

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE OPCIONES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL SOSTENIBLE DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN VENEZUELA.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR:

Bustos Silva. Keyla Andreina

Ortiz Benellan, Mónica Alexandra

PROFESOR GUÍA:

Ing. José Miguel Divasson

FECHA:

Caracas, octubre 2018

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE OPCIONES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL SOSTENIBLE DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN VENEZUELA.**

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo, ha evaluado su contenido con el resultado: VEINTE (20) MENCIÓN PUBLICACIÓN.



JURADO EXAMINADOR

Divasson, José Miguel

Viana, María Concepción

Bonadio, Vincenzo



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Av. Teherán, Urb. Montalbán
R.I.F.: J-00012255-5
Teléfono: 407-42-98 Fax : 407-45-40
Caracas (1020) - Venezuela
RECTORADO

Caracas, 13 de junio de 2018
R -14223

Bachilleres
Mónica Ortiz y
Keyla Bustos
Facultad de Ingeniería
Presente.-

Tengo el agrado de comunicarles que, conocida la opinión favorable del Consejo de la Facultad de Ingeniería, en su reunión N° 16, celebrada el 11 de junio de 2018, he acordado autorizarlas para utilizar en su propios beneficios los planteamientos y resultados del Trabajo Especial de Grado titulado **"ANÁLISIS DE OPCIONES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL SOSTENIBLE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN VENEZUELA"**. La Universidad Católica Andrés Bello se reserva el derecho de usar dicho trabajo para docentes y estudiantes como base para futuras investigaciones.

Les saludo atentamente,

Francisco J. Virtuoso, S.J.
Rector



c.c. Decana-Presidente Consejo Facultad Ingeniería.
Directora-Secretaria Consejo Facultad de Ingeniería.

DEDICATORIA

A mi madre, Zaira Silva; mi tía, Leidy Silva; mi abuela, Ana García y a mi familia por el apoyo incondicional en cada etapa de mi carrera, gracias por estar en los buenos y difíciles momentos, por escuchar cada llanto y alegrarse por cada triunfo; y especialmente a ti madre, por luchar día a día para que sea una mujer con principios, valores, preparada y sobretodo exitosa. Los amo muchísimo.

Así mismo, a mi pareja, mejor amigo y compañero de vida, Ricardo Buitrago, que estuvo a mi lado durante gran parte de mi recorrido universitario, le doy gracias por el amor, la paciencia, las alegrías y sueños que hemos compartido durante muchos años, sobre todo por brindarme ánimos para alcanzar nuevas metas y espero que los siguientes triunfos los podamos compartir juntos. Te amo.

Keyla Andreina, Bustos Silva.

Con amor a mi familia; Papaito tú que trabajaste incansablemente por verme cumplir mi sueño, a ti Mami por cada comida, cada taza de café, cada abrazo después de las caídas y los triunfos, a ti mi gemela que nunca dudaste de mí, aunque yo dejara de confiar en mí.

Y a ti mi único amor, mi esposo, Omar Juresa que me has hecho entender que puedo con cualquier reto y más, que me has dado tanto apoyo, amor y respeto que nunca encontrare la manera de retribuirte tanto que me has dado.

A ustedes, les dedico mi sueño hecho realidad.

Mónica Alexandra, Ortiz Benellan.

AGRADECIMIENTOS

Primero, agradecemos enormemente el apoyo de nuestro Tutor y Padrino, el Ingeniero José Miguel Divasson, ya que, gracias a su persistencia, amplios conocimientos y su motivación constante, permitió generar un proyecto que repercute en el país positivamente y encamina a futuras generaciones para la preservación del medio ambiente. Gracias por confiar en nosotras en todo momento y darnos la oportunidad de desarrollar este grandioso trabajo.

A los ingenieros María Viana y Vincenzo Bonadio por su participación como jurados, por su confianza e interés demostrado en el proyecto presentado. Gracias por sus emotivas palabras que nos impulsan a seguir creciendo como personas y profesionales.

Así mismo agradecemos a nuestras familias por el apoyo a lo largo de la realización del trabajo de investigación y la carrera, por sus valores inculcados, y la enseñanza de superación para alcanzar el éxito en cada etapa de nuestra vida.

Agradecemos a nuestro Dios por darnos la oportunidad de elegir como futuro ser Ingenieros Civiles, y por darnos la fuerza, el entendimiento y la dedicación de continuar con nuestro sueño.

Debemos darles gracias a nuestros amigos, que a lo largo de nuestros estudios nos brindaron su apoyo, ayuda y sobre todo estuvieron en los buenos y malos momentos, fueron nuestros pañuelos de lágrimas y nos impulsaron a perseverar. No tenemos la manera de agradecerles tanto apoyo y tanta confianza en nosotras. Gracias: Vanessa Barazarte, Gerardo Rangel, Rafael Ruíz, Jesús Ramírez, Anny Martínez, Raquel Mirabetty, Bárbara Delgado y todas aquellas personas que, aún sin ser nombradas, fueron especiales e importantes en nuestra etapa universitaria.

Y, por último y no menos importante, le damos las gracias a nuestras parejas, Ricardo Buitrago y Omar Juresa, por dedicarnos su tiempo y apoyo incondicional en todo momento, por creer en nuestras capacidades y brindarnos comprensión, tolerancia, cariño y amor desde el primer día que los conocimos.

Este Trabajo Especial de Grado culmina con éxito gracias al trabajo en equipo, compenetración, paciencia, respeto, amistad y sentido de responsabilidad de ambas. Dicho logro no culmina en esta investigación, sino que es el comienzo de un nuevo proyecto juntas.

Atentamente,

Bustos y Ortiz.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I: EL PROBLEMA | 2 |
| 1.1 Planteamiento del Problema..... | 2 |
| 1.2 Objetivos | 3 |
| 1.2.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.3 Justificación..... | 3 |
| 1.4 Limitaciones..... | 5 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 6 |
| 2.1 Antecedentes | 6 |
| 2.2 Residuos de construcción y demolición..... | 8 |
| 2.2.1 Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición..... | 9 |
| 2.2.2 Cuantificación de los residuos..... | 15 |
| 2.3 Marco legal..... | 17 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO | 20 |
| 3.1 Tipo de investigación..... | 20 |
| 3.2 Diseño de la investigación..... | 20 |
| 3.2.1 Población y muestra..... | 21 |
| 3.2.2 Sistema de variables..... | 21 |
| 3.3 Procedimiento de la investigación..... | 23 |
| CAPITULO IV: DISPOSICIÓN FINAL DE RCD..... | 25 |
| 4.1 Situación actual..... | 25 |
| 4.2 Consideraciones generales..... | 26 |
| 4.3 Subproductos que se podrían generar a partir de los RCD en Venezuela..... | 26 |
| 4.3.1 Concreto..... | 27 |
| 4.3.2 Ladrillos, azulejos y otras piezas cerámicas..... | 28 |
| 4.3.3 Agregados y Áridos..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 4.3.4. Madera. | 30 |
| 4.3.5 Vidrio. | 31 |
| 4.3.6 Metales. | 31 |
| 4.3.7 Plástico. | 32 |
| 4.3.8 Papel y cartón. | 33 |
| 4.4 Opciones para una gestión integral de RCD. | 34 |
| 4.4.1 Generalidades. | 34 |
| 4.4.2 Opción: vertido incontrolado. | 37 |
| 4.4.3 Planta de procesamiento. | 38 |
| 4.5 Factibilidad financiera del proyecto. | 43 |
| 4.5.1 Generalidades. | 43 |
| 4.5.2. Determinación de Parámetros para la Simulación. | 46 |
| 4.5.3 Producción de bloques y adoquines | 59 |
| 4.5.4 Tasa de inflación anual. | 60 |
| 4.5.5 Tasa de incremento salarial. | 62 |
| 4.5.6 Tasa de interés de financiamiento. | 63 |
| 4.5.7 Tasa de producción en relación a la capacidad total. | 64 |
| 4.5.8 Costo del cemento. | 66 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES. | 68 |
| 5.1 En relación a los residuos de la construcción y demolición. | 68 |
| 5.2 En relación al marco legal vigente. | 68 |
| 5.3 En relación a las actuaciones de los entes involucrados. | 69 |
| CAPITULO VI: RECOMENDACIONES. | 70 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Composición de RCD en diversos países | 12 |
| Tabla 2. Tipología de residuos de construcción y demolición de Colombia..... | 14 |
| Tabla 3. Tipología de RCD en Venezuela (estimada). | 27 |
| Tabla 4. Producción anual estimada. | 46 |
| Tabla 5. Residuos a recibir en toneladas por año. | 48 |
| Tabla 6. Cantidad de cemento anual estimada. | 49 |
| Tabla 7. Tarifas de los subproductos derivados de los RCD..... | 50 |
| Tabla 8. Ingresos por ventas..... | 51 |
| Tabla 9. Tabla de inversiones proyectadas hasta el año número 5. | 53 |
| Tabla 10. Fuentes de financiamiento. | 54 |
| Tabla 11. Análisis de costos. | 56 |
| Tabla 12. Flujo de caja..... | 58 |
| Tabla 13. Análisis de sensibilidad a la producción de bloques y adoquines. | 59 |
| Tabla 14. Análisis de sensibilidad a la tasa de inflación anual..... | 61 |
| Tabla 15. Análisis de sensibilidad a la tasa de incremento salarial. | 62 |
| Tabla 16. Análisis de sensibilidad a la tasa de interés de financiamiento..... | 63 |
| Tabla 17. Análisis de sensibilidad a la tasa de producción en relación a la capacidad total. | 65 |
| Tabla 18. Análisis de sensibilidad al costo del cemento. | 66 |

Índice de Gráficas

| | |
|--|----|
| Gráfica 1. Composición de RCD por actividades. | 11 |
| Gráfica 2. Tipología de residuos de construcción y demolición de Colombia..... | 14 |
| Gráfica 3. Ingresos por ventas..... | 50 |
| Gráfica 4. Análisis de costos..... | 55 |
| Gráfica 5. Flujo de caja..... | 57 |
| Gráfica 6. Análisis de sensibilidad a la producción de bloques y adoquines. | 60 |
| Gráfica 7. Análisis de sensibilidad a la tasa de inflación anual. | 61 |
| Gráfica 8. Análisis de sensibilidad a la tasa de incremento salarial. | 62 |
| Gráfica 9. Análisis de sensibilidad a la tasa de interés de financiamiento..... | 64 |
| Gráfica 10. Análisis de sensibilidad a la tasa de producción en relación a la capacidad total. | 65 |
| Gráfica 11. Análisis de sensibilidad al costo del cemento. | 67 |

Análisis de Opciones para la Disposición Final Sostenible de Residuos de Construcción y Demolición en Venezuela.

Autores: Bustos Silva Keyla Andreina

Ortiz Benellan Mónica Alexandra

Tutor: Ing. Divassón José Miguel

Fecha: Octubre, 2018

RESUMEN

La construcción ha crecido significativamente en los últimos años, debido a esto se ha generado un gran problema ambiental por la cantidad y la disposición inadecuada de los residuos de construcción y demolición, que se ha convertido en contaminación de suelos y aguas superficiales. El problema no solo se ha transformado en una contrariedad en el país, sino que también se encuentra a nivel mundial, por lo que en otras naciones ya han organizado medidas para una adecuada gestión integral de los residuos que se origina de las obras.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, podemos mencionar algunos ejemplos que son de utilidad para el desarrollo del tema: Reutilización o aprovechamiento de RCD como materia prima, reincorporación de RCD en los procesos constructivos, procesamiento de RCD para ser convertidos en agregados, entre otros. Por ello, en este Trabajo Especial de Grado se presenta las opciones para lograr una gestión integral y la rentabilidad del aprovechamiento.

Palabras clave: Aprovechamiento, Construcción, Demolición, Rentabilidad, Residuos y Subproductos.

INTRODUCCIÓN

Cada día, la producción de residuos, al igual que la población mundial, crece en forma alarmante, originando problemas ambientales, contaminación de recursos naturales (agua, suelo, aire); contaminación visual, entre otros muchos inconvenientes.

La mayor parte de los problemas ambientales residen en dos aspectos fundamentales claramente vinculados: la educación ambiental de la población y la inexistencia de una gestión ambiental precisa que defina y oriente los procesos a realizar. Estas situaciones se traducen en una gestión ineficiente, una disposición inadecuada y una población indiferente que arroja los residuos sólidos a cursos de agua, despoblados, terrenos baldíos, es decir, en lugares inapropiados que redundan en alteraciones del paisaje, modificaciones en los ecosistemas y propiciando un deterioro de la calidad de vida de las comunidades y de sus recursos naturales.

En Venezuela, el manejo de los Residuos provenientes de la Construcción y Demolición (RCD) carece de un proceso establecido de gestión que pudiera impedir el deterioro del ambiente en aquellos sitios destinados para su disposición final.

El Trabajo Especial de Grado que se presenta a continuación, pretende demostrar la factibilidad del uso sostenible de los residuos de construcción y demolición para una disposición final adecuada que pueda mantenerse en el tiempo y, como consecuencia de una apropiada selección de estrategias y procesos que la hagan viable, redunde en un uso más racional de los elementos y materiales que se utilizan en las edificaciones.

Se incluyen actividades que analizan los posibles subproductos a generar a partir de los residuos de construcción y demolición provenientes de obras civiles, se propone un reglamento de gestión de RCD y, finalmente, se analiza la rentabilidad de esta gestión para lograr un máximo aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición que permita aliviar, aunque sea parcialmente, la presión que esta industria genera en algunos espacios naturales.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

En Venezuela el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) sigue un concepto ampliamente difundido en el mundo, que básicamente mantiene los fundamentos de la economía lineal donde todo residuo es considerado un desecho. Una vez que la humanidad entiende que la economía lineal genera presiones muy importantes en el ambiente nace el concepto de economía circular, donde no todo residuo debe ser considerado desecho y por ello se obtienen ventajas en el ámbito ambiental pero también en los recursos, en la energía y, por supuesto, en la economía.

Los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) no escapan de esta realidad y, por ello, Venezuela carece de un proceso de gestión formal que promueva el reúso de los residuos aprovechables, fomente economías secundarias que los aproveche e impida el deterioro del ambiente en los sitios destinados para su disposición final.

Las características de nuestro país y las condiciones propias de nuestra economía son un importante factor que modela la gestión de los RSU en general y de los RCD. Los primeros, los RSU, crecen en la misma proporción que lo hace la población con pocas variaciones en función del desarrollo económico; sin embargo, los RCD tienen una relación muy estrecha con el crecimiento económico del país y, en momentos de contracción económica tienen reducciones importantes que impiden una gestión eficiente y económicamente atractiva.

Por otra parte, la gestión integral de RCD debe estar establecida dentro de un marco legal que regule su actuación, obligue su ejecución, promueva con incentivos su realización, soporte iniciativas de aprovechamiento secundario y supervise, fiscalice y castigue tanto a los entes encargados de la gestión como a los productores de residuos y adicionalmente aquellos autorizados de su captación, transporte, procesamiento y disposición final.

Las sumas de las situaciones descritas anteriormente afectan al ambiente en primer lugar puesto que la disposición de los RCD en rellenos sanitarios compromete en gran medida la vida útil de éstos y, en el caso que los RCD sean dispuestos en otras áreas, normalmente se trata de espacios no aptos donde ocurren vertidos incontrolados que terminan afectando el aire, el suelo y las aguas de las áreas adyacentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la factibilidad de desarrollar una gestión integral de residuos de construcción y demolición que mejore las prácticas actuales de disposición final, maximice el uso de los recursos y sea sostenible en el tiempo.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Analizar los subproductos que podrían generarse a partir de los residuos de construcción y demolición de obras civiles en Venezuela.
2. Definir los procedimientos que permitan una gestión integral de residuos de construcción y demolición.
3. Analizar la rentabilidad del aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición como producto reciclado.

1.3 Justificación

La gestión integral de residuos sólidos es una actividad que resulta de la ocurrencia de una serie de actividades que culminan con el convencimiento colectivo de su necesidad y conveniencia tanto en el sector público como privado. Posiblemente por esta razón, en Venezuela la Gestión de Residuos sea, a todas luces, básica y, en el mejor de los casos, se traduzca en una recolección eficiente, transporte y disposición final controlada en un Relleno Sanitario operado dentro de los estándares usuales para este tipo de espacio; mientras que en la mayor parte del país se reduce a una recolección ocasional o eventual, transporte hasta el terreno baldío más cercano y descarga a cielo abierto de su contenido.

Al igual que los RSU y en muchos casos justificado por la aparente inactividad de sus componentes principales, los Residuos provenientes de la construcción y demolición son dispuestos como relleno masivo en áreas deprimidas o espacios yermos sin tratamiento alguno y, en la mayor parte de las oportunidades, sin permisos ambientales o supervisión de las autoridades locales.

La justificación de este Trabajo Especial de Grado viene entonces soportada por la necesidad de generar luces sobre la Gestión Integral de los Residuos generados en las obras y que

este conocimiento abarque desde las tempranas fases de conceptualización y diseño de cualquier obra, que incluya las etapas de preparación de los terrenos, y no obstante se mantenga durante su construcción y prevea las acciones futuras para su demolición tomando en cuenta tanto criterios técnicos como económicos.

A pesar de que grandes constructoras comienzan a considerar aspectos medioambientales en sus sistemas de gestión, muchas veces inducidos por sus pares internacionales, falta un gran camino que recorrer en todos los aspectos relacionados con los RCD, empezando por su marco legal regulatorio y culminando con la incorporación de las pequeñas y medianas empresas.

A la vista de lo anteriormente expuesto, se extraen las siguientes consideraciones las cuales justifican este Trabajo Especial de Grado:

Las empresas constructoras no utilizan procedimientos concretos para la gestión de cada categoría de residuo, ni del proceso de gestión de forma global. En pocas palabras, no existe un sistema de gestión de RCD que tenga en cuenta las buenas prácticas asociadas a cada residuo de forma individual.

A pesar de las diversas guías y manuales de buenas prácticas que se encontraron en la literatura, las empresas no incorporan estas medidas como elementos de mejora continua en sus sistemas de gestión ambiental, lo que implicaría una mayor organización del trabajo.

La comprobación real en obra de los parámetros de generación de RCD teóricos es escasa. La información utilizada para la toma de decisiones en materia de RCD necesita estar suficientemente comprobada con la realidad, lo cual resulta imprescindible para planificar correctamente la gestión de RCD.

Son escasos los estudios que analizan la generación de RCD, donde principalmente definen su cuantía, determinan sus elementos constituyentes, evalúan su progresión y, por ello, se carece de información relevante a la hora de tomar decisiones y planificar la gestión de los RCD.

El sistema de recogida de residuos de la construcción se realiza en la actualidad de forma independiente y desarticulada de un plan de gestión coherente. Por lo tanto, no existe la posibilidad

de aunar esfuerzos e implementar estrategias que tiendan a una recuperación de los residuos aprovechables y al vertido ordenado de los desechos generados.

La sostenibilidad económica de cualquier acción encaminada a una gestión integral de los RCD debe ser analizada y soportada económicamente. A la fecha, el único concepto económico que se maneja en la gestión de residuos, es aquel que dice que todo proceso de recuperación es más oneroso que su disposición final, sin tomar en cuenta el daño ambiental que esto produce. Aunque esta afirmación tenga algún viso de validez; sin embargo, es conveniente realizar una evaluación financiera de los progresos de gestión de los RCD en una economía circular y establecer su viabilidad o la necesidad de su subsidio de parte de las autoridades o de invocar la responsabilidad ambiental de los productores.

1.4 Limitaciones.

Los Residuos provenientes de la construcción y demolición, como ya ha sido mencionado, son manejados con criterios muy disímiles, por empresas y entes individuales sin ninguna coordinación ni marco regulatorio que los oriente. Es por ello que no existen estadísticas formales que permitan establecer el volumen de residuos que se manejan con los años, cómo éstos son afectados por las coyunturas económicas, cuán relacionados están con la población, su ubicación y sus características sociales o industriales. Así, el principal obstáculo que se debe superar es la calidad, cantidad y disponibilidad de información relevante.

Por otra parte, el concepto de reciclaje en Venezuela se asocia en la mayor parte de las oportunidades a papel, cartón, vidrio y, quizás, metales, más en pocas oportunidades se consideran los RCD como residuos potencialmente valorizables. El cambio de paradigmas es, en muchos casos, una cuesta difícil de alcanzar que normalmente es desalentada por aquellos que deberían auparla, promoverla y ejecutarla.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Los objetivos establecidos hacen necesario el conocimiento y profundización de algunos conceptos relevantes para esta investigación y, en particular, los aspectos relativos a: Escombros como fracción de los Residuos Sólidos Urbanos, Métodos de Procesamiento de RCD y Marco Legal que define las estrategias fundamentales del manejo de los RCD tanto en Venezuela como en otros países.

A continuación, se describen algunos de los trabajos realizados donde se involucran las bases documentales del trabajo, para posteriormente continuar con el Marco Teórico propiamente dicho directamente relacionado con la investigación. En un subcapítulo aparte, y, debido a su importancia y especificidad, se trata el marco jurídico que debería regir esta actividad y en los Anexos N° 1 y N° 2 se respalda gran parte de lo descrito en el presente capítulo con un breve Glosario de los conceptos más importantes asociados a la Gestión de los RCD continuando con una descripción muy breve de las leyes y reglamentos emitidos en otros países latinoamericanos y de España, que pudieron ser analizados para identificar los aspectos más relevantes a incluir en el Reglamento de Gestión de RCD que se propone.

