y Demolición RCD -Escombros- Generados en Cartagena de Indias D.T. Y C. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2008., 55p.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIA DE COLOMBIA- SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL (SINA)- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Disponible en:
<http://www.ideam.gov.co/sina/index4.htm> [en línea]

.
Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS).2007

Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias. Síntesis de Diagnostico. Folleto pdf. [s.a.] Disponible en:

<http://www.cccartagena.org.co/economica/diagnost.pdf> [en línea]. 2008

Plan de gestión integral de manejo de residuos sólidos de la ciudad de Cartagena de Indias D.T y C; Alcaldía de Cartagena de Indias D. T y C.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO- PNUD.

Disponible en:

<http://www.pnud.org.co/secciones.shtml?x=542> [en línea].

Tchobanoglous, George. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid: Mc Graw Hill, 1994. v. 2, 42p.

RIVADENEIRA V. Mayerlys y VITOLA C. Laura. Central de valoración y reciclaje de escombros para el Distrito de Cartagena de Indias, 2005.

SAPAG CHAIN, Nassir- Reinaldo. Preparación y evaluación de Proyectos. Ed. Mc Graw Hill. 3 Ed. 1995.