2.1 Antecedentes

Una variedad de documentos, informes y tratados se han escrito en relación a los RCD en el mundo, sin embargo, los estudios que se describen a continuación permitieron formar criterio y centrar las bases de las propuestas que se desarrollan posteriormente. Ellos son:

- Jiménez C.; Heidy E. (2013) “Evaluación de la situación actual del Manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el municipio de Madrid; Cundinamarca”
- Rocha O., Cristian L. (2015) “Aprovechamiento y revalorización de Residuos de la Construcción y Demolición generados por evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles”.
- Villoria S., Paola (2014), “Sistema de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en Obras de Edificación Residencial. Buenas Prácticas en la Ejecución de Obra”, (Tesis Doctoral - Doctorado Innovación tecnológica en edificación Universidad Politécnica de Madrid)

En el trabajo de Jiménez se expone la identificación y caracterización de los residuos generados en la construcción y la demolición, define los entes generadores y los espacios de disposición final, así como los impactos ambientales generados por éstos. En este documento, la Autora, después de analizar todos los aspectos involucrados, concluye que la falta de autoridad, responsabilidad y control de las entidades asociados a los RCD, genera altos impactos ambientales que alteran el paisaje y afectan el aire, las aguas y el suelo.

Por otra parte, Jiménez, atribuye gran parte de los problemas observados al desconocimiento de las leyes por parte de las personas encargadas de manipular los escombros y a la falta de articulación entre todos los involucrados en la cadena de gestión de RCD, que permite desencadenar una serie de impactos ambientales que alteran el ambiente y generan enfermedades en la población adyacente.

Una conclusión de vital importancia, en dicho trabajo, es la lista de medidas de manejo que, a su juicio, es necesario implantar para la prevención, mitigación, control, corrección y compensación ambiental. Estas medidas orientan la responsabilidad ante el medioambiente y la comunidad, minimiza los riesgos y amenazas, así como, generan herramientas de control efectivo para los espacios de disposición final de los RCD, que permiten inspeccionar los procesos relacionados con la generación, transporte y disposición de los RCD y establecer sanciones a quienes las incumplan.

Del trabajo de Jiménez es de suma relevancia destacar la importancia de contar con un instrumento jurídico que regule la gestión de RCD en nuestro país como una medida de preservación del ambiente y protección integral a la salud de la población venezolana.

En lo referente al trabajo de investigación realizado por Rocha, se establece que el impacto negativo generado como consecuencia de un evento extraordinario, productor de ingentes volúmenes de RCD, puede y debe ser aprovechado mediante diversos procesos que revaloricen estos escombros y mitiguen parcialmente el impacto ambiental que generaría tanto su disposición final como la búsqueda de nuevas materias primas necesarias para la reconstrucción de los espacios afectados.

Dicha investigación, permite demostrar, que el reciclaje de los residuos de construcción y demolición, pueden formar parte de la materia prima de cualquier obra de construcción. Además, se expone que las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o coprocesamiento de los residuos de construcción y demolición, dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Como materiales principales que se encuentran en los residuos de una construcción nombra: materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra, materiales cerámicos como tejas, tubos, ladrillos y baldosas. Existe un tercer grupo de materiales que pueden ser reciclados en industrias diferentes a la construcción, tales como, la tierra, el yeso, la madera, el papel y el cartón.

En el caso de la Tesis Doctoral de Villoria (2014), se describen las buenas prácticas para el reciclaje del RCD, incluyendo el reciclaje del concreto, el cual puede emplearse en su fracción gruesa tanto para concreto en masa como concreto armado, quedando excluido su empleo en concreto pretensado. Los residuos cerámicos pueden, por su lado, recuperarse y reutilizarse directamente, como los ladrillos sobrantes o tejas, o transformarse y utilizarse como sustitución de materias primas naturales, principalmente como áridos reciclados, como por ejemplo rellenos y terraplenes, bases y subbases granulares de nuevos pavimentos, tratadas o sin tratar, fabricación de morteros y concreto entre otras aplicaciones siempre y cuando se tomen las medidas pertinentes de segregación de materiales.

Villoria concluye, que, para un Sistema de Gestión Ambiental, se necesita la correcta gestión de RCD en las empresas constructoras y, para ello, esta investigación recomienda aplicar una ley que exija a los productores de residuos de construcción, una gestión de RCD que incluya los procedimientos específicos para cada categoría, además de tener buenas prácticas de prevención, minimización y correcta gestión de los RCD, en aras a lograr obras de edificación con generación de residuo cero.

2.2 Residuos de construcción y demolición.

Los Residuos Sólidos han sido definidos en el artículo 6.6 de la “Ley de Gestión Integral de la Basura” como todo “material remanente o sobrante de actividades humanas, que por sus características físicas, químicas y biológicas puede ser utilizado en otros procesos”, y entre éstos

debemos incluir a los residuos sólidos generados durante las labores de remodelación, construcción y/o demolición, normalmente denominados como Residuos de Construcción y Demolición o RCD.

Los residuos provenientes de las actividades relacionadas con la construcción civil son considerados, en su mayoría, como no peligrosos y entre ellos podemos mencionar a residuos como el concreto, acero, ladrillos o cerámicos, vidrio, madera entre otros; sin embargo, se puede encontrar algunos residuos peligrosos, como el asbesto, que debe ser manipulado con cautela y dispuesto siguiendo las mejores prácticas ambientales.

Pese a que la mayor parte de los RCD pueden ser aprovechados de alguna manera, una fracción de éstos deben ser desechados o valorizados al ser usados como fuente de energía. Debido a su carácter, por ser prácticamente inertes, la Ley de Gestión Integral de la Basura en su artículo 75 permite su disposición final en terrenos donde se requiera nivelación o relleno.

En los Rellenos Sanitarios los escombros y otros residuos de la actividad de la construcción no son bien recibidos, por generar conflictos durante la compactación de las capas y por el perjuicio que causan en los equipos de extendido y compactación que operan en estos espacios. Adicionalmente, desde el punto de vista meramente volumétrico, estos residuos constituyen hoy en día una cuantía tal que puede disminuir aproximadamente el 50% de la vida útil de cualquier relleno sanitario.

Aunque en Venezuela no existen estadísticas confiables relativas a la cantidad de RCD producidos anualmente, otros países nos permiten estimar la cantidad de residuos que se deberían producir en economías en desarrollo. A continuación, se hace una descripción de los RCD tratando de identificar aquellos que pueden ser reinsertados en la economía, aquellos que pueden ser objeto de transformación siempre que se alcancen volúmenes suficientes para su sostenibilidad económica, y aquellos que por su condición física o dimensiones que no pueden ser reutilizados y por ello se deben disponer de una manera consciente.

2.2.1 Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición.

Los residuos provenientes de las actividades de construcción civil son muy variados y se corresponden con la edificación a construir/demoler y con el estadio de ejecución en que nos encontremos; así, los residuos provenientes de la construcción de un galpón son muy diferentes a

los de la demolición de un hotel y, a su vez, durante la construcción de cualquier edificación, los RCD provenientes de la preparación del sitio, difieren de la construcción de las fundaciones o de la erección de la superestructura o la ejecución de los acabados.

Establecer una composición es, sin duda, una tarea imposible de alcanzar por no ser tipificable y por evolucionar en función de los métodos de ingeniería aplicados, más, sin embargo, si es viable hacer una aproximación relacionada con los componentes principales de los RCD en cada país y su proporción aproximada, tomando números provenientes de una muestra relativamente amplia de los RCD recogidos en un lapso de tiempo.

Por otra parte, los residuos de construcción y demolición, pueden dividirse según su origen, es decir, los generados por nueva construcción, por obras de rehabilitación o renovación (con el fin de prolongar la vida de las infraestructuras y obras de ingeniería civil o de demolición de viejos edificios y otras estructuras). Los residuos de construcción también provienen de la producción de otros materiales utilizados en la construcción, por ejemplo, componentes del concreto, materiales cerámicos, artículos de madera.

Los RCD que se pueden obtener, atendiendo a la actividad generadora, son los siguientes:

En Demolición de Edificaciones y Otras Estructuras:

- Viviendas antiguas: mampostería, ladrillo, madera, yeso y tejas.
- Viviendas recientes: ladrillo, concreto, hierro, acero, metales y plásticos.
- Edificios industriales: concreto, acero, ladrillo, y mampostería.
- Obras públicas: concreto armado, ladrillo, hierro, madera, acero, y mampostería.

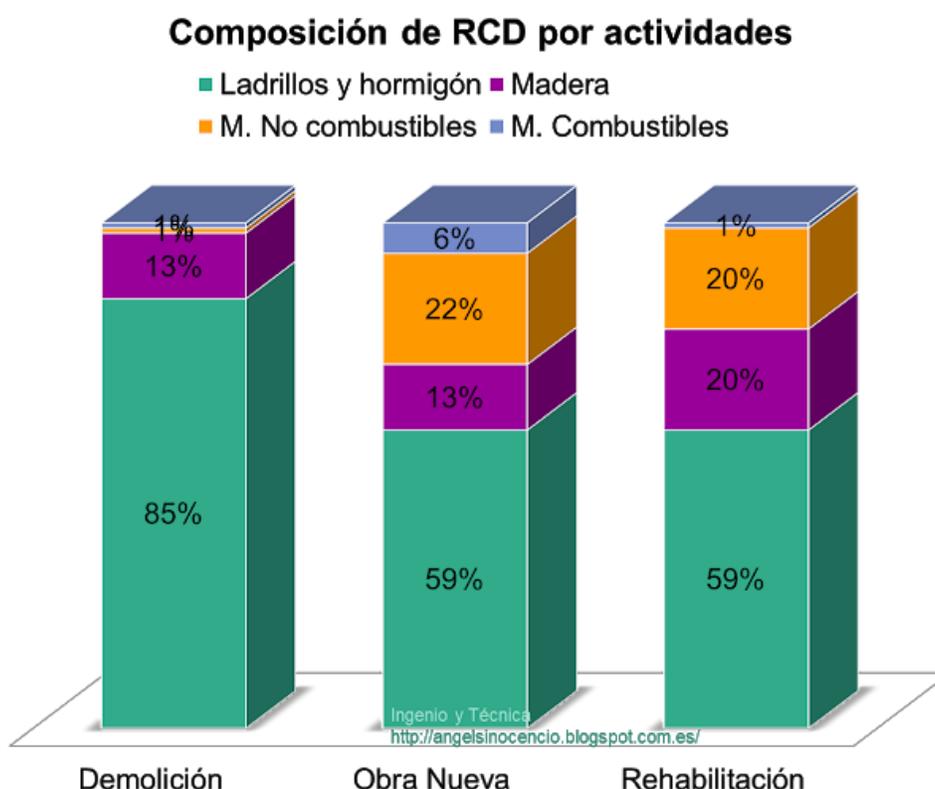
En Construcción y Remodelación:

- Edificación y obras públicas: concreto, hierro, acero, ladrillos, bloques, tejas, cerámicas, plásticos, materiales no férricos.
- Reparación y mantenimiento: suelo, roca, concreto, productos bituminosos.

- Reconstrucción y rehabilitación de viviendas: cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos y ladrillo.

Para obtener una referencia de cuanto se puede llegar a generar de RCD dependiendo del tipo de obra, el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas de España), publica en noviembre de 2014 que la composición del RCD varía también según el tipo de actividad, tal y como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1. Composición de RCD por actividades.



Fuente: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Publicas de España (2014).

Adicionalmente en el año 2003, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), en su estimación de materiales relacionados con actividades de la construcción y demolición, establecen que el 49% de los RCD provienen de la demolición de las estructuras, el 42% de actividades de renovación/rehabilitación y tan sólo el 9% de la construcción de nuevas estructuras.

En la Tabla N° 1 se muestra un resumen de algunos de las caracterizaciones realizadas en diversos países y en ellos se puede constatar que la composición de los RCD depende también de

la tradición constructiva de la región; así, la proporción de madera que existe en países como Canadá es prácticamente 10 veces mayor que la existente en los países sudamericanos.

Tabla 1. *Composición de RCD en diversos países*

| Material | India | España | Canadá | México | Costa Rica | Colombia | Brasil |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|------------|----------|---------|
| | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| Tierra contaminada | 6.50% | | | | 40.00% | 10.40% | |
| Arena grava y otros áridos | | 4.00% | 7.20% | 4.00% | | 12.70% | 18.00% |
| Asfalto | 0.30% | 5.00% | | 5.00% | | 0.10% | |
| Basura | | 7.00% | | 7.00% | | 3.50% | |
| Cartón | | | 1.10% | | | 5.20% | |
| Concreto | 58.30% | 12.00% | 24.60% | 12.00% | 25.00% | 18.10% | 59.00% |
| Ladrillos, tejas y cerámicas | 25.80% | 54.00% | 9.70% | 54.00% | 30.00% | 13.20% | 22.00% |
| Madera | 4.50% | 4.00% | 48.30% | 4.00% | | 10.90% | |
| Metales | 1.70% | 2.50% | 5.70% | 2.50% | | 5.80% | |
| Papel | | 0.20% | 1.00% | | | 1.80% | |
| Piedra | | 5.00% | | 5.00% | | 1.50% | |
| Plástico | 0.80% | 1.50% | 1.10% | 1.50% | | 3.90% | |
| Vidrio | | 0.50% | 0.60% | | | 1.50% | |
| Yeso | | 0.30% | | | | 2.30% | |
| Otros | 2.00% | 4.00% | 0.70% | 5.00% | 5.00% | 9.20% | 1.00% |

Fuente: *Elaboración Propia a partir de datos obtenidos (2018).*

Al analizar la data disponible se puede inferir que la composición de los RCD no solo sufre variaciones en función de la actividad donde se originan, sino también en función otras variables entre las cuales se pueden mencionar:

- a) Los materiales de la región donde se realizan dichas actividades.
- b) Las diferencias entre los marcos legislativos de cada región o país.
- c) Las diferencias existentes entre los materiales que se engloban dentro de la definición de residuos de construcción y demolición.
- d) La diversidad de agentes implicados en la industria de la construcción y demolición. entre estos actores se pueden citar los siguientes:
 - 1) Gestores.

- 2) Arquitectos, constructores.
- 3) Propietarios y directores de las instalaciones.
- 4) Responsables de asegurar la valorización, el transporte y la eliminación de los residuos.
- 5) Administraciones regionales y locales.
- 6) Fabricantes y distribuidores de los productos de la construcción.
- 7) El estado.

Por todo ello, y dada la enorme variedad de las actividades generadoras de este tipo de residuos y de los factores que influyen, no es posible precisar lo que sería una composición “típica” para los RCD. Es evidente que los residuos producidos por las actividades de construcción y de demolición difieren considerablemente, tanto en cantidad como en su naturaleza.

Por esta razón, se realizó una investigación de referencias en países como Colombia, Costa Rica, España, India y Canadá, y eligiendo los materiales más comunes en nuestra construcción obtuvimos un alto porcentaje de materiales como el concreto, los ladrillos y cerámicos, y la tierra inerte producto de excavaciones.

Para el presente proyecto se tomó como base la clasificación de RCD propuestos en Colombia con algunas modificaciones que toman en consideración la ponderación propuesta por la EPA (2003) en cuanto a la proporción de RCD provenientes de la construcción, demolición y remodelación. La tabla N°2 y la gráfica N° 2 mostradas a continuación resumen las consideraciones previas y definen la tipología de RCD que se estima puedan generarse en nuestro país.

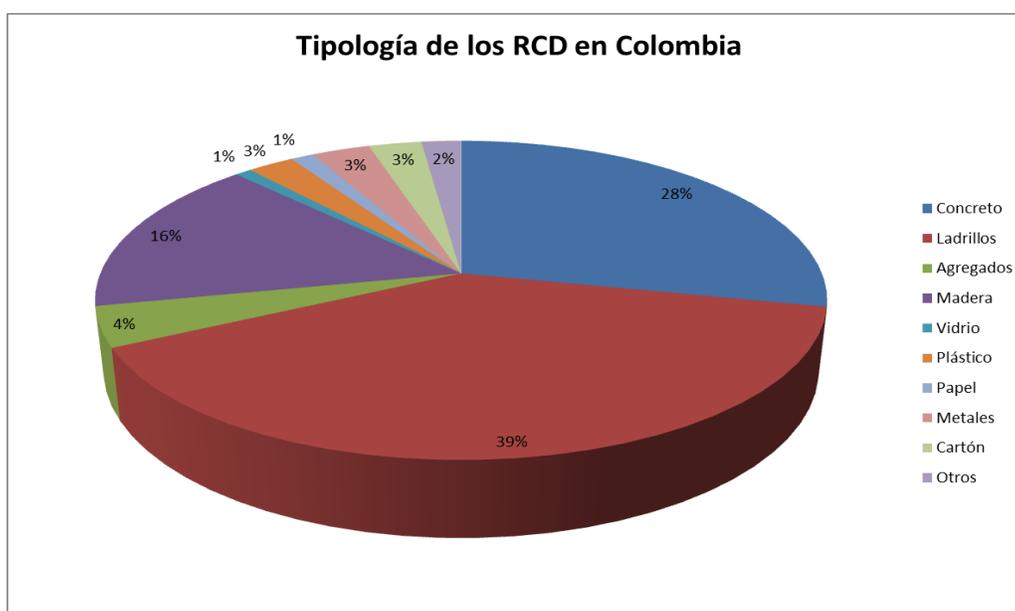
Se puede observar que el 71,74% de los RCD provienen de concreto, morteros, ladrillos y cerámicos, así como remanentes de piedras y arenas. Todos ellos son procesables de manera conjunta y aprovechable para la generación de agregados y otros subproductos. Por su parte se observa una proporción aproximada de madera del 15,94% y un 12,32% de otros materiales que incluyen metales, plásticos, cartón, vidrio y yeso.

Tabla 2. Tipología de residuos de construcción y demolición de Colombia.

| Material | Porcentaje | |
|-----------|------------|---------|
| | % | Acum. |
| Concreto | 28.33% | 28.33% |
| Ladrillos | 39.33% | 67.66% |
| Agregados | 4.08% | 71.74% |
| Madera | 15.94% | 87.68% |
| Vidrio | 0.86% | 88.54% |
| Plástico | 2.43% | 90.97% |
| Papel | 1.19% | 92.16% |
| Metales | 3.03% | 95.19% |
| Cartón | 2.75% | 97.94% |
| Otros | 2.06% | 100.00% |

Fuente: *Elaboración Propia, (2018).*

Gráfica 2. Tipología de residuos de construcción y demolición de Colombia.



Fuente: *Elaboración Propia, (2018).*

Vale la pena recalcar que estas proporciones se adoptan al no contar con estadísticas propias del sector en el país, y que su conocimiento es imprescindible para una adecuada gestión de los RCD en Venezuela. De igual forma se considera que no necesariamente se pueda y deba adoptar una única clasificación en Venezuela, puesto que existen diferencias regionales que deben ser expuestas y tomadas en cuenta a la hora de establecer metodologías y procedimientos de disposición.

2.2.2 Cuantificación de los residuos.

A diferencia de los residuos residenciales, íntimamente relacionados con la población, los residuos provenientes de la construcción son afectados por los vaivenes económicos, el crecimiento demográfico, los planes de ordenamiento urbano, entre otros.

Sin embargo, como consecuencia de la facilidad de relacionar los residuos con la población es una diferencia directa que en algunas oportunidades puede ser una primera aproximación para precisar esta cuantía.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), ha estimado en los años 1996 y 2003, la cantidad de residuos provenientes de actividades de construcción tomando en consideración los metros cuadrados de vivienda ejecutada y otros índices que le permiten obtener un valor aproximado de la cuantía de RCD generados al cabo de un año de actividades. Algunas de las conclusiones obtenidas del estudio de EPA han servido como primera aproximación a los valores que se requieren a la hora de proponer procesos de gestión de RCD en el país y, entre ellas se pueden citar:

- Se estima 170 millones toneladas de RCD generados en el año 2003.
- Basados en la población de EEUU los RCD generados corresponden a unos 1.450 gr/habitante (3.2 lb/hab), 14% más del valor estimado en 1996 que alcanzó 1.270 gr/hab (2.80lb/hab).
- Si se toma en cuenta el crecimiento poblacional 1996 - 2003 de 7,68% los RCD duplicaron la tasa de crecimiento poblacional en un período económicamente positivo para esta sociedad.
- Se estima que de los 170 millones de RCD producidos el 9% corresponden con actividades directas de construcción, 42% asociadas a la remodelación de casas y edificio y 49% en demoliciones de obras civiles.
- Los materiales presentes en RCD en EEUU son: Concreto, Madera, Laminados de yeso (Drywall), Metales, Plásticos, Vidrios, Asfalto, bloques y ladrillos, tejas y otros donde destacan las piezas sanitarias, tubería, alfombras, etc.

- La Asociación de Materiales Recicladados de la Construcción (CMRA por sus siglas en inglés) reporta que las plantas de reciclaje se pudieron incorporar nuevamente a la economía el 71% de los materiales procesados.

Por otra parte, la Comunidad Europea (CE) a través de su agencia denominada Eurostat (Dirección encargada de proporcionar información estadística confiable y homogénea en relación a diversos tópicos dentro de la CE y los países candidatos), ha estudiado (2014) la generación de desechos de sus países integrantes donde podemos destacar:

- El promedio de los 28 países de la CE, producen aproximadamente 2.500 millones de toneladas de desechos; es decir, lo que corresponde con 4.930 gramos de desechos por persona.
- Por otro lado, el 34,7% de los desechos producidos; es decir, 870 millones de toneladas de residuos provienen de actividades ligadas a la construcción, lo cual constituye en 1.710 gr/hab.
- En cuanto a la producción por habitante de desechos considerados como residenciales, alcanza tan sólo un valor en el orden de 410 gr/hab.

De este estudio se pueden obtener algunos datos adicionales interesantes como por ejemplo, que a pesar de que la tasa de producción de RCD suponen una masa 4 veces superior a los producidos por sus habitantes, estos valores tienen altibajos muy importantes donde destacan por su baja producción de RCD para la fecha (2014) Grecia y Portugal, países en franca recesión económica, donde sólo produjeron entre un 10% y un 32% de los residuos residenciales por habitante, mientras que Finlandia y Holanda alcanzaron cerca del 1.000% más de RCD que de residuos residenciales.

Estos datos nos llevan a estimar que la generación de RCD en Venezuela debería encontrarse en un entorno nada preciso de 1 a 3 veces la tasa de generación de residuos residenciales en condiciones económicas estables. Bajo esta premisa, y tomando en consideración estadísticas compartidas extraoficialmente por representantes de la empresa COTECNICA; Caracas vierte un promedio de 4.000 toneladas de residuos en el Relleno Sanitario La Bonanza,

por lo cual, se debería esperar una producción de RCD en la Gran Caracas de 4.000 a 12.000 Ton/día.

Nuevamente, es necesario aclarar que todas estas estimaciones ignoran la realidad venezolana por falta de información confiable, sin embargo, de la revisión documental realizada se puede establecer que en las economías sanas los RCD tienen un crecimiento similar a la población, puesto que ésta exige nuevas viviendas, espacios de trabajo, vías de comunicación y; en fin, desarrollos urbanos. Por otra parte, en aquellos países signados por la depresión económica y subdesarrollada tecnológicamente, los RCD son escasos y vinculados exclusivamente a las obras de infraestructura civil que desarrolle el estado.

En Venezuela se estima que la producción de RCD en estos momentos, se encuentra en los mínimos históricos con una muy baja contribución del sector privado y una prácticamente paralización del estado en la ejecución de obras de desarrollo. Si se toma como referencia el nivel de RCD de Portugal en el año 2014, la producción de RCD en Caracas debería alcanzar un valor mínimo equivalente a un 30% de la producción de residuo residencial; es decir, unas 1.200 Ton/día.

2.3 Marco legal.

Los RCD no se encuentran regulados legalmente en Venezuela, la última norma aprobada en relación a la gestión de los residuos, la denominada “Ley De Gestión Integral De La Basura” tan sólo se menciona la palabra escombros en dos (2) oportunidades asociada a su dimensión y a la necesidad de reglamentar su disposición final.

Vale la pena rescatar de la citada Ley el Artículo 74 que reza:

Las personas naturales o jurídicas que se dedican habitualmente a la construcción y demolición de obras civiles, talas y podas de árboles, cría o beneficio de animales, así como la importación, fabricación, distribución, venta o reparación de bienes o servicios tecnológicos que incrementen la generación de residuos y desechos que requieren un manejo especial, serán responsables de realizar o poner a disposición del público los programas de retorno, acopio, depósito y transporte de tales residuos a los sitios debidamente equipados para que se realice su recuperación, reutilización, reciclaje efectivo o eliminación.

Esta referencia a la necesidad de disponer adecuadamente de los RCD tan sólo se ve complementada con el Decreto N° 2.216 (1992), donde se dictan las normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos, aunque la totalidad de las acciones allí mostradas tienen una vaguedad tal que impide el establecimiento de reglas, sanciones y procesos claros. Sin embargo, en el entorno internacional, existen numerosos ejemplos de normas, leyes y reglamentos en países con diversos grados de desarrollo y circunstancias similares o no a la tradición constructiva venezolana, que fueron analizados durante el desarrollo del presente estudio y que se resumen en el Anexo N°2 del presente estudio.

De todos ellos, las normas que enmarcan la gestión de RCD de Colombia, a través de la Resolución 0472 (2017), que Reglamenta la Gestión Integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición; de Brasil a través de la Resolución 307 (2002), donde se Establecen directrices, criterios y procedimientos para la gestión de residuos de la construcción civil y de España donde el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, fueron las que en mejor medida parecen compartir características similares a las que existe en nuestra sociedad.

Como un aporte de este trabajo a la adecuada gestión de los RCD en Venezuela, se hace un compendio de las mejores prácticas definidas en las tres (3) normas previamente citadas, y se redacta un primer borrador de trabajo, incluido en el Anexo N° 3, de tal forma que se inicie la discusión sobre el marco legal que debe regir estas actividades y proceder entonces a obligar su cumplimiento, en aras de disminuir el impacto ambiental que las actividades relacionadas con la construcción civil genera en la naturaleza.

Como podrá observarse, todos los reglamentos se caracterizan por contar con una estructura similar que abarca los siguientes ítems:

- Descripción del **Objeto** del Reglamento que, en este caso, es el de definir directrices, criterios y procedimientos para la gestión de residuos de construcción y demolición.
- **Definiciones** de los términos más importantes que deben ser aclarados para la adecuada comprensión de la norma.

- **Ámbito de aplicación** donde se establecen los materiales que deben cumplir los dictámenes de la norma y se definen aquellos que por su condición deben ser tratados independientemente o bajo una norma específica en particular.
- El reglamento fija unas **Metas de Aprovechamiento de RCD** para el próximo quinquenio tomando para ello las bases establecidas como metas del milenio.
- **Clasificación** de los RCD en función de su posible reincorporación a la economía.
- Definición de las **Actividades** reguladas por este instrumento legal para, posteriormente, definir en cada una de estas actividades los requisitos y condiciones mínimas a cumplir en cada una de ellas. En la propuesta de reglamento mostrada se hace referencia a las siguientes actividades: **Prevención y reducción, Recolección y transporte, Almacenamiento, Aprovechamiento y Disposición Final.**
- Definición de las **Obligaciones** que deben cumplir todos los involucrados en la Gestión Integral de RCD y, entre ellos, se describen aquellas asociadas al Generador y al Gestor de RCD como los entes directamente involucrados en el manejo de los desechos, a las Autoridades Locales como las encargadas en hacer el seguimiento de las obligaciones tanto de los generadores como de los gestores de residuos y, finalmente, de las Autoridades Nacionales, como entes encargados de fijar las directrices fundamentales de esta gestión que permitan su implementación y la hagan sostenible en el tiempo.
- Establecimiento de la obligatoriedad de desarrollar un **Programa de Manejo Ambiental de Residuos**, así como la entrega de la **Documentación** mínima necesaria para la definición de cantidad, calidad y procesos usados en la gestión de residuos.
- Se definen también los procesos vinculados a la **Separación de los Residuos de Construcción y Demolición**, el **Tratamiento de residuos de construcción y demolición mediante plantas móviles** y las **Actividades de valorización de residuos de construcción y demolición en la obra en que se han producido.**
- Finalmente se establecen las **Prohibiciones** asociadas a la gestión de RCD y demás **Disposiciones Transitorias** que facilitan su implementación, determinando su Vigencia y las **Derogatorias** necesarias para su ejecución.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación.

Fidias G. Arias (2012), en relación a los tipos de investigación indica:

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

Es por esto, que la investigación es considerada del tipo documental, ya que pretende analizar las opciones para la disposición final sostenible de residuos de construcción y demolición en Venezuela, con el fin de generar una economía circular donde se reintegren subproductos derivados de los RCD y a su vez sea rentable, de manera que sirva de guía a la hora de legislar y de emprender un proyecto de este tipo en el país.

3.2 Diseño de la investigación.

Según Martins y Palella (2010), “El diseño bibliográfico se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda de material documental de cualquier clase. Se utilizan documentos, se recolectan, seleccionan, analizan y presentan resultados coherentes” (p.86).

El diseño bibliográfico es el idóneo a utilizar, debido a que toda la información recolectada acerca del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, luego de ser analizada se revisa sistemáticamente, para así poder plantear una estrategia que disminuya el impacto ambiental, que la inadecuada disposición final de los RCD genera y como valor agregado adicional, proporcionar trascendencia a los RCD al re insertarlos en la construcción civil.

Sabino, señala algunas de las tareas básicas que se realizan en la mayoría de los casos para el manejo de la información bibliográfica.

1. Se explora todo el conjunto de fuentes que pueden ser de utilidad, bien sea libros, artículos científicos, publicaciones o antiguas investigaciones realizadas acerca del tema a estudiar. Otra alternativa consiste en consultar a expertos o especialistas en el asunto que suelen tener experiencias previas con el tipo de estudio a realizar.

2. En segundo lugar, es oportuno consultar todas las fuentes disponibles mediante una lectura discriminadora con el fin de hacer énfasis sólo en los aspectos esenciales e ir ordenando todo el material disponible.
3. Por otra parte, se procede a recolectar los datos de cada fuente y se extraen los aspectos concretos que parezcan relevantes para la investigación.
4. Luego, dichos datos se ordenan de acuerdo a su contenido para el cual se requiere de un plan de exposición del informe final.
5. Seguido a esto, se comparan los datos obtenidos para así observar los aspectos de concordancia y oposición entre ellos, evaluando la confiabilidad de cada información y luego analizando cada punto para realizar síntesis parciales.
6. Por último, se sacan las conclusiones correspondientes y se establecen los puntos de vista referentes a cada aspecto del estudio, buscando esclarecer la problemática planteada al inicio de la investigación y respondiendo los objetivos.

3.2.1 Población y muestra.

Arias (2012), define la población como un “conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.” (p. 81) y a su vez define la muestra como el “subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83)

En este estudio, se consideró como población los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en Venezuela y se seleccionó como muestra los residuos de construcción y demolición (RCD).

3.2.2 Sistema de variables.

En el presente apartado, se presentan las variables consideradas en el presente estudio:

3.2.2.1 Estado del arte.

Según Molina (2005), “El estado del arte es una modalidad de la investigación documental que permite el estudio del conocimiento acumulado (escrito en textos) dentro de un área específica” (p. 73), es por ello que, dicha variable constituye el primer objetivo específico de esta investigación, utilizándose como herramienta para compilar y sistematizar toda la información

referente a la valorización de los residuos de construcción y demolición alrededor del mundo, siendo ésta la base para conducir a una toma de decisiones a la hora de aplicar este tipo de proceso.

Molina, (2005) afirma que:

Sea cual fuere el abordaje del estado del arte, se considera que su realización implica el desarrollo de una metodología resumida en tres grandes pasos: contextualización, clasificación y categorización; los cuales son complementados por una fase adicional que permita asociar al estado del arte de manera estructural, es decir, hacer el análisis (sinónimo de investigación). De esta manera se observa que la realización de estados del arte permite la circulación de la información, genera una demanda de conocimiento y establece comparaciones con otros conocimientos paralelos a este, ofreciendo diferentes posibilidades de comprensión del problema tratado; pues brinda más de una alternativa de estudio. (p. 73)

3.2.2.2 Criterios.

Merino y Porto (2009), establecen que “Un criterio también es un requisito que debe ser respetado para alcanzar un cierto objetivo o satisfacer una necesidad.” Los criterios son considerados como un juicio para discernir, clasificar o relacionar una cosa.

En este caso, la determinación de los criterios utilizados para la valorización de los residuos de construcción y demolición ya consolidados en el mundo, permite establecer unos requisitos o pautas a seguir a la hora de determinar qué tan factible es la reincorporación de estos residuos, y al no tener experiencias previas en dicha área en el país, los criterios considerados internacionalmente, sirven de guía y apoyo en dado caso que se quisiera emprender este tipo de proyectos en Venezuela.

3.2.2.3 Parámetros.

Según Gardey y Pérez (2009), “Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva.” En este sentido, un parámetro se puede definir como un factor necesario para el análisis o la valoración de una situación.

Los parámetros a considerar al momento de llevar a cabo el procesamiento de los residuos de construcción y demolición, representan una información indispensable para el ingeniero encargado de ello, permitiendo éstos que el proceso se realice de forma más adecuada, procurando obtener los mayores beneficios que los que pudiera haber generado la inadecuada disposición final de estos residuos.

3.2.2.4 Técnicas e instrumentos.

En una investigación de tipo documental, las técnicas e instrumentos a emplear permiten recolectar información necesaria de una manera organizada y sistemática para proceder al análisis de todo el material bibliográfico recolectado durante el proceso. Para lograrlo, se utilizan técnicas como: observación documental, presentación resumida y entrevistas.

Inicialmente, se analizan las fuentes documentales a través de lecturas exploratorias de textos y antecedentes a la investigación, para luego proceder a la selección del material que será de utilidad y más específico acerca del tema en estudio. La aplicación de la técnica de presentación resumida permite obtener una síntesis de la información con el fin de organizar las ideas de mayor relevancia y empezar la sistematización de la investigación.

La utilización de técnicas de entrevista “cara a cara” o bien sea a través de entrevistas previamente estructuradas, permite obtener la perspectiva de cada entrevistado acerca del tema, para de este modo poder establecer cómo es definido el tema analizado documentalmente por expertos en la materia.

3.3 Procedimiento de la investigación.

Con el fin de lograr cada uno de los objetivos específicos de la presente investigación se desarrollaron las siguientes actividades:

Para la realización de los primeros dos objetivos específicos se procede a recopilar información documental, a través de libros, investigaciones realizadas con anterioridad, artículos en internet e incluso a través de comunicaciones personales con expertos en rellenos sanitarios, areneras y el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC); referente a los diferentes procedimientos que se pueden realizar para una gestión integral de los residuos de construcción y demolición, tomando en cuenta el análisis de las opciones que se plantean y los

porcentajes de residuos generados, para posteriormente tomar una decisión respecto al manejo de los residuos y la disposición final de los mismos de una manera sostenible para Venezuela.

Para el cumplimiento del tercer objetivo específico se realiza un estudio financiero, tomando en cuenta las variables económicas fundamentales internacionales para que el análisis tenga una durabilidad mayor, adoptando como divisa de cálculo el Dólar Americano, debido a que la moneda de curso legal en Venezuela se encuentra sumida en un proceso hiperinflacionario que desvirtúa sus resultados en corto tiempo.

CAPITULO IV: DISPOSICIÓN FINAL DE RCD.

4.1 Situación actual.

Todas las actividades relacionadas con la construcción civil generan residuos de muy diversa índole que, normalmente, son acumulados temporalmente en la obra hasta alcanzar un volumen; tal que, amerite la presencia de un transporte y traslade la totalidad de los residuos hasta el sitio seleccionado por el agente transportista como el adecuado para su vertido.

Esta rutina es, en Venezuela, un procedimiento estandarizado, donde quizás, existan algunas variaciones relacionadas tal vez con la separación parcial de los residuos con el almacenado en bolsas “escombreras” de materiales pétreos y cerámicos. Las más de las veces y, aun teniendo separados los residuos, es usual que a la hora de cargar el camión de transporte se viertan en él todos los residuos sin importar su origen, con la finalidad de recuperar las bolsas escombreras.

Una vez el camión es cargado se traslada a aquellos espacios donde se “acepte” la descarga de los RCD. Cuando los residuos son suelos, agregados, escombros de concreto y ladrillos los transportistas los conducen hacia terrenos deprimidos donde los propietarios los utilizan para rellenar y acondicionar sus terrenos y así luego proceder a desarrollarlos.

A la fecha no se conocen espacios debidamente acondicionados para la recepción de RCD. Tan sólo se conocen de varios “botes” identificados por el MINEC y el Ministerio del Poder Popular para el Transporte, utilizados para el vertido de los suelos generados durante la construcción de las obras del Metro de Caracas, que han venido siendo empleados por las empresas constructoras para la disposición final de los RCD.

En algunas obras, las actividades de demolición se efectúan selectivamente con la misión de recuperar al máximo los materiales aprovechables y se procede entonces a la remoción ordenada y sistemática de piezas sanitarias, ductos de ventilación, luminarias, puertas, ventanas y otras cristaleras y, finalmente, la estructura metálica (de existir). En techos de tejas es usual la remoción parcial de tejas, canales de drenaje, entre otros.

No se conocen de estadísticas formales que acrediten los volúmenes de RCD generados en Venezuela, ni el porcentaje de éstos que han podido reinsertarse a la economía luego de su remoción.

4.2 Consideraciones generales.

Cada uno de los materiales que conforman los RCD va a presentar unas características diferentes, por lo que en función de ellas variará su potencial para la reutilización y el reciclaje, así como las posibilidades de reducir su presencia en los vertederos.

En definitiva, hay tres razones fundamentales para recuperar estos residuos:

- a) Razones económicas, puesto que al recuperar los residuos se pueden reducir los costes tanto del vertido como de la compra de materias primas o productos de construcción.
- b) Razones ambientales, puesto que cuanto mayor sea la cantidad de materiales recuperados menor será el impacto ambiental que éstos provocan como residuos en su gestión y eliminación (ruidos, emisiones de polvo, etc.)
- c) Conservando las dos anteriores, la idea básica de que estos residuos pasen a considerarse como subproductos, resultantes de procesos de producción que son susceptibles de reutilización económica sin causar un perjuicio para el medio ambiente ni la salud de las personas.

En el establecimiento del programa de aprovechamiento se requiere una identificación y un manejo selectivo de los principales componentes de los residuos de escombros y de los restos de demolición. Por ejemplo: materiales o subproductos en buen estado que se pueden reutilizar; entre los cuales encontramos: ventanas, puertas, electrodomésticos, accesorios y equipos de cocina y piezas sanitarias (Organización Panamericana de la Salud, 2002).

4.3 Subproductos que se podrían generar a partir de los RCD en Venezuela.

La tipología de RCD establecida en el Capítulo N° 2, resumida en la Tabla N° 3, muestra una síntesis de los materiales que, en mayor medida, están presentes en los RCD en Venezuela. No todos ellos pueden ser aprovechados de la misma manera, debido a los diversos grados de deterioro con que son recogidos más, sin embargo, permiten establecer procesos que los conduzcan hacia su reutilización, reciclaje o valorización antes que disponerlos en un relleno sanitario convencional.

A continuación, se describen cada uno de los materiales y algunos de los subproductos que pueden generarse de contar con sistemas diseñados al efecto.

Tabla 3. Tipología de RCD en Venezuela (estimada).

| Material | Concreto | Ladrillos | Agregados | Madera | Vidrio | Metales | Plástico | Papel | Cartón | Otros |
|------------|----------|-----------|-----------|--------|--------|---------|----------|-------|--------|-------|
| Porcentaje | 28.33% | 39.33% | 4.08% | 15.94% | 0.86% | 3.03% | 2.43% | 1.19% | 2.75% | 2.06% |

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.3.1 Concreto.

Al ser uno de los materiales más utilizados en la construcción durante el pasado siglo, es común encontrarlos en los residuos de demolición. Se puede encontrar en formas de bloques elaborados y otro tipo de productos, así como es el material dominante en las fundaciones y en las superestructuras y puede ser encontrado en aceras, pavimentos de carreteras o pistas de aterrizaje; en muchos casos suele estar reforzado con acero.

Se trata de un material con gran potencial de reutilización y reciclaje, siempre y cuando se encuentre “limpio”; es decir, no contenga maderas, vidrio, ni otras sustancias que alteren su composición mecánica fundamental.

El principal destino del concreto procedente de actividades de construcción y demolición es ser triturado para la producción de áridos.

Estos áridos pueden ser utilizados en diversas aplicaciones:

- La fabricación de concreto reciclado, destinado a edificios, puentes, instalaciones portuarias, etc.
- Árido fino para morteros.
- Árido fino para la fabricación de cemento.
- Concreto asfáltico.
- Sub-bases de carreteras.
- Material de relleno para zanjas.

Para la fabricación de concreto en masa u concreto armado se utilizan áridos gruesos reciclados. Estos tipos de concreto reciclado, requieren la utilización de un 5% más de cemento en su fabricación y mayores cantidades de agua. Sus propiedades son ligeramente diferentes a las del concreto no reciclado; debido a que, tiene menor densidad, resistencia a la compresión, resistencia a tracción y módulo de elasticidad, mientras que aumentan otras características como la fluencia y la permeabilidad.

El concreto triturado puede reutilizarse como árido en cemento Portland de nueva fabricación o en otras capas estructurales. En general se combina con áridos vírgenes cuando se usa para fabricar nuevo cemento. Sin embargo, el cemento reciclado se utiliza más a menudo como árido para sub-base.

No existen limitaciones sobre los tipos de pavimentos de cemento aptos para su reciclado. En algunos casos se puede transportar el concreto desde el emplazamiento de la demolición hasta la planta de reciclaje, o en algunos casos los recicladores pueden llevar maquinaria portátil de reciclado hasta el emplazamiento.

Es muy importante para que los residuos de concreto puedan reciclarse adecuadamente, que no estén mezclados con yeso o placas de cartón-yeso (dry wall), porque el contenido de sulfato de estos materiales puede afectar las reacciones con el cemento nuevo. Así mismo si se mezclan los residuos de concreto con los de albañilería, disminuirán las prestaciones mecánicas del producto final y quizá resulte inútil como agregado para concretos de alta resistencia. Sin embargo, este tipo de áridos si se pueden utilizar en rellenos y sub-bases de carreteras.

En términos medioambientales, el reciclado de concreto permite grandes ahorros de energía en comparación con todo el proceso de obtención de un concreto nuevo.

4.3.2. Ladrillos, azulejos y otras piezas cerámicas.

Esta categoría de productos está muy presente en los residuos de construcción y demolición, alcanzando casi un 40% de los RCD totales, razón por la cual, es de suma importancia, el análisis de sus características con el fin de estudiar sus posibilidades de reutilización y reciclado, para que de esta forma no acaben en el vertedero.

Los ladrillos son uno de los materiales más comunes en la construcción, especialmente en el caso de las viviendas y como elemento de cerramiento externo en todas las estructuras y unidad divisoria interna en gran parte de nuestras edificaciones. Como consecuencia de esta situación, la proporción en los RCD es muy elevada.

También es frecuente encontrar ladrillos no utilizados en las obras ya finalizadas, por lo que suelen ser recuperados, cepillados (proceso que debe hacerse a mano) y reutilizados. Algunas de las aplicaciones a las que se pueden destinar los ladrillos son:

- Material para obras de relleno (como zanjas) o de drenaje.
- Áridos para la construcción de carreteras o para la fabricación de concreto o de ladrillos.

- Construcción de pistas de tenis.
- Elemento ornamental en obras de paisajismo.

Los adoquines en especial, se utilizan también como material de segunda mano en nuevos edificios o en otras obras con fines estéticos, como es el caso de las chimeneas de algunas viviendas. Por último, pueden ser recalentados y vueltos a utilizar, aunque el alto consumo de energía de este proceso hace que solo sea rentable en aquellos lugares en los que existen altas tarifas de eliminación en vertedero (como es el caso de Dinamarca).

Los ladrillos pueden ser por tanto reutilizados en su forma original o triturada y reciclados para otros usos o para fabricar de nuevo ladrillos.

Para su reutilización como ladrillos en nuevas construcciones, es necesario hacer una demolición selectiva e incluso casi manual para no romper el ladrillo y después es necesario separar el mortero de los ladrillos.

Estos materiales triturados y clasificados, pueden reciclarse utilizándose como material de base en carreteras, autopistas y trabajos de drenaje. Estos escombros de ladrillos reciclados son una opción rentable a la arena y grava de río, para evitar la presión ambiental en estos espacios. Es muy importante asegurar que los materiales se almacenen de forma separada para conseguir el máximo de reciclado.

Las ventajas del reciclado son:

- Los ladrillos no tienen que ser eliminados, por lo tanto, la empresa de demolición se ahorra el costo asociado a ellos.
- Se reduce la cantidad de residuos en vertedero, lo que supone un beneficio medioambiental.
- Evita la extracción de materias primas del suelo.
- Los ladrillos limpios son un activo.
- Se disminuye el consumo energético al reutilizar estos materiales.

Las tejas usadas pueden ser aprovechadas pero los costos que suponen su remoción y limpieza no la hacen atractiva a las tasas vigentes en nuestro país.

4.3.3 Agregados y Áridos.

Se llama áridos a los materiales granulares (pequeños trozos de roca) utilizados en la construcción (Edificación y obras públicas). Los áridos pueden presentar formas redondeadas (aluviales) o angulosas (materiales triturados); su tamaño responderá a criterios granulométricos

relacionados con su utilización, por lo que será necesario su clasificación por tamaños para responder a las necesidades del mercado.

Los áridos derivados de los RCD deben cumplir en el mercado, los mismos requisitos de los áridos primarios. Esencialmente, no se realiza ninguna discriminación entre los materiales primarios y los reciclados, con vistas a los estándares técnicos y medioambientales. Con objeto de conservar los materiales; los materiales derivados de los RCD que cumplan los mismos estándares deben ser vistos como técnicamente equivalentes a los materiales primarios.

4.3.4. Madera.

En obras de remodelación y demolición es posible obtener grandes cantidades de madera provenientes de armarios, closets, mesas, divisorias, puertas y maderas, todas ellas con alto potencial de reutilización que deben ser objeto de remoción selectiva al inicio de cualquiera de los trabajos.

Los residuos de madera procedentes de la construcción y algunos de demolición suelen provenir de encofrados para estructuras y elementos de sujeción y apuntalamiento. Pueden ser elementos de madera, madera laminada y de conglomerado y su estado, en la mayor parte de las veces es objetable para su reutilización y, eventualmente, puede venir contaminada con pintura, amianto o material de aislamiento.

Muchos de los residuos de madera que no hayan sido removidos para su reutilización, son procesados para producir combustible o cubrimiento en paisajismo, siempre y cuando esta madera se encuentre limpia. Los residuos de madera se trituran en una cuba trituradora u otras trituradoras comerciales para madera, y se pasan a través de una clasificadora, donde se separan las piezas grandes. Los metales férreos se separan magnéticamente y los finos (materiales pequeños a menudo vendidos para enmiendas de suelo) se separan mediante cribado.

Los residuos de madera se categorizan según la fuente de generación: residuos de madera cosechada (generados por la limpieza del terreno y las actividades de gestión forestal); rechazos de fábrica de residuos de productores primarios, como fábricas de pulpa y tabla; de productores secundarios, tales como fabricantes de muebles y ebanistas; paletas y residuos de contenedores; residuos de construcción y demolición; y otros residuos de madera (residuos de jardín, huertos, centros de jardinería y agrícolas).

Los principales usos finales son: combustible para calderas y paisajismo, con menores cantidades utilizadas para cubrimiento de vertederos, alimentación de fábricas de pulpa y papel, cubrimiento intermedio de vertederos y compostaje de los fangos de plantas de tratamiento de aguas residuales. La fracción fina se utiliza para compostaje y enmiendas del suelo. La viruta en polvo y las astillas pequeñas y limpias son muy deseadas como lechos para animales.

4.3.5 Vidrio.

El vidrio es el material más utilizado en las ventanas (denominado vidrio plano), aunque también se usa en mamparas internas dentro de los edificios como elemento separador de espacios y otras aplicaciones menores, por lo que también es un material común en los RCD. Su potencial para la reutilización es muy bajo, sin embargo, su reciclaje presenta grandes ventajas.

Se puede utilizar en la fabricación de fibra de vidrio o como árido para la fabricación de concreto, la construcción de carreteras o labores de paisajismo. Incluso se está experimentando con vidrio para crear nuevos tipos de pavimentación, para estabilizar el suelo en áreas exteriores, como por ejemplo en parques en las zonas peatonales, en las pistas para bicicletas, en las áreas de juegos, en los campos deportivos y en los estacionamientos. Entre las ventajas de esta aplicación está en que el cemento conserva el aspecto natural de la arena utilizada, tanto en textura como en color, lo que favorece su integración paisajística, presenta gran resistencia a los cambios climáticos, es impermeable, y garantiza una durabilidad de 10 años.

Por lo tanto, al igual que para el resto de los materiales, es necesario llevar a cabo una separación de éstos si se quieren reciclar con buenos resultados. Se vuelve por tanto a la idea de una remoción en vez de una demolición.

4.3.6 Metales.

Los metales más comunes presentes en los RCD son el acero, el aluminio y el cobre, cada uno de los cuales se utiliza para desempeñar funciones diferentes.

Los residuos de metales durante los procesos constructivos son relativamente bajos; sin embargo, son abundantes durante las labores de demolición. Tienen un potencial de reutilización bajo, pero son los más fácilmente reciclables porque poseen un gran valor.

Las posibilidades de reciclaje son elevadas utilizándose como materia prima secundaria en la producción de nuevos metales (como aleaciones), debido al elevado precio de los metales en el mercado. Se pueden vender sin problemas porque poseen valor residual como chatarra. Las

posibilidades de reciclado del acero, aluminio y el cobre no se limitan a un solo tipo de producto, ya que forman parte de aleaciones que se encuentran en sectores diversos, entre otros la industria mecánica, la construcción e incluso objetos de uso doméstico.

Su reciclado es muy conveniente desde el punto de vista medioambiental, puesto que la utilización de los residuos metálicos puede reducir el impacto que origina la producción de metales. En particular se consigue evitar grandes volúmenes de roca para obtener el mineral, el proceso de transformación del mineral en metal es intensivo en gasto de energía y producción de CO₂ y el transporte desde las zonas de extracción alejadas de los grandes centros de producción requiere de mucha energía y provoca también emisiones de CO₂ y partículas en suspensión.

Para facilitar el reciclado de los metales, en primer lugar, es necesario almacenarlos correctamente, separando los metales de los restantes residuos. Esta separación debe completarse con otra, que tenga en cuenta los diferentes tipos de metal. El metal no férrico debe apartarse del metal férrico, ya que el valor residual varía significativamente de uno a otro.

Los metales se pueden vender a un recuperador de chatarra y éste transportarlos a un reciclador que los transformará en un nuevo producto.

4.3.7 Plástico.

En la construcción se utilizan una gran variedad de plásticos, lo que hace que sea un material común en los RCD. Esta gran variedad es su principal desventaja, ya que para su aprovechamiento es necesario realizar una separación de los diferentes tipos de plásticos. Si ésta se lleva a cabo, el reciclaje es la mejor opción para los plásticos, ya que su reutilización es prácticamente imposible.

Algunas de las aplicaciones para las que se destinan los plásticos reciclados son: tuberías, material geotextil, ventanas, recubrimientos de tejados, suelos de instalaciones industriales, superficies de carreteras, paneles interiores, correas, envases, etc.

Entre los distintos polímeros plásticos que se usan en el sector de la construcción, están el Polietileno de alta densidad, Polietileno de baja densidad, Policloruro de vinilo, Polipropileno, Poliestireno, Poliestireno expandido, Tereftalato de polietileno y otros. Esta gran variedad de plásticos es su principal desventaja, pues hay que separarlos. Por lo tanto, si queremos reciclar los plásticos presentes en los RCD debemos de realizar una operación importante de limpieza y desmontaje selectivo antes de proceder al derribo masivo.

Entre los aspectos a destacar de la valorización energética de los residuos plásticos se pueden distinguir las siguientes ventajas e inconvenientes:

Ventajas:

- Aprovechamiento del poder calorífico de los plásticos en sustitución de otras fuentes de energía no renovables.
- Ventajas económicas asociadas al tratamiento de plástico mezclado.

Inconvenientes:

- La combustión de los plásticos presenta algunas desventajas ya que desprende sustancias químicas y elementos tóxicos cancerígenos que llegan al aire y lo contaminan. Los principales elementos dañinos que se desprenden a las quemas de plásticos son monóxido de carbono, metales pesados, dioxinas, furanos, dióxido de carbono, entre otros.
- Mayor consumo de reactivos en la depuración de gases y en las cenizas para neutralizar los compuestos ácidos.
- Mayor producción de residuos finales (cenizas y residuos de depuración de gases). Cenizas con alto contenido en cloruros lo que dificulta su reutilización.
- Limitación en el rendimiento por problemas de corrosión de las calderas.
- Mayores costes de inversión y operación del sistema de depuración de gases.
- Los metales pesados utilizados como aditivos en ciertos tipos de plásticos se acumulan en las cenizas y residuos de depuración de gases, lo que dificulta su valorización como materia prima secundaria.

4.3.8 Papel y cartón.

La principal razón de la existencia de residuos de estos materiales dentro del flujo de RCD es que se utilizan como envases de otros materiales. Su limitado uso hace que la cantidad generada de estos residuos sea bastante pequeña y la función que desempeñan prácticamente les inhabilita para ser reutilizados. Sin embargo, al igual que el papel y cartón proveniente de otros flujos, su potencial de reciclaje es elevado. Se utiliza en la producción de aislamientos de celulosa y de papel y cartón reciclado.

4.4 Opciones para una gestión integral de RCD.

4.4.1 Generalidades.

La Gestión Integral de RCD es una actividad donde es necesaria la participación activa de todos los entes involucrados. Empezando desde su concepción y terminando con su descarga en un área de proceso o vertido en un espacio regulado. A continuación, se hace un listado de las medidas que deben ser adoptadas por cada uno de los involucrados.

- a. Por los proyectistas:
 - Desarrollar herramientas para la cuantificación y caracterización de RCD en proyectos.
 - Elaborar guías de prácticas sobre minimización de RCD en obras.
 - Planificar cursos de formación en materia de gestión de RCD.
 - Seleccionar materiales que promuevan una disminución de los RCD durante las obras de construcción y sean valorizables al cumplir su objetivo durante las labores de demolición.
- b. Por las empresas de Construcción:
 - Incorporar la gestión de RCD dentro de la planificación de la obra.
 - Prever la separación por materiales y, de ser posible, en función de su potencial reutilización o reciclaje en obra.
 - Obligar al acatamiento de las buenas prácticas ambientales de obra a cualquier subcontratista que participe en ellas.
 - Adoptar procedimientos que disminuyan la generación de RCD durante las labores de construcción, rehabilitación y demolición.
- c. Por los Gestores de RCD:
 - Aplicar sistemas de tarifas de admisión o recepción de RCD que incentiven medidas de demolición controlada, separación en origen y eviten la contaminación de los residuos recibidos. La medida usualmente adoptada es la tarifaria; es decir, existe una tarifa base para RCD limpio y un recargo en la tarifa para aquellos residuos que se encuentren contaminados.
 - Establecer sistemas de información (accesibles vía internet) sobre gestores de RCD, incluyendo información sobre su localización, residuos admitidos, tarifas de tratamiento, procedimientos y criterios de admisión y otros datos de interés para promotores, constructores y gestores de RCD, como potenciales usuarios.

- d. Por las Autoridades Municipales y Estadales:
- Definir, conjuntamente con el MINEC la ubicación de los espacios aptos para la recepción de desechos provenientes de las actividades de construcción y demolición.
 - Definir los requisitos mínimos que debe tener los Planes de Gestión de RCD a exigir a todas las empresas que deseen ejecutar obras de construcción, remodelación/rehabilitación y demolición.
 - Establecer los lineamientos a seguir para la emisión de licencias de construcción y demolición donde se incluyan las actividades de supervisión, vigilancia y control que deberán realizar las autoridades locales para alcanzar el estricto cumplimiento de la normativa.
 - Diseñar procesos de incentivos y sanciones para las empresas encargadas de las actividades de construcción y demolición.
 - Favorecer actividades que promuevan la formación y concientización de la población del municipio en relación a la adecuada gestión de los residuos sólidos en general y, en particular, a los RCD.
 - Promover la implantación de Plantas de Procesamiento de RCD y el uso de maquinaria móvil que facilite el tratamiento primario de los residuos y minimice el traslado de materiales.
 - Impulsar el uso de materiales provenientes de las Plantas de Procesamiento de RCD en las nuevas edificaciones con incentivos orientados hacia las empresas promotoras.
 - Recopilar y evaluar toda la data recibida de las empresas constructoras y de las Plantas de Procesamiento de tal forma de conocer la cantidad, calidad y eficiencia en la re inserción de los materiales en la economía que le permita planificar acciones futuras y rectificaciones en el presente.
- e. Por las Autoridades Nacionales: Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC):
- Erradicación de los vertederos ilegales y la aplicación de impuestos al depósito en vertederos autorizados, capaces de desincentivar la opción de disposición final total de los RCD y propiciar el uso de las Plantas de Procesamiento.

- Favorecer actividades que promuevan la formación y concientización de la población en general y apoyar a los entes municipales en toda iniciativa orientada hacia la educación ambiental.
- Evaluar los espacios de disposición final operativos en la actualidad y analizar nuevos espacios preparados para la recepción de éstos.
- Capacitar a las personas naturales y jurídicas interesadas en la Gestión Integral de Residuos Sólidos, de Construcción y Demolición.
- Aprobar las Plantas de Procesamiento de RCD, así como los procesos definidos en el tratamiento de cada uno de los materiales.
- Coordinar con todos los entes involucrados para la implementación de tasas de procesamiento en aquellos productos donde sea viable el concepto de responsabilidad del productor en la gestión del residuo.
- Supervisar el cumplimiento de la normativa asociada tanto por los gestores y generadores como en el seguimiento que debe realizar las autoridades locales.
- Legislar y promover la reutilización de los materiales que componen los RCD y diseñar estrategias que incentiven su uso y castiguen su desecho.

Una vez analizadas las actividades que se deben ejecutar para cambiar los paradigmas establecidos en relación a la Gestión de los Residuos en Venezuela, se visualizan algunas opciones de procesamiento que, por supuesto, incluyen la disposición total de los RCD como se efectúa en la actualidad y barren un amplio espectro que pudiera terminar en una planta capaz de procesar el 100% de los RCD recibidos; sin embargo, la variabilidad de los materiales a recibir y la pequeña cuantía de algunos de ellos, hacen inviable el desarrollo de procesos económicamente sostenibles.

A continuación, se presentan dos (2) opciones principales de procesamiento. La primera de ellas es la denominada vertido incontrolado, que representa la condición actual de la industria donde todo RCD se considera desecho y es vertido en áreas establecidas para ello y, por otro lado, se hace un análisis de una planta de procesamiento capaz de recibir la totalidad de los RCD y procesar uno, dos o tres materiales que permitan alcanzar no menos del 70% de los RCD generados en estas actividades.

4.4.2 Opción: vertido incontrolado.

En general, en las prácticas convencionales del sector formal de la construcción se admite que el bote de “escombros” se realice en vertederos controlados o no, donde es usual que las autoridades ambientales no tienen mucho que decir. Estos residuos no son admitidos normalmente en los rellenos operados convenientemente por dañar los equipos de extendido y compactación y alterar las rutinas diarias de trabajo.

De cualquier forma, incluso en el Relleno Sanitario de la Bonanza, se admitieron (gratuitamente) residuos de construcción y demolición con el fin de generar empujes pasivos, que permitieran incrementar los factures de seguridad de algunos taludes altos ante eventuales sucesos sísmicos.

Una vez se alcanzó el objetivo, se prohíbe su recepción porque se empezaba a comprometer la vida útil del relleno sanitario y perjudicaba las maquinarias de compactación de residuos. En algunas oportunidades y sólo como respuesta a una solicitud puntual de las Autoridades Nacionales, se procede a definir una celda especialmente diseñada y concebida para la recepción de RCD, aunque de escasa magnitud por los conflictos de espacio que se tiene en esta parcela. En todo momento el Relleno Sanitario La Bonanza acepta de manera gratuita el vertido de tierras provenientes de la preparación del sitio, así como de neumáticos, puesto que ambos son utilizados en las actividades operativas usuales del relleno.

En los años 80, el Gobierno del Distrito Capital ordena el cierre del Relleno Sanitario “Ojo de Agua” (adyacente a la autopista Caracas - La Guaira) para luego ser utilizado como escombrera por un lapso de unos 6 años. Posteriormente se ordena la clausura de este vertedero por que no existía un sistema de separación de residuos y no se contaba con la maquinaria adecuada.

Actualmente en la ciudad de Caracas, no existe sitio formal; sin embargo, se puede encontrar lugares que reciben los escombros para ampliar terrenos y estabilizar taludes, o los residuos de construcción y demolición son vertidos en terrenos baldíos.

Desde el punto de vista de las empresas de la construcción, el vertido de escombros es una actividad que económicamente se traduce en la carga de los equipos de transporte y en el pago del viaje hasta el sitio que elija el transportista. Es, desde este punto de vista, un costo económicamente atractivo puesto que elimina toda la responsabilidad y la transfiere al transportista.

El transportista por su parte, con la remuneración recibida por el constructor satisface los costos asociados al personal, equipos y combustibles de su gestión y, en algunos casos, percibe una remuneración adicional por el acarreo de estos materiales a alguna parcela donde ello es necesario para su conformación y aprovechamiento.

Sin embargo, una visión un poco más amplia de esta situación, permite observar efectos negativos en el ambiente y en la economía nacional. Como ya fue mencionado, la pérdida de volumen en los rellenos sanitarios, la pérdida económica que supone la disposición de materiales aptos para su reinserción en la economía, la presión que se genera en el ambiente ante la búsqueda de nuevos materiales que sustituyan los vertidos y la pérdida de energía que supone la producción de materiales, hacen que esta opción sea económica para los generadores y costosa para el ambiente y la nación en general.

Domingo Acosta, en su artículo para la UCV titulado: “Reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD)” menciona los motivos que originan el problema de los RCD en el caso específico de Venezuela, como lo son:

- A. En el ámbito oficial, la ausencia de normativas que estimulen generar menos residuos, y valorizar aquellos que irremediamente se generen para su reutilización o reciclaje. Existe además falta de planificación y control ambiental ante el vertido indiscriminado de los RCD.
- B. En la industria de la construcción, el problema se origina en la naturaleza y las prácticas de la construcción convencional, en especial en la ausencia de una gestión de residuos planificada desde el proyecto, la obra y la disposición final.
- C. En el ámbito profesional, el problema pudiera radicar en la falta de ética que se traduce en la actitud indiferente de arquitectos e ingenieros ante el despilfarro en las obras.
- D. El problema realmente radica en que como no existe una separación en el sitio de generación, no se le puede dar ningún tipo de uso adicional, ya que, si se encuentra contaminada con residuos de plástico, residuos de madera o materia orgánica, no se podría realizar la valoración de los residuos de construcción y demolición.

4.4.3 Planta de procesamiento.

Ante las desventajas ambientales y económicas que presenta la gestión actual de RCD se debe incorporar plantas de procesamiento que, al menos, garantice el manejo de los materiales que, en mayor proporción, componen los residuos de la construcción.

4.4.3.1 Diseño de la planta de procesamiento.

En el diseño propuesto se ha tenido en cuenta la totalidad del ciclo de generación y gestión de RCD. Se estima que, la mayoría de los RCD será procesado para ser utilizado como materia prima de la construcción, sin embargo, también se espera que una parte más pequeña pero aún significativa, esté compuesto por capas y material vegetal que deberán ser aislados, depositado y retirado al espacio dispuesto por la municipalidad.

También se considera un pequeño porcentaje el cual estará constituido por materiales de distintas composiciones, que serán separados y almacenados para su posterior retirada por parte de agentes especialistas en el reciclaje de los mismos.

En el Anexo N° 4 adjunto se muestra un esquema de una planta de procesamiento típica donde se incluyen los principales elementos a incorporar.

En primer lugar, la Planta de Procesamiento cuenta con un acceso, donde se mantiene la garita de vigilancia y supervisión que permitirá, además de restringir el acceso, establecer el peso de las unidades de transporte que entren o salgan de ella.

Esta balanza electrónica para los camiones es de tipo superficial, incluye un indicador digital con salida para enviar datos a un impresor o a un computador que, permitirá a un mismo tiempo llevar las estadísticas referentes al volumen y tipo de material recibido y, a la empresa gestora, le facilitará el proceso de facturación por los servicios.

Una vez dentro de la planta el camión verterá su contenido en función de la calidad de los materiales transportados.

En el caso que los materiales se encuentren separados, se definirá su ruta y vertido en las áreas de almacenamiento temporal específico de cada material. Si fuesen productos de demolición (escombros) limpios, éstos se volcarán a la tolva de áridos y agregados para su trituración, cribado y separación.

Si los materiales estuvieran “sucios” o contaminados se pasará a la zona de triaje, donde desde una tolva de recepción se descargan los residuos hacia una correa que permite la selección mecánica y manual de los diferentes materiales que allí se consigan.

El principio básico de funcionamiento es muy simple, consiste en un módulo protegido de la intemperie en forma de cabina por donde pasa una cinta transportadora con el material, donde los operarios depositan en contenedores especiales para su gestión, situados debajo del módulo de

triaje manual. En esta zona de triaje se espera separar la totalidad de papeles, cartones, vidrios, yeso, metales y RSU. Se mantiene en la correa todos los materiales que pueden ser triturados para la obtención de agregados y áridos que podrán ser utilizados para la construcción; entre ellos concretos, morteros, agregados, ladrillos y cerámicos.

El módulo estará ubicado a una altura que permite que los contenedores receptores de los materiales separados se encuentren en un nivel inferior, listos para su envío hacia otras empresas especializadas en el procesamiento de estos materiales.

Una vez los materiales que se mantienen en la correa se incorporan al área de trituración y cribado.

La clasificación de los materiales es la parte más compleja en cuanto operación, las características del material en la recepción son las que determinan las condiciones del proceso y, en el caso de Venezuela, suponen una situación complicada por la heterogeneidad de los residuos. La planta de procesamiento también deberá incluir una serie de características específicas para este tipo de materiales.

La forma de trabajo de la planta permite que, aun cuando la calidad del residuo sea objetable, una vez culmine su procesamiento éste se encuentre tratado y separado de tal manera que sea viable su reutilización o reciclaje.

Las acciones que conducen a alcanzar la mejor calidad de materiales posibles son las siguientes:

- Demolición selectiva de edificios, actividad desarrollada fuera de las instalaciones, pero coordinada por personal de la planta de tal manera de garantizar la máxima reutilización de los materiales y su separación en origen.
- Control de entrada en la instalación de reciclaje que permita definir las características de los RCD y su estado (limpio o contaminado).
- Acopio temporal de materiales según su clase.
- Tratamiento primario de acondicionamiento de escombros en función de los tamaños máximos de alimentación a las máquinas trituradoras.
- Cribado previo, clasificación, adición de agua.
- Separación de piezas metálicas.
- Separación por aire y lavado.

La capacidad de la planta se sugiere se encuentre entre 150 Ton/hora y 300 Ton/hora con una jornada laboral estándar de 8 horas de trabajo. Dado el escenario de crisis en que se encuentra la construcción en el país, la prudencia indica que lo conveniente sería comenzar con la construcción de la planta con capacidad para tratar unas 1.200 Ton/día que, a todas luces, parece suficiente para gestionar los RCD propios de una ciudad en recesión económica. Posteriormente, se podrá incorporar una segunda línea de procesamiento que eleve hasta 300 Ton/hora equivalente a unas 600.000Ton/año.

La tolva de recepción de material tiene una capacidad de descarga de 200 Ton/hora, construida con un material altamente resistente, cumplirá con la función de ser un precribador de 280 Ton/hora de capacidad y donde se podrá realizar la separación primaria de tierra y diámetros superiores a 10 mm hasta 120 mm. Posteriormente, la correa descarga en la primera fragmentadora o trituradora de mandíbulas capaz de triturar los materiales esperados en esta primera línea de proceso.

La pre cribadora, conducirá los materiales más finos (de 0 a 10 milímetros) por medio de una cinta transportadora cubierta, a un electroimán destinado a la separación de los materiales magnéticos de los no magnéticos, que será instalado en forma suspendida sobre la cinta transportadora. Los electroimanes atraen a los materiales férricos separándolos del material transportado, incluso en condiciones de grandes espesores o elevadas velocidades.

El separador está dotado de un dispositivo de descarga automática y continua de los desechos metálicos. Una cinta de limpieza retira sistemáticamente el material magnético atraído por el separador, para luego conducir el material no férrico a una criba de tierra donde serán desechados los materiales entre 0 a 10 milímetros considerados en la construcción como material inerte.

El resto del material, será conducido por una cinta transportadora que desembocará a la primera máquina fragmentadora mencionada anteriormente, donde solo podrían ingresar materiales con diámetros entre 10 y 120 milímetros como máximo para garantizar que la fragmentadora no sufra grandes impactos.

Para los materiales de más de 120 milímetros, se diseñará a la entrada de la tolva una malla construida con cabillas de acero que impida el paso de este diámetro para posteriormente ser

fragmentado por un digger con un martillo neumático para su posterior trituración en la fragmentadora de mandíbula.

Los materiales ya fragmentados pasarán inmediatamente a la salida de la trituradora, por un mecanismo de aspiración para la separación de materiales de menor densidad, como por ejemplo el plástico. Este material será seguidamente almacenado en un contenedor debidamente identificado para su posterior retiro.

Se requiere graduar la trituradora de mandíbula a un diámetro de salida de 50 milímetros el cual es conducido por la cinta transportadora hasta un electroimán que separará por segunda vez aquellos materiales férricos que aún existan dentro de los residuos, para luego, conducidos por la cinta con una inclinación específica que permita la descarga del material de diámetro 50 milímetros en forma de cono en el terreno.

Este material, es inmediatamente conducido por un mini shower con una capacidad de 7 Toneladas, el cual descarga en un alimentador vibratorio que permite la entrada del material a una cinta transportadora directo a un tromel de cribado con una capacidad de 200 Ton/hora, donde la clasificación se realiza mediante una superficie filtrante selectiva que permite el paso de los residuos. En el tromel los residuos son clasificados según su granulometría, obteniéndose productos de dimensiones de entre 0 a 40 milímetros y mayores de 40 milímetros. Estos últimos, serán dirigidos de nuevo a un segundo fragmentador considerando pertinente usar un molino con una capacidad de 400 Ton/hora para dicho trabajo.

Los materiales que salen del tromel, tendrán un diámetro menor o igual a 40 milímetros y éstos son sometidos a un tercer electroimán como seguro de calidad del material. Seguidamente conducido por la cinta transportadora, será depositado en una cribadora de capacidad 200 Ton/hora donde esta vez se incluirá un sistema de aspiración para eliminar las partículas más pequeñas que puedan contaminar el RCD.

Una última limpieza de las partículas menores a 10 milímetros la realiza un ciclón en donde el aire fluye en un patrón helicoidal, comenzando desde lo más alto del ciclón a lo más bajo y finalizando en un flujo central ascendente que emerge por el tubo de salida (en la parte más elevada del ciclón). Las partículas más densas van a la parte más baja del ciclón donde son inmediatamente transportadas al final de la línea de procesamiento en donde se incluye un sistema

de aspersión con un líquido especial que evite que el material genere partículas suspendidas en el aire al caer.

El producto final que la planta de procesamiento genera, podría ser una granulometría desde un diámetro de 10 milímetros hasta un diámetro máximo de 40 milímetros. Además, se fabrican bloques y adoquines con maquinarias adjuntas a la planta, en los cuales su composición será en casi su totalidad ecológicos al provenir el 90% de la materia prima que se produce en planta (agregados). Esto puede llegar a traducirse en que dichos subproductos podrían mantenerse compitiendo en el mercado igualando costos, pero con la diferencia de un sello verde.

4.5 Factibilidad financiera del proyecto.

4.5.1 Generalidades.

El análisis financiero del proyecto se ha realizado de acuerdo a los métodos usualmente establecidos en este tipo de estudios, donde se simulan las actividades a lo largo de la vida útil del mismo incorporando en ésta, los costos de inversión, los ingresos y costos para proceder finalmente a la simulación del flujo de caja de la planta de procesamiento y así establecer el valor presente neto de la inversión y la rentabilidad expresada como Tasa Interna de Retorno (T.I.R.). La simulación se efectúa tomando en cuenta las siguientes variables económicas fundamentales:

- La moneda adoptada para el proyecto es el Dólar Americano – USD como consecuencia del proceso hiperinflacionario que afecta nuestra moneda.
- Se adopta como indicador del proceso inflacionario la tasa de inflación de los Estados Unidos y, para ello se ha estimado la inflación promedio de los últimos 10 años (2007-2017) según el reporte de la *WORLDWIDE INFLATION DATA*.
- Para mejorar las condiciones de vida de los empleados se establece un régimen salarial que incrementa en 2 puntos los salarios por encima de la tasa inflacionaria.
- Los precios y costos se indexan a la tasa de inflación del proyecto.
- La inversión se realiza utilizando un apalancamiento con la banca internacional del 76% de la inversión inicial. Los préstamos solicitados serán pagados en un lapso de 6 años a una tasa de interés del 5% anual sin plazos de gracia.
- Los costos de inversión asociados a oficina central, inversiones diferidas y capital de trabajo serán recibidos de inversiones internas.

- La tarifa base de recepción de RCD se asocia a residuos “limpios”. Todo residuo contaminado tendrá un recargo del 30%.
- Como consecuencia de la variabilidad de materiales y tamaños, se considera que un porcentaje de esponjamiento promedio del 30% es apropiado para todos aquellos materiales que son transportados en camiones.
- Se considera que la eficiencia del procesamiento de los materiales áridos es del 95% y la generación de bloques y adoquines alcanza un 90%; es decir, se generan pérdidas del 5% y 10% respectivamente.
- Los días laborables en planta son calculados según el calendario laboral venezolano que, en el año 2019 alcanza 248 días. A efectos del análisis financiero, la jornada laboral es de 8 horas (1 turno de trabajo); exceptuando la vigilancia, cuya jornada laboral será de tres (3) turnos de trabajo.
- El peso en porcentaje de los Residuos de Construcción y Demolición vienen referidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), por sus siglas en inglés, el cuál estimó en el 2003 la cantidad de residuos provenientes de actividades como construcción, demolición y rehabilitación.
- La composición de RCD por actividades viene referido por El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas de España. (Ver Grafica 1).
- La capacidad de la planta adoptada para el análisis es de 150 Ton/hora en sus primeros 5 años para alcanzar 300 Ton/hora el resto del tiempo de vida útil del cálculo.
- El procesamiento de adoquines y bloques como subproductos de venta se ajusta a la capacidad indicada de los equipos adoptados en la fase de inversión.
- Se estima que el cemento necesario para la producción de bloques y adoquines es del 10% en peso de cada uno de ellos.
- Se ha supuesto que la planta recibe un 80% de RCD contaminado y tan sólo un 20% de un RCD limpio como resultado de las tradiciones de la gestión actual.
- Para el retiro del material se considera un 70% de RCD limpios en demolición, esto es debido a que se presta un servicio de demolición controlada y por ende se toman las previsiones necesarias para la correcta gestión integral de residuos.

- Para el retiro del material en construcción y rehabilitación se toma un valor del 80% de RCD contaminado debido a que no se tiene el control de éstas actividades.
- Las tarifas iniciales adoptadas se han ajustado a los valores actuales de carga, transporte y descarga de productos provenientes de la excavación y demolición del mercado venezolano.
- Los costos de las maquinarias del taller de mecánica y materiales, planta y transporte son consultados en el mercado internacional y nacional, específicamente en países como Estados Unidos, España y Venezuela. Se incluyen en los costos de inversión los gastos relativos a procesos de nacionalización y transporte marítimo hasta Venezuela.
- Las vidas útiles asignadas al mobiliario, equipamiento de oficina y taller es de cinco (5) años; diez (10) años para estudios técnicos y económicos, estudios de mercado y publicidad, capacitación, implantación administrativa y organizativa; quince (15) años para planta de generación eléctrica, maquinarias de talleres y planta de procesamiento; y una vida útil de veinticinco (25) años para edificaciones, terreno y cabina de triaje.
- Se considera un valor residual del 20% para equipos y mobiliarios adquiridos para el proyecto.
- Se considera que al culminar la vida útil de cada equipo éste es vendido y se recupera su valor residual. Al finalizar el lapso de simulación se estima que todos los activos son vendidos a su valor residual y, en aquellos donde no se ha culminado su depreciación, se incluye en el precio de venta los costos de depreciación no amortizados.
- Los costos de mantenimiento, servicios, materia prima, seguros e impuestos son ajustados a las tasas usuales en el mercado nacional.
- Los costos asociados al mantenimiento de equipos mayores se han supuesto igual al 3% anual de su valor de adquisición.
- Se supone un porcentaje de facturas incobrables del 2% del total de ingresos.
- El T.I.R. es calculado para definir la sostenibilidad y rentabilidad del proyecto a tasas constantes y corrientes.
- Se incluyeron dentro del análisis los impuestos nacionales y municipales.

El objetivo de este análisis financiero es presentar distintas opciones de aprovechamiento mediante la presentación de los flujos de caja y sus respectivas gráficas, con la finalidad de demostrar la sostenibilidad del proyecto en diferentes escenarios, haciendo un análisis de

sensibilidad de aquellas variables que se considera pueden influir en mayor medida en la viabilidad financiera del proyecto.

4.5.2. Determinación de Parámetros para la Simulación.

4.5.2.1 Producción anual estimada.

La producción anual se estima para cada una de las ventas de los subproductos derivados de los residuos de construcción y demolición, empezando con una producción en el Año 1 de 10% hasta llegar a un máximo de 75%, ya que se considera que no se podría alcanzar la máxima producción por motivos de mantenimiento, materia prima, entre otros.

A continuación, se muestra la Tabla N° 4, en el cual se presentan los datos de producción a utilizar en la simulación:

Tabla 4. Producción anual estimada.

| | Unidades | Cantidad | | | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | Año 1 10% | Año 2 20% | Año 3 35% | Año 4 50% | Año 5 50% | Año 6+ 75% |
| Producción Anual | | | | | | | |
| Ventas Principales | | | | | | | |
| Recepción de RCD limpio | Ton | 16.593 | 33.187 | 58.076 | 82.966 | 82.966 | 124.449 |
| Recepción de RCD sucio | Ton | 66.373 | 132.746 | 232.306 | 331.865 | 331.865 | 497.798 |
| Agregados | Ton | 48.802 | 97.604 | 170.808 | 244.011 | 244.011 | 366.016 |
| Adoquines | Piezas | 892.800 | 1.785.600 | 3.124.800 | 4.464.000 | 4.464.000 | 6.696.000 |
| Bloques | Piezas | 142.848 | 285.696 | 499.968 | 714.240 | 714.240 | 1.071.360 |
| Demolición Controlada | Ton | 129 | 258 | 452 | 645 | 645 | 968 |
| Retiro de Material de RCD limpio | Ton | 7.384 | 14.768 | 25.844 | 36.920 | 36.920 | 55.380 |
| Retiro de Material de RCD sucio | Ton | 9.209 | 18.419 | 32.232 | 46.046 | 46.046 | 69.069 |
| Operaciones de Ingeniería | Por operación | 2 | 5 | 8 | 12 | 12 | 18 |
| Ventas Secundarias | | | | | | | |
| Madera | Ton | 13.225 | 26.450 | 46.287 | 66.124 | 66.124 | 99.186 |
| Vidrio | Ton | 711 | 1.422 | 2.489 | 3.555 | 3.555 | 5.333 |
| Plástico | Ton | 2.020 | 4.040 | 7.070 | 10.099 | 10.099 | 15.149 |
| Papel | Ton | 990 | 1.981 | 3.466 | 4.951 | 4.951 | 7.427 |
| Metales | Ton | 2.513 | 5.026 | 8.795 | 12.564 | 12.564 | 18.846 |
| Cartón | Ton | 2.282 | 4.563 | 7.986 | 11.408 | 11.408 | 17.112 |
| Otros | Ton | 1.706 | 3.412 | 5.970 | 8.529 | 8.529 | 12.793 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.5.2.2 Residuos.

De acuerdo a la Gráfica N° 1, la composición de los residuos de construcción y demolición que serán procesados tienen una gran variabilidad; sin embargo, los elementos a procesar serán ladrillos y concretos ya que estos representan la mayor proporción y su aprovechamiento es más rentable.

La madera representa un porcentaje alto de residuos, no obstante, los mismos podrían llegar contaminados y su aprovechamiento no es confiable. Por otra parte, los materiales combustibles y no combustibles compuestos por el papel, cartón, vidrio, plástico y metales, serán separados mas no aprovechados dentro de la planta; estos serán retirados por gestores autorizados ya que los mismos serán mucho más eficientes a la hora de reciclarlos puesto que, el volumen a producir en la planta de procesamiento es reducido.

A continuación, la Tabla N° 5 muestra la composición de los desechos a recibir en toneladas por año, dependiendo de su actividad.

Tabla 5. Residuos a recibir en toneladas por año.

| Tipo de Residuos | Demolición | | Rehabilitación | | Construcción | | Total | |
|----------------------------|------------|--------|----------------|--------|--------------|-------|----------------|-------------------|
| | 49% | | 42% | | 9% | | 100% | |
| | Ton/año | | Ton/año | | Ton/año | | Ton/año | |
| Ladrillos y Concreto | 85% | 345555 | 59% | 205590 | 59% | 44055 | 71,74% | 595.200,00 |
| Madera | 13% | 52850 | 20% | 69692 | 13% | 9707 | 15,94% | 132.248,23 |
| Materiales No Combustibles | 1% | 4065 | 20% | 69692 | 22% | 16427 | 10,87% | 90.184,33 |
| Materiales Combustibles | 1% | 4065 | 1% | 3485 | 6% | 4480 | 1,45% | 12.030,11 |
| | | | | | | | 100,00% | 829.662,67 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.5.2.3 Cemento.

Las necesidades de cemento en la planta están directamente asociadas a la cantidad de ladrillos y bloques a producir. Por lo cual, para su estimación se hace un algoritmo que define la cantidad de cemento a utilizar tomando en cuenta la cantidad de adoquines y bloques a producir, así como las pérdidas generadas en dichos procesos. La Tabla N° 6 muestra el análisis del cemento necesario para la producción total de bloques y adoquines en función de la capacidad de los equipos adquiridos.

Tabla 6. Cantidad de cemento anual estimada.

| Tipo de Producción | Total de Agregados Aprovechados 100% | Nro de Piezas por Maquinaria (Piezas/h) | Producción Anual (Piezas) | Peso por Pieza (Kg) | Toneladas Anuales de Agregado (Ton) | Porcentaje de Agregado de RCD | Cemento Anual (Sacos) |
|---------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Producción de Agregado | - | - | - | - | 488.021,65 | 0,82 | - |
| Fabricación Adoquines | 595.200,00 | 4500 | 8.928.000,00 | 6,50 | 57.451,68 | 0,10 | 150.200,00 |
| Fabricación Bloques | - | 720 | 1.428.480,00 | 17,00 | 24.041,32 | 0,04 | 62.853,00 |
| Total de Cemento (Sacos) | | | | | | | 213.053,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.5.2.4 Tarifas adoptadas.

Para facilitar su inserción en el mercado nacional, las tarifas adoptadas se equiparán a productos y servicios ofertados actualmente, para garantizar su venta y proceder a hacer ajustes posteriores una vez el mercado perciba las virtudes de estos materiales y subproductos “ecológicos”. Adicionalmente se toman en cuenta rebajas en las tarifas de los subproductos para que distribuidores tengan un margen justo de ganancia. A continuación, se muestran las tarifas adoptadas en la Tabla N° 7.

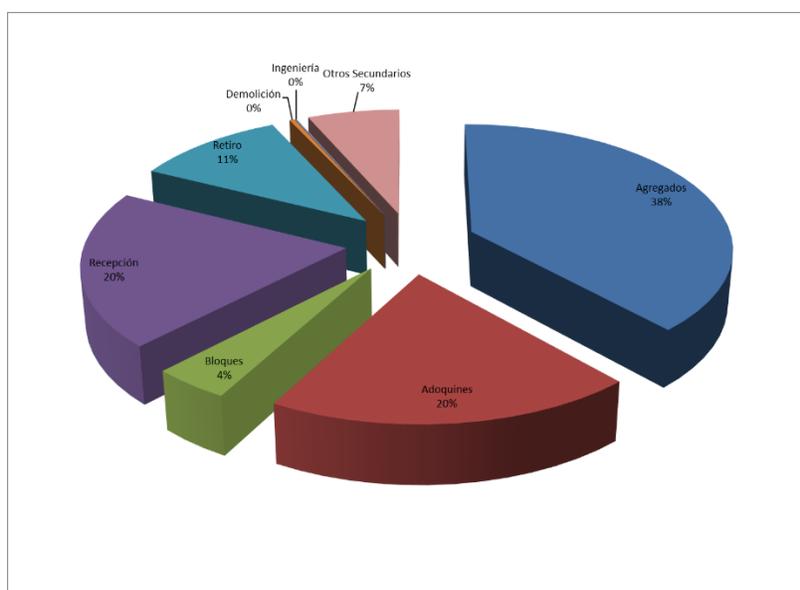
Tabla 7. Tarifas de los subproductos derivados de los RCD.

| Tipo de Venta | Tarifa Diferencial | Tarifas Esc. Base |
|---|------------------------------|-------------------|
| Ventas Principales | | |
| Recepción de RCD limpio | \$/T | 3,50 |
| Recepción de RCD sucio | \$/T | 4,55 |
| Agregados | Mas de 24 T (\$/T) | 14,00 |
| Adoquines | Mas de 500 piezas (\$/pieza) | 0,39 |
| Bloques | Mas de 500 piezas (\$/pieza) | 0,53 |
| Demolición Controlada | \$/T | 50,00 |
| Retiro y Transporte de Material de RCD limpio | \$/T | 9,80 |
| Retiro y Transporte de Material de RCD sucio | \$/T | 12,74 |
| Operaciones de Ingeniería | por operación | 800,00 |
| Ventas Secundarias | | |
| Madera | \$/T | 2,00 |
| Vidrio | \$/T | 5,00 |
| Plástico | \$/T | 4,00 |
| Papel | \$/T | 7,00 |
| Metales | \$/T | 20,00 |
| Cartón | \$/T | 7,00 |
| Otros | \$/T | 3,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Las ventas de la planta de procesamiento se calculan tomando en consideración la producción descrita en la Tabla N°5 afectados por las tarifas definidas en la Tabla N° 7. El resultado de estas ventas se puede apreciar en la Tabla y Gráfico siguientes:

Gráfica 3. Ingresos por ventas.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 8. Ingresos por ventas.

| DATOS Y METAS DE RECEPCIÓN DE DESECHOS | Cantidad de Referencia | Toneladas Anuales | Volumen Anual | DATOS PROYECTADOS | | | | |
|--|------------------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 |
| Ventas principales | | | | | | | | |
| Recepción de RCD limpio | 20,00% | 165.933 | 366.711 | 59.249,53 | 120.892,74 | 215.835,85 | 314.565,34 | 320.919,56 |
| Recepción de RCD sucio | 80,00% | 663.730 | 1.466.844 | 308.097,56 | 628.642,25 | 1.122.346,45 | 1.635.739,78 | 1.668.781,72 |
| Agregados | 81,99% | 488.022 | 1.078.528 | 697.031,56 | 1.422.223,20 | 2.539.166,19 | 3.700.653,36 | 3.775.406,56 |
| Adoquines (piezas) | 8928000 | 58.032 | 89.686 | 358.641,11 | 731.771,32 | 1.306.467,92 | 1.904.083,67 | 1.942.546,17 |
| Bloques (piezas) | 1428480 | 24.284 | 37.530 | 76.510,10 | 156.111,21 | 278.713,16 | 406.204,52 | 414.409,85 |
| Demolición controlada | 60000 m2 | 1290 | 2.851 | 6.580,29 | 13.426,42 | 23.970,87 | 34.935,82 | 35.641,53 |
| Retiro de material de RCD limpio | 2000% | 73.840 | 163.186 | 73.824,91 | 150.632,36 | 268.931,48 | 391.948,42 | 399.865,77 |
| Retiro de material de RCD sucio | 8000% | 92.093 | 203.525 | 119.695,90 | 244.227,52 | 436.031,59 | 635.484,90 | 648.321,70 |
| Operaciones de Ingeniería | 24 | - | - | 1.632,32 | 4.163,23 | 6.795,73 | 10.399,50 | 10.609,57 |
| Sub Total ventas principales | | 1.567.223 | 3.408.860 | 1.701.263,28 | 3.472.090,25 | 6.198.259,23 | 9.034.015,31 | 9.216.502,42 |
| Ventas secundarias | | | | | | | | |
| Madera | 15,94% | 132.248 | 198.372 | 26.983,93 | 55.058,01 | 98.297,82 | 143.262,04 | 146.155,94 |
| Vidrio | 6,96% | 7.111 | 7.111 | 3.627,30 | 7.401,13 | 13.213,61 | 19.257,90 | 19.646,91 |
| Plástico | 19,76% | 20.199 | 15.149 | 8.242,64 | 16.818,28 | 30.026,52 | 43.761,50 | 44.645,49 |
| Papel | 9,69% | 9.903 | 7.427 | 7.072,11 | 14.429,94 | 25.762,49 | 37.546,99 | 38.305,44 |
| Metales | 24,58% | 25.128 | 37.692 | 51.271,71 | 104.614,79 | 186.774,01 | 272.209,78 | 277.708,42 |
| Cartón | 22,32% | 22.816 | 17.112 | 16.293,90 | 33.246,07 | 59.355,87 | 86.506,95 | 88.254,39 |
| Otros | 16,69% | 17.058 | 12.793 | 5.220,63 | 10.652,18 | 19.017,87 | 27.717,19 | 28.277,08 |
| Sub Total ventas secundarias | | 234.463 | 295.657 | 118.712,22 | 242.220,40 | 432.448,20 | 630.262,36 | 642.993,66 |
| INGRESOS TOTALES ESTIMADOS | | | | | | | | |
| Por ventas principales | | 1.567.223,0 | | 1.701.263,28 | 3.472.090,25 | 6.198.259,23 | 9.034.015,31 | 9.216.502,42 |
| Por ventas secundarias | | 234.462,7 | | 118.712,22 | 242.220,40 | 432.448,20 | 630.262,36 | 642.993,66 |
| Ingresos totales | | 1.801.686 | | 1.819.975,50 | 3.714.310,66 | 6.630.707,43 | 9.664.277,67 | 9.859.496,08 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.5.2.5. Inversiones.

Las inversiones se estiman en función de alcanzar una meta a corto plazo de procesar al menos 150 Ton/hora de residuos provenientes de la construcción y demolición. Desde el momento de la concepción de la planta se considera que el gran volumen de RCD potencialmente producido en una economía sana, permitirá ampliar la cadena de producción hasta 300 Ton/hora sin que ello implique ampliaciones en la parcela. Las inversiones asociadas a la ampliación de la planta de procesamiento se realizan en el Año N° 5 tal como se puede apreciar en la Tabla N° 9.

Las inversiones entonces, se refieren a la adquisición de los terrenos para la implantación de la planta de procesamiento, así como las edificaciones que albergan las áreas administrativas, de proceso propiamente dicho y los talleres y, finalmente, todos los equipos y maquinarias necesarios para el buen funcionamiento de la industria.

Las inversiones a realizar traen como consecuencia los costos de financiamiento necesarios para su realización y los gastos por depreciación que se desarrollarán durante su vida útil (Ver Tabla N° 10).

Las Tablas que se presentan a continuación resumen todos estos aspectos; es decir, las inversiones necesarias para la ejecución de todas las actividades, las depreciaciones que deben formar parte del flujo de caja anual y de los costos contables, y los costos asociados al financiamiento por la adquisición de equipos y maquinarias.

Tabla 9. Tabla de inversiones proyectadas hasta el año número 5.

| | INVERSIONES EN OBRAS Y ACTIVOS FIJOS | Vida Util | Valor Residual | Dep./ Amort Anual | DATOS PROYECTADOS | | | | | | |
|--|--|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| | | | | | Año 00 | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | |
| (en Dólares Americanos USD) | | | | | | | | | | | |
| Inversión fija | | | | | | | | | | | |
| Oficina central | Oficina central (1212 m2) | 25 | 96.960,00 | 19.392,00 | 484.800,00 | | | | | | |
| | Mobiliario de oficina | 5 | | 10.144,00 | 50.720,00 | | | | | 45.956,00 | |
| | Equipamiento de oficina | 5 | | 3.794,40 | 18.972,00 | | | | | 17.205,60 | |
| | Sub total oficina central | | 96.960,00 | 33.330,40 | 554.492,00 | | | | | | 63.161,60 |
| Talleres de mecánica y materiales | Taller y oficinas (651 m2) | 25 | 52.080,00 | 10.416,00 | 260.400,00 | | | | | | |
| | Maquinaria de taller | 15 | | 28.066,67 | 421.000,00 | | | | | | |
| | Mobiliario de taller | 5 | | 200,00 | 1.000,00 | | | | | 900,00 | |
| | Mobiliario de oficina | 5 | | 350,00 | 1.750,00 | | | | | 1.550,00 | |
| | Equipamiento de oficina | 5 | | 200,60 | 1.003,00 | | | | | 899,40 | |
| | Sub total talleres de mecánica y materiales | | 52.080,00 | 39.233,27 | 685.153,00 | | | | | | 3.349,40 |
| Planta de procesamiento | Cabina de Triaje (100 m2) | 25 | 8.000,00 | 1.600,00 | 40.000,00 | | | | | | |
| | Maquinaria de planta | 15 | | 121.811,73 | 2.283.970,00 | | | | | 1.135.200,00 | |
| | Equipamiento de planta | 10 | | 229.340,80 | 2.866.760,00 | | | | | 1.816.400,00 | |
| | Sub total planta de procesamiento | | 8.000,00 | 352.752,53 | 5.190.730,00 | | | | | | 2.951.600,00 |
| Áreas varias | Terreno (2.2 ha aprox.) | 25 | 40.000,00 | 8.000,00 | 200.000,00 | | | | | | |
| | Tanque de diesel | 25 | 4.000,00 | 800,00 | 20.000,00 | | | | | | |
| | Tanque de agua | 25 | 500,00 | 100,00 | 2.500,00 | | | | | | |
| | Isla | 25 | 5.984,00 | 1.196,80 | 29.920,00 | | | | | | |
| | Pavimento | 25 | 0,00 | 800,00 | 20.000,00 | | | | | | |
| | Planta de generación eléctrica | 15 | | 12.000,00 | 180.000,00 | | | | | | |
| | Sub total áreas varias | | 50.484,00 | 22.896,80 | 452.420,00 | | | | | | 0,00 |
| Total inversión fija | | 207.524,00 | 448.213,00 | 6.882.795,00 | | | | | | 3.018.111,00 | |
| Inversión diferida | | | | | | | | | | | |
| Estudios técnicos y económicos | 10 | | 15.000,00 | 150.000,00 | | | | | | | |
| Estudios de mercado + publicidad | 10 | | 7.500,00 | 75.000,00 | | | | | | | |
| Implantación administrativa y organizativa | 10 | | 2.500,00 | 25.000,00 | | | | | | | |
| Capacitación | 10 | | 2.000,00 | 20.000,00 | | | | | | | |
| Total inversión diferida | | | 27.000,00 | 270.000,00 | | | | | | 0,00 | |
| Capital de trabajo | | | | | | | | | | | |
| Efectivo y banco | | | 6 meses de Costos | 1.124.000,0 | | | | | | | |
| Total capital de trabajo | | | | 1.124.000,00 | | | | | | 0,00 | |
| MONTO GLOBAL INVERSIONES | | | 207.524,0 | 475.213,0 | 8.276.795,0 | | | | | 3.018.111,00 | |
| | | | | | Año 00 | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | |
| Depreciación | | | | | | | | | | | |
| Oficina central | | | | | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | |
| Talleres de mecánica y materiales | | | | | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | |
| Planta de procesamiento | | | | | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | |
| Áreas varias | | | | | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | |
| Amortización Inversión Diferida | | | | | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | |
| Total Depreciaciones | | | | | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 10. Fuentes de financiamiento.

| FUENTES DE FINANCIAMIENTO | Condiciones del Préstamo | DATOS PROYECTADOS | | | | | |
|---|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | Año 00 | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 |
| (en Dólares Americanos US\$) | | | | | | | |
| Fuentes de financiamiento | | | | | | | |
| Fuentes internas | Para oficina central | 554.492,00 | | | | | |
| | Para inversiones diferidas | 270.000,00 | | | | | |
| | Para capital de trabajo | 1.124.000,00 | | | | | |
| Ingresos generados internamente | | | | | | | 3.018.111,00 |
| Fuentes externas | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | Para taller | 685.153,00 | | | | | |
| Préstamo Banco 2 | Para planta de procesamiento | 5.190.730,00 | | | | | |
| Préstamo Banco 3 | Para otras áreas | 452.420,00 | | | | | |
| Total fuentes de financiamiento | | 8.276.795,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3.018.111,00 |
| Servicio de la deuda a largo plazo | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | Intereses al 5,00% | | | | | | |
| Deuda | Préstamo a 6 años | 685.153,00 | 584.423,54 | 478.657,61 | 367.603,38 | 250.996,44 | 128.559,15 |
| Cuota | | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 |
| Intereses | | 34.257,65 | 29.221,18 | 23.932,88 | 18.380,17 | 12.549,82 | 6.427,96 |
| Préstamo Banco 2 | Intereses al 5,00% | | | | | | |
| Deuda | Préstamo a 6 años | 5.190.730,00 | 4.427.602,02 | 3.626.317,64 | 2.784.969,04 | 1.901.553,01 | 973.966,17 |
| Cuota | | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 |
| Intereses | | 259.536,50 | 221.380,10 | 181.315,88 | 139.248,45 | 95.077,65 | 48.698,31 |
| Préstamo Banco 3 | Intereses al 5,00% | | | | | | |
| Deuda | Préstamo a 6 años | 452.420,00 | 385.906,36 | 316.067,03 | 242.735,74 | 165.737,88 | 84.890,14 |
| Cuota | | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 |
| Intereses | | 22.621,00 | 19.295,32 | 15.803,35 | 12.136,79 | 8.286,89 | 4.244,51 |
| Servicio de la deuda | | | | | | | |
| Banco 1 | US\$ | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 |
| Banco 2 | US\$ | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 |
| Banco 3 | US\$ | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 |
| Total | | 1.246.786,23 | 1.246.786,23 | 1.246.786,23 | 1.246.786,23 | 1.246.786,23 | 1.246.786,23 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

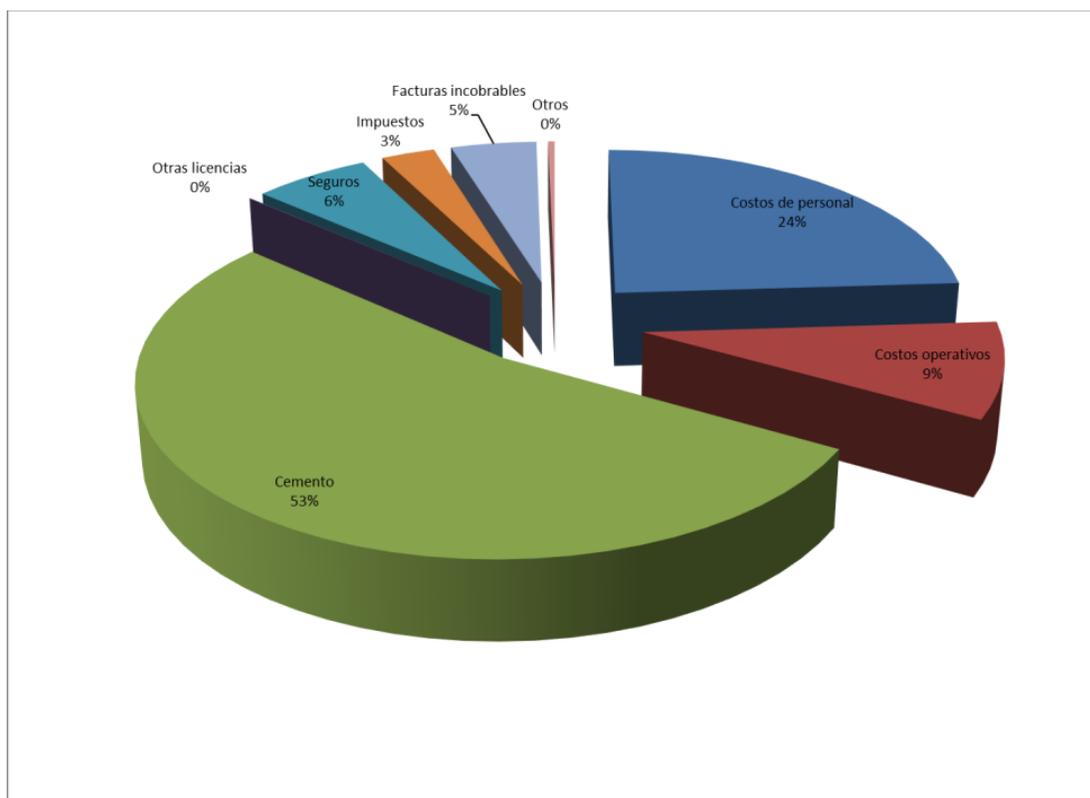
4.5.2.6. Costos.

Los costos necesarios para la producción de la renta han sido estimados tomando en consideración los materiales directamente involucrados: cemento, los costos de personal operativo, administrativo y de supervisión, así como los costos y gastos necesarios para el mantenimiento de los equipos y maquinarias, gastos de combustibles, lubricantes y de servicios generales.

Se incluyen entre los costos estimados aquellos relacionados con impuestos, licencias y gastos legales y contables, así como provisiones para futuras adquisiciones.

La Tabla N° 11, muestra los costos para cada uno de los años simulados y en el Gráfico N° 4 se puede observar la importancia relativa de cada uno de ellos, donde destacan los costos asociados a la adquisición del cemento y los costos de personal que suponen casi el 75% de los costos totales operativos.

Gráfica 4. Análisis de costos.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 11. Análisis de costos.

| | COSTOS Y GASTOS DE OPERACION (en Dólares Americanos - US\$) | Monto de Referencia | DATOS PROYECTADOS | | | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| | | | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | |
| Oficina central | | | | | | | | |
| Oficina central | Costos de personal | Ver Tabla Personal | 914.029,20 | 950.773,20 | 988.994,30 | 1.028.751,90 | 1.070.107,70 | |
| | Gastos de publicidad y RRPP | 2500 US\$/año | 2.500,00 | 2.550,50 | 2.602,00 | 2.654,60 | 2.708,20 | |
| | Capacitación | 2000 US\$/año | 2.000,00 | 2.040,40 | 2.081,60 | 2.123,60 | 2.166,50 | |
| | Artículos de papelería y computación | 500 US\$/mes | 6.000,00 | 6.121,20 | 6.244,80 | 6.370,90 | 6.499,60 | |
| | Artículos de limpieza y cafetería | 100 US\$/mes | 1.200,00 | 1.224,20 | 1.248,90 | 1.274,10 | 1.299,80 | |
| | Movilidad y transporte | 500 US\$/mes | 6.000,00 | 6.121,20 | 6.244,80 | 6.370,90 | 6.499,60 | |
| | Servicio de comunicaciones e internet | 20 US\$/mes | 240,00 | 244,80 | 249,70 | 254,70 | 259,80 | |
| | Servicio de electricidad y aseo | 100 US\$/mes | 1.200,00 | 1.224,20 | 1.248,90 | 1.274,10 | 1.299,80 | |
| | Servicio de agua | 10 US\$/mes | 120,00 | 122,40 | 124,90 | 127,40 | 130,00 | |
| Total costos oficina principal | | | 933.289,20 | 970.422,10 | 1.009.039,90 | 1.049.202,20 | 1.090.971,00 | |
| Base de operaciones | | | | | | | | |
| Base operaciones | Costos operativos | | | | | | | |
| | Combustibles para planta | 1000 US\$/mes | 1.200,00 | 2.497,90 | 4.459,70 | 6.499,70 | 6.631,00 | |
| | Combustible para la camion | 500 US\$/mes | 600,00 | 1.249,00 | 2.229,80 | 3.249,80 | 3.315,50 | |
| | Mantenimiento de equipos grandes | 3% | 86.002,80 | 87.740,10 | 89.512,50 | 91.320,70 | 93.165,40 | |
| | Mantenimiento del resto de los equipos | 12% | 346.196,40 | 353.189,60 | 360.324,00 | 367.602,50 | 375.028,10 | |
| | Costos de cemento | 20,00 US\$/saco | 426.106,00 | 886.989,10 | 1.583.586,00 | 2.307.963,50 | 2.354.584,30 | |
| | Dotación de personal | 5000 US\$/mes | 60.000,00 | 61.212,00 | 62.448,50 | 63.710,00 | 64.996,90 | |
| | Bolsas de basura y otros consumibles | 1000 US\$/año | 1.000,00 | 1.020,20 | 1.040,80 | 1.061,80 | 1.083,20 | |
| Sub Total costos operativos | | | 921.105,20 | 1.393.897,90 | 2.103.601,30 | 2.841.408,00 | 2.898.804,40 | |
| Otros costos | | | | | | | | |
| Otros costos | Licencias operativas | | | | | | | |
| | Otras licencias | 200 US\$/mes | 2.400,00 | 2.448,50 | 2.498,00 | 2.548,50 | 2.600,00 | |
| | Sub Total licencias | | | 2.400,00 | 2.448,50 | 2.498,00 | 2.548,50 | 2.600,00 |
| | Seguros | | | | | | | |
| | Seguros a bienes muebles e inmuebles | 1% | 10.576,42 | 10.647,60 | 10.719,30 | 10.791,50 | 10.864,20 | |
| | Seguro de planta | 1% | 32.877,60 | 33.099,00 | 33.321,90 | 33.546,30 | 33.771,70 | |
| | Seguros a vehículos y otros equipos | 8% | 182.717,60 | 183.947,90 | 185.186,50 | 186.433,40 | 187.688,70 | |
| Seguros a personal | 4% | 36.561,17 | 38.030,93 | 39.559,77 | 41.150,08 | 42.804,31 | | |
| Seguros de Resp. Civil ante terceros | 1% | 68.827,95 | 70.218,30 | 71.636,70 | 73.083,80 | 74.560,10 | | |
| Sub Total seguros | | | 331.560,74 | 335.943,73 | 340.424,17 | 345.005,08 | 383.461,71 | |
| Impuestos | 1% | 22.749,69 | 46.428,88 | 82.883,84 | 120.803,47 | 123.243,70 | | |
| Facturas incobrables | 2% | 36.399,51 | 74.286,21 | 132.614,15 | 193.285,55 | 197.189,92 | | |
| Total otros costos | | | 393.109,94 | 459.107,32 | 558.420,16 | 661.642,60 | 706.495,33 | |
| Total costos anuales | | | 2.247.504,34 | 2.823.427,32 | 3.671.061,36 | 4.552.252,80 | 4.696.270,73 | |

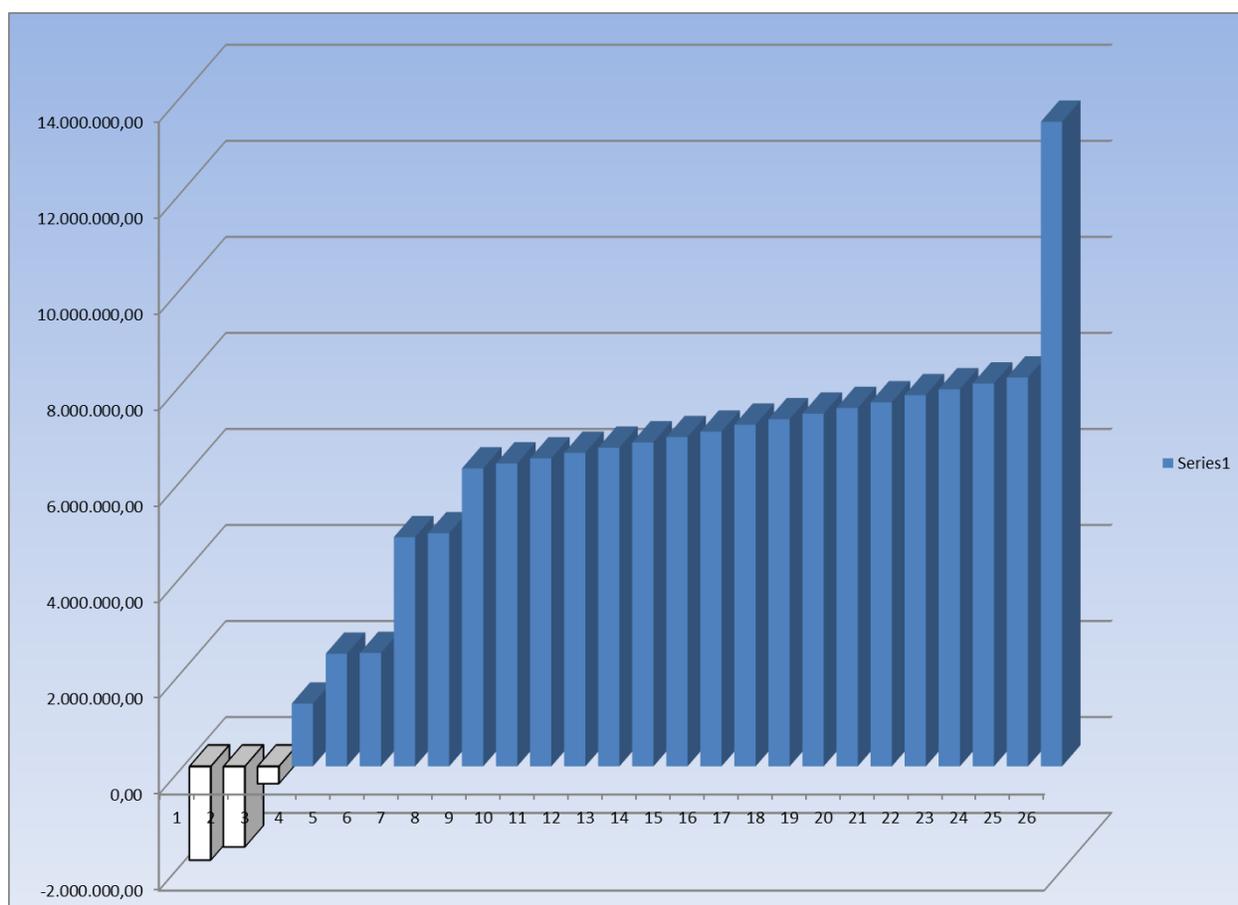
Fuente: Elaboración propia (2018).

4.5.2.7. Flujo de Caja.

Finalmente, la Tabla N° 12 y Gráfica N° 5 anexos muestran el flujo de caja del proyecto, en el cual se aprecian duros años iniciales, haciendo necesario la incorporación de capital de trabajo por parte de la empresa para vencer algunas coyunturas que bien podrían ser superadas con estrategias de negociación ante los entes financieros o con mejoras en el potencial de producción (procesamiento) en los años iniciales.

Vale la pena acotar que, para que esta planta de procesamiento sea viable hay que establecer un cambio de paradigma donde el generador es responsable de los RCD que produce y, por ello, es imprescindible el traslado de los materiales hacia los gestores autorizados.

Gráfica 5. Flujo de caja.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 12. Flujo de caja.

| FLUJOS NETOS DE CAJA (en Dólares Americanos US\$) | Año 0 | DATOS PROYECTADOS | | | | |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 |
| Inversiones | | | | | | |
| Inversión fija | 6.882.795,00 | | | | | 3.018.111,00 |
| Inversión diferida | 270.000,00 | | | | | |
| Capital de trabajo | 1.124.000,00 | | | | | |
| Total Inversiones | 8.276.795,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3.018.111,00 |
| Ingresos | | | | | | |
| Por ventas principales | | 1.701.263,28 | 3.472.090,25 | 6.198.259,23 | 9.034.015,31 | 9.216.502,42 |
| Por ventas secundarias | | 118.712,22 | 242.220,40 | 432.448,20 | 630.262,36 | 642.993,66 |
| Por venta de activos fijos | | | | | | |
| Total Ingresos | | 1.819.975,50 | 3.714.310,66 | 6.630.707,43 | 9.664.277,67 | 9.859.496,08 |
| Costos | | | | | | |
| Total costos oficina principal | | 933.289,20 | 970.422,10 | 1.009.039,90 | 1.049.202,20 | 1.090.971,00 |
| Sub Total costos operativos | | 921.105,20 | 1.393.897,90 | 2.103.601,30 | 2.841.408,00 | 2.898.804,40 |
| Sub Total licencias | | 2.400,00 | 2.448,50 | 2.498,00 | 2.548,50 | 2.600,00 |
| Sub Total seguros | | 331.560,74 | 335.943,73 | 340.424,17 | 345.005,08 | 383.461,71 |
| Total otros costos | | 22.749,69 | 46.428,88 | 82.883,84 | 120.803,47 | 123.243,70 |
| Facturas incobrables | | 36.399,51 | 74.286,21 | 132.614,15 | 193.285,55 | 197.189,92 |
| Total costos operativos | | 2.247.504,34 | 2.823.427,32 | 3.671.061,36 | 4.552.252,80 | 4.696.270,73 |
| Intereses de financiamiento | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | 34.257,65 | 29.221,18 | 23.932,88 | 18.380,17 | 12.549,82 |
| Préstamo Banco 2 | | 259.536,50 | 221.380,10 | 181.315,88 | 139.248,45 | 95.077,65 |
| Préstamo Banco 3 | | 22.621,00 | 19.295,32 | 15.803,35 | 12.136,79 | 8.286,89 |
| Total intereses de financiamiento | | 316.415,15 | 269.896,60 | 221.052,11 | 169.765,41 | 115.914,37 |
| Depreciación y amortización | | | | | | |
| Dep. Activos en oficina principal | | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 |
| Dep. Activos en talleres de mecánica y materiales | | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 |
| Dep. Activos en planta de procesamiento | | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 |
| Dep. Activos en áreas varias | | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 |
| Amort. Inversiones diferidas | | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 |
| Total depreciación y amortización | | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 |
| Utilidad antes de Impuesto Sobre la Renta | | -1.219.156,99 | 145.773,74 | 2.263.380,95 | 4.467.046,46 | 4.572.097,98 |
| Perdida de años anteriores | | | -1.219.156,99 | -1.073.383,26 | | |
| Impuesto Sobre la Renta (34%) | | | | 404.599,20 | 1.518.795,80 | 1.554.513,30 |
| Perdida de años anteriores no compensada | | -1.219.156,99 | -1.073.383,26 | | | |
| Flujo Neto de Caja después de ISLR | | | | | | |
| Utilidad después de ISLR | | -1.219.156,99 | 145.773,74 | 1.858.781,75 | 2.948.250,66 | 3.017.584,68 |
| Inversiones | | | | | | |
| Fuente propia | -1.948.492,00 | | | | | |
| Amortización de capital (Préstamos) | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | -100.729,46 | -105.765,93 | -111.054,23 | -116.606,94 | -122.437,29 |
| Préstamo Banco 2 | | -763.127,98 | -801.284,38 | -841.348,60 | -883.416,03 | -927.586,83 |
| Préstamo Banco 3 | | -66.513,64 | -69.839,33 | -73.331,29 | -76.997,86 | -80.847,75 |
| Depreciación | | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 |
| Recuperación capital de trabajo | | | | | | |
| Flujo Neto de Caja | -1.948.492,00 | -1.674.315,08 | -355.902,90 | 1.308.260,63 | 2.346.442,84 | 2.361.925,82 |
| Tasa Interna de Retorno Corriente | 44,94% | | | | | |
| Tasa Interna de Retorno Constante | 42,07% | | | | | |
| Tasa de Inflación | 2,02% | | | | | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Se efectúa un análisis de sensibilidad en: tasa de inflación, tasa de incremento salarial, tasa de interés del financiamiento, porcentaje de producción y ventas en relación a la capacidad total, incremento del costo del cemento y variación en ventas.

En relación a los escenarios evaluados se debe indicar que fueron formulados bajo los siguientes parámetros:

4.5.3 Producción de bloques y adoquines

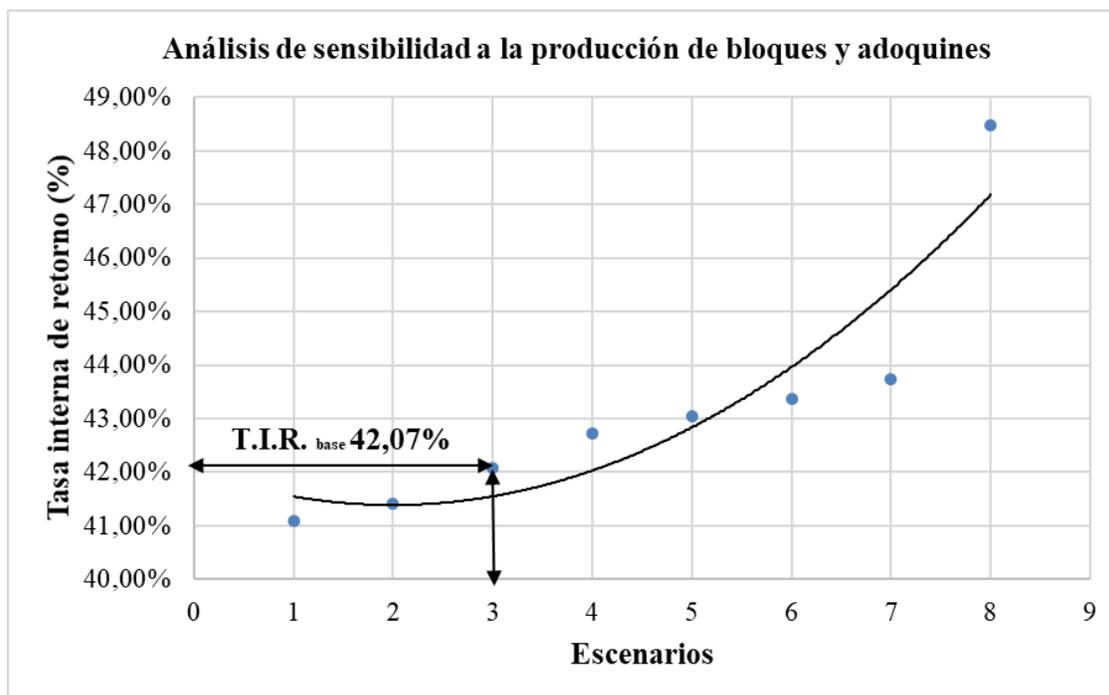
- Escenario Base: se toma como caso escenario base la fabricación de 4500 piezas por hora de adoquines y una producción de 720 piezas por hora de bloques; es decir, ambas trabajan al 100% de su capacidad. En la gráfica se identifica como Escenario 3.
- Escenario 1: similar al anterior con una proporción de 25% destinado a la producción de adoquines y el 175% restante a la producción de bloques. Remanente en agregados.
- Escenario 2: similar al anterior con una proporción de 50% adoquines y 150% de bloques. Remanente en agregados.
- Escenario 4: similar al anterior con una proporción de 150% adoquines y 50% de bloques. Remanente en agregados.
- Escenario 5: similar al anterior con una proporción de 175% adoquines y 25% de bloques. Remanente en agregados.
- Escenario 6: similar al anterior con una proporción de 200% adoquines y 0% de bloques. Remanente en agregados.
- Escenario 7: ambas máquinas se destinan a la producción de bloques (200% de la producción inicial) y 0% de adoquines. Remanente en agregados.
- Escenario 8: al contrario del anterior, en este escenario, no se producen bloques ni adoquines y, por ello, la totalidad de los materiales recibidos son transformados en agregados.

Tabla 13. Análisis de sensibilidad a la producción de bloques y adoquines.

| Producto | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 | Escenario 5 | Escenario 6 | Escenario 7 | Escenario 8 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Agregados | 85,99% | 84,66% | 81,99% | 79,33% | 77,99% | 76,60% | 87,33% | 95,00% |
| Adoquines | 25,00% | 50,00% | 100,00% | 150,00% | 175,00% | 200,00% | 0,00% | 0,00% |
| Bloques | 175,00% | 150,00% | 100,00% | 50,00% | 25,00% | 0,00% | 200,00% | 0,00% |
| T.I.R. | 41,08% | 41,41% | 42,07% | 42,73% | 43,04% | 43,36% | 43,73% | 48,49% |

Fuente: Elaboración propia. (2018)

Gráfica 6. Análisis de sensibilidad a la producción de bloques y adoquines.



Fuente: Elaboración propia. (2018)

Se puede observar que no existe sensibilidad para los siete (7) primeros escenarios, como consecuencia que el gasto en cemento es muy similar para todas las opciones, mientras que, al eliminar la producción de bloques y adoquines, la rentabilidad crece al obviar todos los costos asociados a esta actividad.

Aunque el análisis dice que la mejor alternativa es no desarrollar estas cadenas de producción, la mejor opción siempre será la de contar con varios productos que permitan esquivar variaciones en las ventas de otros productos. Para compensar estas pérdidas es viable efectuar un análisis más profundo de los precios de venta de bloques y adoquines.

4.5.4 Tasa de inflación anual.

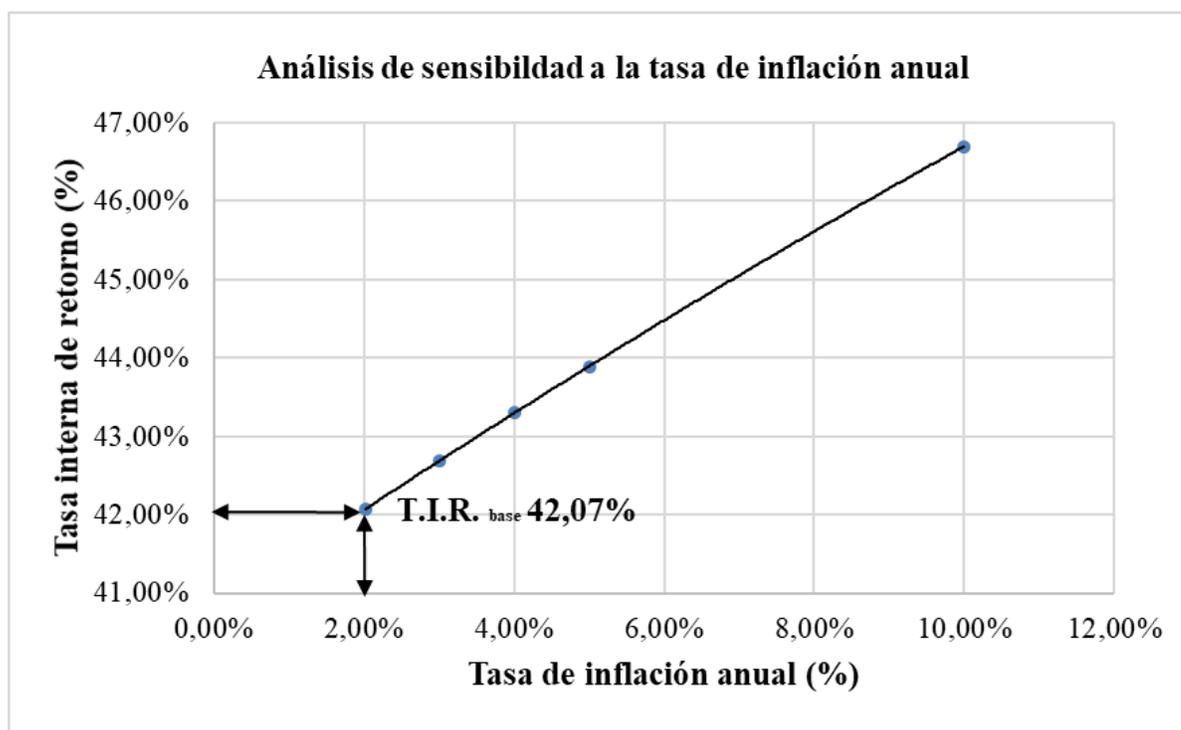
Este parámetro se analiza variando la tasa de inflación a 3%, 4%, 5% y 10% y compararlo con el escenario base de 2,02%.

Tabla 14. Análisis de sensibilidad a la tasa de inflación anual.

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 | Escenario 5 |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tasa de inflación anual | 2,02% | 3,00% | 4,00% | 5,00% | 10,00% |
| T.I.R. | 42,07% | 42,69% | 43,30% | 43,89% | 46,70% |

Fuente: Elaboración propia. (2018)

Gráfica 7. Análisis de sensibilidad a la tasa de inflación anual.



Fuente: Elaboración propia. (2018)

Se evidencia que, al momento de aumentar la tasa inflacionaria anual, la tasa interna de retorno aumenta proporcionalmente, debido a que los precios y los costos se encuentran indexados a la inflación anual, lo que permite un ingreso mayor para la empresa ya que los porcentajes de impuestos continúan siendo los mismos y generan una mayor ganancia.

4.5.5 Tasa de incremento salarial.

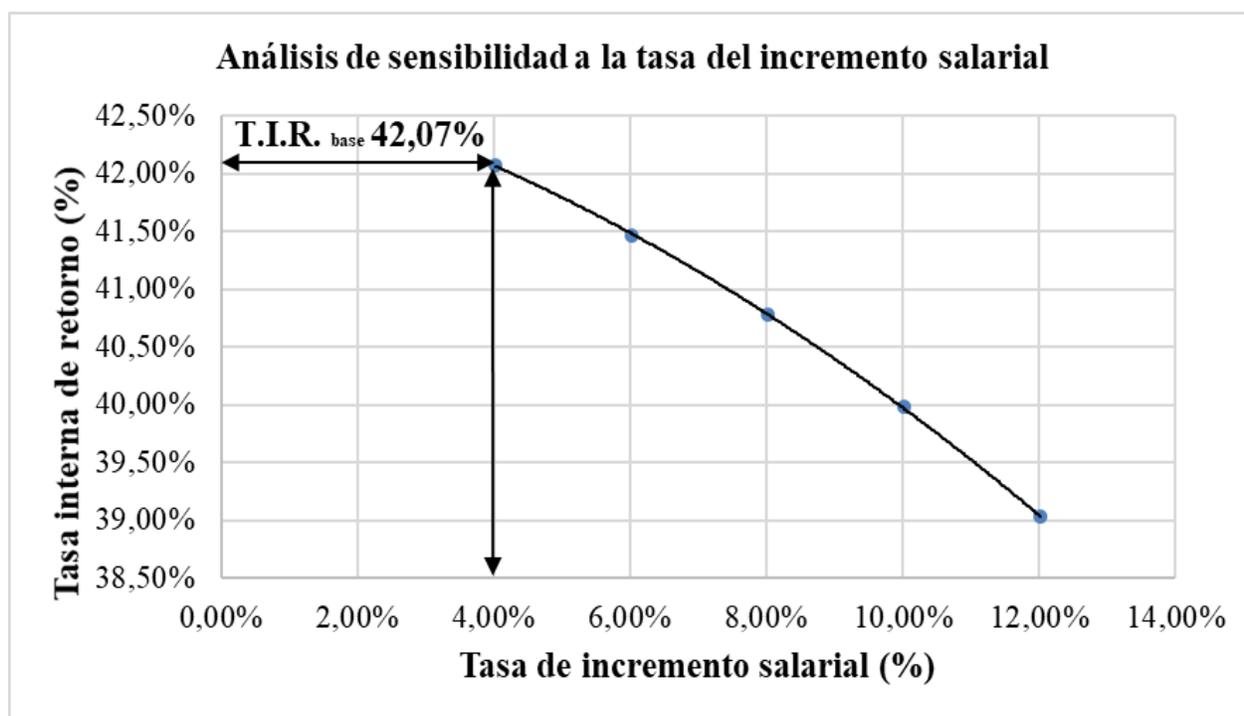
Este parámetro se estudia aumentando la tasa de incremento salarial a 4,02%, 6,02%, 8,02% y 10,02% y compararlo con el escenario base de 2,02%

Tabla 15. Análisis de sensibilidad a la tasa de incremento salarial.

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 | Escenario 5 |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tasa incremento salarial | 4,02% | 6,02% | 8,02% | 10,02% | 12,02% |
| T.I.R. | 42,07% | 41,47% | 40,78% | 39,98% | 39,03% |

Fuente: Elaboración propia. (2018)

Gráfica 8. Análisis de sensibilidad a la tasa de incremento salarial.



Se comprueba que, al momento de aumentar la tasa de beneficio salarial auspiciada por la empresa, la tasa interna de retorno baja considerablemente, ya que esto representa un costo mayor para el proyecto. Tal como se aprecia en el Gráfico N° 4, el costo de personal es la principal erogación después de los costos de producción de los adoquines y bloques, por lo cual, es necesario ser cauteloso a la hora de definir los incrementos salariales diferentes a los pautados por la legislación laboral vigente.

Sin embargo, la afectación de la T.I.R. a esta variable no constituye un elemento de preocupación y aun en estas condiciones el proyecto tiene sustentabilidad en el tiempo.

4.5.6 Tasa de interés de financiamiento.

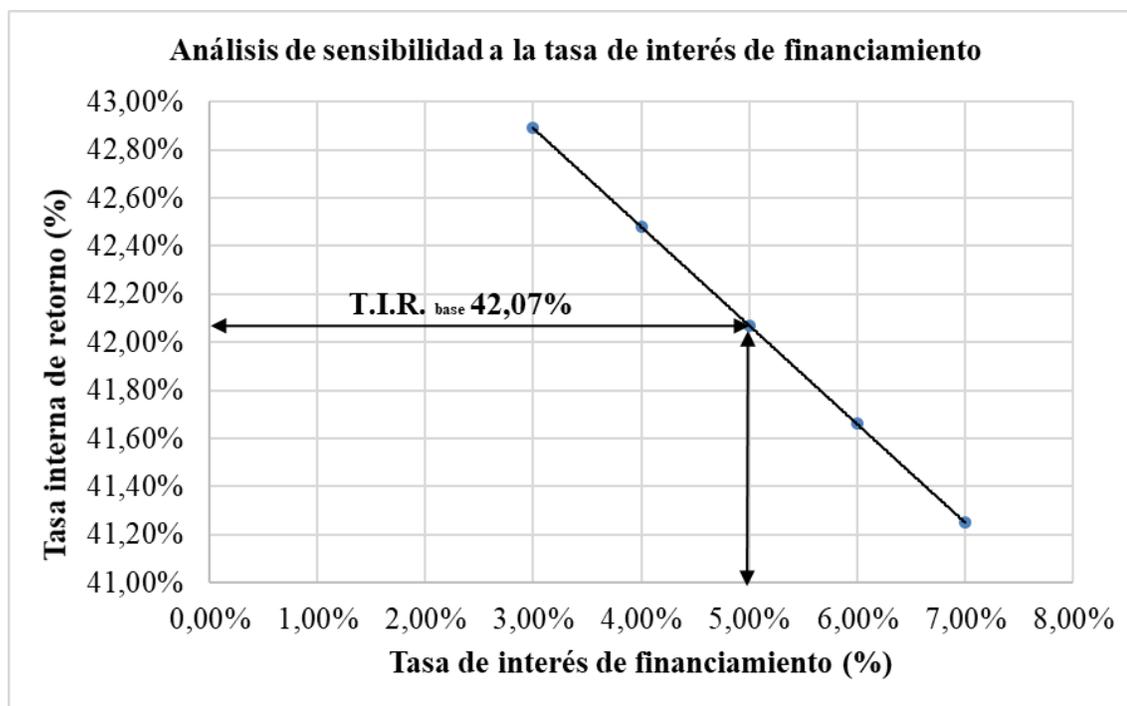
Este parámetro se analiza evaluando cómo el incremento en la tasa de financiamiento afecta la rentabilidad del proyecto. Se analizan cinco (5) escenarios donde la tasa supuesta (escenario base) es del 5% y se verifica la sensibilidad con tasas superiores e inferiores a las supuestas en la condición original.

Tabla 16. Análisis de sensibilidad a la tasa de interés de financiamiento.

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 | Escenario 5 |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Tasa de interés de financiamiento | 3,00% | 4,00% | 5,00% | 6,00% | 7,00% |
| T.I.R. | 42,89% | 42,48% | 42,07% | 41,66% | 41,25% |

Fuente: Elaboración propia. (2018)

Gráfica 9. Análisis de sensibilidad a la tasa de interés de financiamiento.



Fuente: Elaboración propia. (2018)

Se logra constatar que, al momento de aumentar la tasa de interés de financiamiento, existe un descenso de la tasa interna de retorno, el cual se debe al aumento del costo de las cuotas de financiamiento a cancelar a los bancos internacionales; a pesar de ello, la disminución de la misma no es significativa, por lo que se puede decir que esta variable no es sensible a los cambios.

4.5.7 Tasa de producción en relación a la capacidad total.

Este parámetro es de gran interés puesto que no necesariamente, contar con una capacidad de procesamiento, indica una capacidad de recepción y aprovechamiento. La mayor parte de las veces, lograr que los generadores de los residuos trasladen sus RCD hasta la planta será uno de los mayores escollos a vencer.

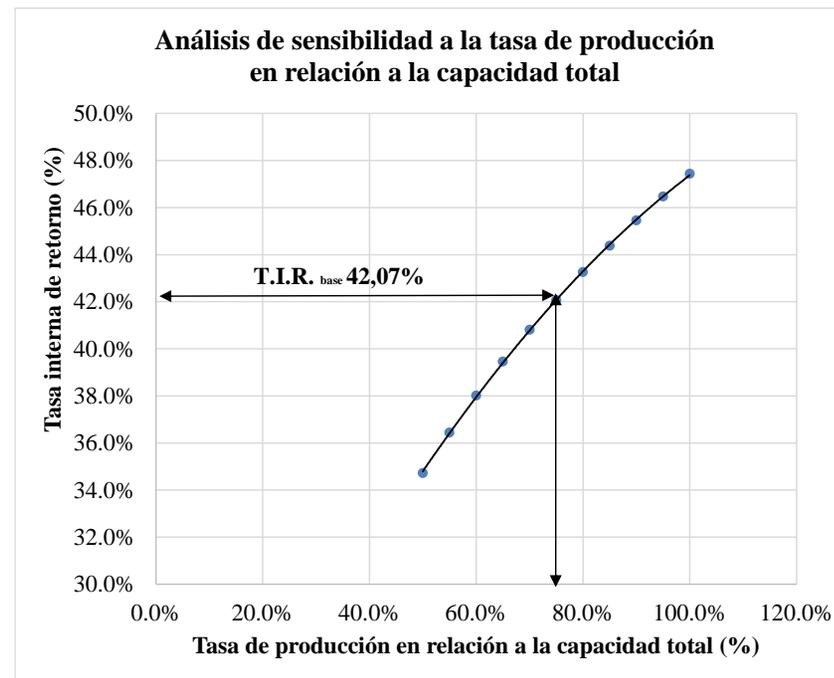
El análisis de esta variable se efectúa estudiando escenarios donde se alcanza una producción de 50 a 100% de la capacidad instalada con variaciones del 5% en cada una de ellas. El escenario base se fija en una producción efectiva del 75% de la capacidad instalada entre los años 6 y 25.

Tabla 17. Análisis de sensibilidad a la tasa de producción en relación a la capacidad total.

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 | Escenario 5 | Escenario 6 | Escenario 7 | Escenario 8 | Escenario 9 | Escenario 10 | Escenario 11 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Tasa de producción en relación a la capacidad total | 50,00% | 55,00% | 60,00% | 65,00% | 70,00% | 75,00% | 80,00% | 85,00% | 90,00% | 95,00% | 100,00% |
| T.I.R. | 34,72% | 36,44% | 38,01% | 39,46% | 40,81% | 42,07% | 43,26% | 44,38% | 45,45% | 46,47% | 47,44% |

Fuente: Elaboración propia. (2018)

Gráfica 10. Análisis de sensibilidad a la tasa de producción en relación a la capacidad total.



Fuente: Elaboración propia. (2018)

Como era de suponer, el aumento de producción es directamente proporcional a la rentabilidad del proyecto, obteniendo un 12,72% adicional de rentabilidad si se compran los escenarios extremos; es decir, los escenarios donde la producción se corresponde al 50% y 100% de la capacidad.

Con el fin de verificar cuál es la producción mínima que hace sostenible el proyecto, se modificó la tasa de producción hasta alcanzar 0% de rentabilidad. Este punto conocido en la economía como “Break even” se logra con una producción equivalente al 25% de la capacidad; es decir, valores de producción por debajo de este punto generarán pérdidas en el proyecto.

4.5.8 Costo del cemento.

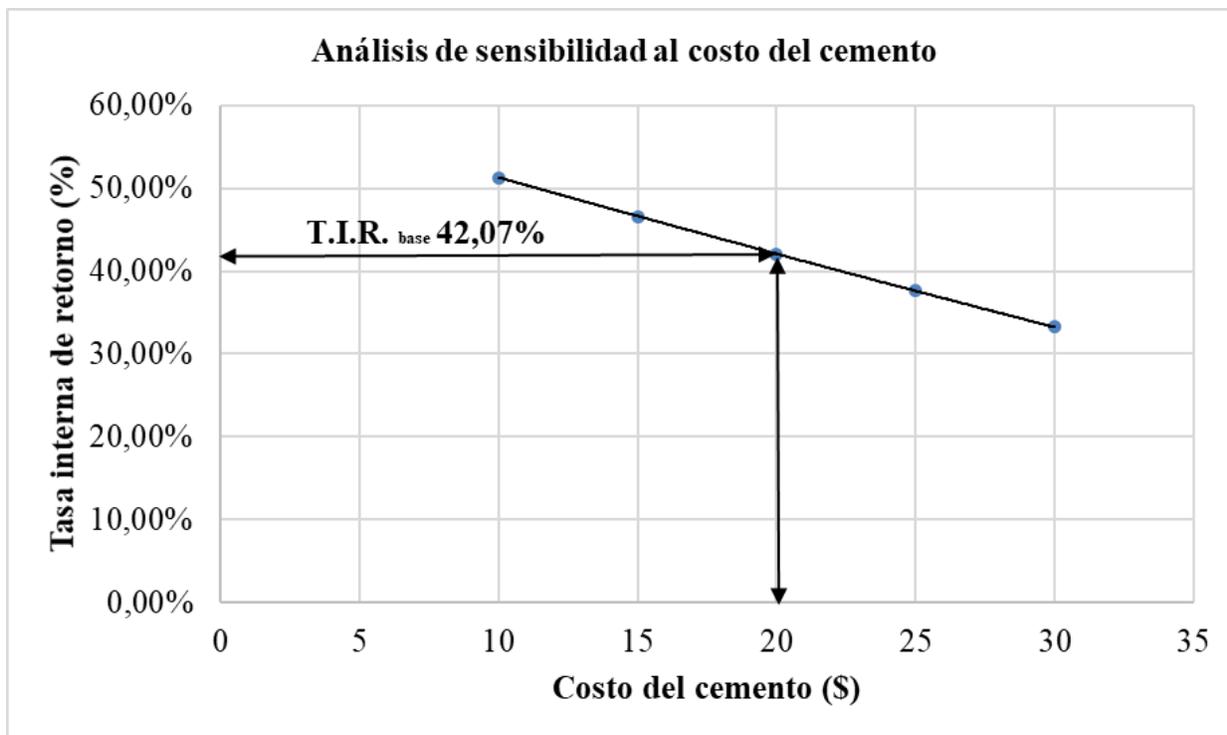
El costo del cemento, tal como se aprecia en la Gráfica N° 4, es el parámetro más importante dentro de las erogaciones de la planta. Para conocer cómo este parámetro afecta al proyecto, se hizo un análisis disminuyendo y aumentando los costos supuestos en el escenario base; así, se evalúa el comportamiento con precios por debajo del base (10 y 15 \$/saco) y por encima (25 y 30 \$/saco).

Tabla 18. *Análisis de sensibilidad al costo del cemento.*

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 | Escenario 5 |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Costo del cemento (\$) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| T.I.R. | 51,30% | 46,63% | 42,07% | 37,63% | 33,23% |

Fuente: Elaboración propia. (2018)

Gráfica 11. Análisis de sensibilidad al costo del cemento.



Fuente: Elaboración propia. (2018)

Tal como se esperaba, un incremento en el precio del cemento equivalente al 50% supone una disminución o aumento de la renta en casi un 22%, por lo cual cualquier ahorro en la dosificación del cemento o en la compra de este material redundará directamente como un beneficio incuantificable. Vale la pena acotar que ya se había percibido a la hora de analizar la sensibilidad del proyecto ante variaciones en la venta de adoquines y bloques que la mejor rentabilidad del proyecto se alcanza cuando estos subproductos no son producidos como consecuencia de los altos costos de la materia prima (cemento).

CAPITULO V: CONCLUSIONES

5.1 En relación a los residuos de la construcción y demolición.

- La cuantificación y caracterización de los RCD es fundamental para definir estrategias encaminadas al procesamiento de los materiales presentes en ella.
- Se estima que la producción de residuos de construcción y demolición en la Gran Caracas, se sitúa en un rango que podría variar desde las 1.200 Ton/día para condiciones económicas de recesión, hasta valores de 4000 Ton/día a 12000 Ton/día en escenarios de economía estable.
- Una adecuada gestión de RCD permite recuperar grandes cantidades de materiales, reducen los costos asociados al manejo de los Rellenos Sanitarios y otros espacios de vertido, y minimiza la presión sobre los materiales utilizados en la construcción.
- La mayoritaria presencia de concreto, ladrillos y cerámicos hacen que los subproductos derivados de ellos hagan viable económicamente su procesamiento y reinserción en la economía.
- Es económicamente factible procesar y reinsertar a la economía más del 70% de los RCD que se estima se producen en el país.
- Los materiales que conforman los RCD varían en función de la actividad desarrollada, de las tradiciones constructivas de las zonas y de la estabilidad económica del país, y los procesos de gestión debe estar alineada a esta realidad.
- El análisis financiero desarrollado permite establecer que su viabilidad se mantiene aun modificando algunas de las variables fundamentales, en un amplio rango de variación.

5.2 En relación al marco legal vigente.

- La inexistencia de un marco legal que regule la disposición final de los residuos de construcción y demolición, impide el desarrollo de iniciativas privadas tendientes a la preservación ambiental.
- Es necesario promulgar leyes orientadas a un cambio de la visión lineal de la economía y su sustitución por una economía circular.

- El diseño del marco regulatorio debe involucrar a los proyectistas, generadores, a los gestores ambientales y, por supuesto a las Autoridades Locales, Regionales y Nacionales con el fin de desarrollar estrategias conjuntas de gestión.

5.3 En relación a las actuaciones de los entes involucrados.

- A la fecha se desconoce que existan estrategias municipales que tiendan al manejo adecuado de los RCD y su aprovechamiento integral.
- Sólo es viable la adecuada gestión de RCD si los organismos municipales propician su realización y sancionan la disposición incontrolada de éstos.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

- Es necesaria la promulgación de decretos, leyes y reglamentos que definan la actuación de todos los organismos involucrados en la gestión de RCD, y para ello, se presenta una propuesta de Reglamento de Gestión de los RCD, que fomente las acciones necesarias para asegurar que los residuos de construcción y demolición reciban el tratamiento apropiado para favorecer el desarrollo sostenible de la actividad de la construcción.
- Paralelamente a la emisión de las normas es necesario establecer incentivos que promuevan el uso de materiales procedentes de actividades de reciclaje, que haga sostenible cualquier iniciativa en este sentido
- La responsabilidad ambiental del productor debe asociarse a la gestión de RCD, de tal forma que las tasas de procesamiento de algunos materiales estén incluidas en sus costos de producción.
- Para alcanzar el éxito de toda gestión de residuos sólidos es necesaria la conciencia ambiental de la ciudadanía, por lo cual se recomienda que el MINEC y las autoridades municipales se avoquen a desarrollar estrategias educativas y formativas orientadas a cambiar los paradigmas asociados a la Economía Lineal de los RCD.
- Es fundamental iniciar estudios que permitan definir la cuantía y características de los RCD en todo el país e iniciar la evaluación de éstos para orientar acciones y estrategias encaminadas para su uso racional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería de Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía, y Autores (2016). *Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD)*. Recuperado de <http://federacionrcd.org/wp-content/uploads/Libro-Guia-Buenas-Practicas-RCD-con-Valoriza.pdf>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2010) Proyecto de Acuerdo 198 de 2010, Concejo de Bogotá D.C. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40185>
- Anónimo (S.F.). *Gestión integral de Residuos*. Recuperado de http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_gestao_integral_de_residuos.pdf
- Anónimo. (S.F.). *SlideServe: Construction & Demolition Recycling*. N/A: DigitalOfficePro. Recuperado de <https://www.slideserve.com/zola/construction-demolition-recycling>
- Barroso, Victor M, (2013). Análisis de la gestión de residuos de construcción y demolición en la comunidad autónoma de Andalucía. Capítulo 16 (% de residuos). Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30186/fichero/Cap%C3%ADtulo+16pdf.pdf>
- Barroso, Victor M, (2013). Análisis de la gestión de residuos de construcción y demolición en la comunidad autónoma de Andalucía. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30186>
- Bermejo, G. (2016). Lineamientos para la gestión ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) generados en Barranquilla D.E.I.P. (Barranquilla, Colombia).
- Bolaños, J. (2012). *Reciclaje de residuos de construcción, una posibilidad de negocio poco explorada en México*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/08/04/reciclaje-de-residuos-de-construccion-una-posibilidad-de-negocio-poco-explorada-en-mexico/>

- Burguera, 2016. Reciclaje de materiales de escombros. Recuperado de https://issuu.com/nelianaduran/docs/reciclaje_de_materiales_de_escombros_9ce808e173be90
- Comisión Europea (2016). Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE. Europa.
- Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA, S.F.). Estudos e análises dos impactos da segregação de resíduos sólidos de obras em Belo Horizonte. Recuperado de <http://www.confea.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=13183&sid=10>
- Construcciones Verdes S.A. (2014). *SlideShare: Obras limpias y ecológicas*. Bucaramanga, Colombia: LinkedIn Corporation. Recuperado de <https://es.slideshare.net/joseluisduarte171/construcciones-verdes-sa>
- Construction & Demolition Recycling Association (CDRA). (S.F.). *Construction Recycling & Demolition Recycling Information by Material*. Chicago, USA. Recuperado de <https://cdrecycling.org/>
- De los Santos, L. (2017). *SlideShare: Construction and Demolition waste*. Canadá: LinkedIn Corporation. Recuperado de <https://www.slideshare.net/leandromichaeldelossantos/construction-amp-demolition-waste>
- Diputación de Córdoba. Empresa Provincial de Residuos y Medio Ambiente, S.S. (EPREMASA, 2008). *Plan Director de escombros y restos de obra de la provincia de Córdoba*. Recuperado de <https://docplayer.es/71350197-Plan-director-de-escombros-y-restos-de-obra-de-la-provincia-de-cordoba.html>
- El Inversor y La Construcción (2014). *Larga vida a los escombros*. N.A.: Comercio y Justicia Editores. Recuperado de <https://comercioyjusticia.info/elinversorylaconstruccion/construccion/larga-vida-a-los-escombros/>

El reciclaje (s.f.). <http://elreciclaje.org/>

Espinoza, G. (2012). En Venezuela solo se recicla entre 10% y 15% de la basura. *El Carabobeño*. Recuperado de <https://jalexpl.wordpress.com/2012/05/22/en-venezuela-solo-se-recicla-entre-10-y-15-de-la-basura/>

Eurostat Statistics Explained (2017). *File:Waste generation by economic activities and households, 2014-1.png*. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_2014-1.png&oldid=347224

Eurostat Statistics Explained (2017). *File:Waste generation, excluding major mineral wastes, EU-28, 2004-2014 YB17.png*. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Waste_generation,_excluding_major_mineral_wastes,_EU-28,_2004-2014_YB17.png&oldid=341980

Fidias A. (2006). El proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica. 6^o Edición, Editorial Episteme. Venezuela.

Fundación de la industria de la construcción (2014). Gestión de residuos de la construcción y demolición de los Estados Unidos de Norte América. México.

Gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición. Resolución No. 0472 República de Colombia. 28 de febrero 2017. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>

Guarín, N., Montenegro, L., Walteros, L. y Reyes, S. (S.F.). Estudio comparativo en la gestión de residuos de construcción y demolición en Brasil y Colombia. Colombia, Bogotá.

Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013). Generación y manejo de residuos y desechos sólidos en Venezuela, 2011-2012. Recuperado de http://www.ine.gov.ve/documentos/Boletines_Electronicos/Estadisticas_Sociales_y_Ambientales/Residuos_Solidos/pdf/2013.pdf

- Jiménez, H. (2013). Evaluación de la situación actual del manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) en el municipio de Madrid Cundinamarca. (Bogotá, Colombia)
- Kumar, R., y Bairagi, A. (2013). *SlideShare: Construction & Demolition waste management in India*. India: LinkedIn Corporation. Recuperado de <https://www.slideshare.net/ravishekhar123/c-d-waste-management-in-india>
- Lopes, M. (2011). Estudio para elaboração do artigo: Sistema de peneiramento britagem para reaproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD). [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://sequoiaprojetos.wordpress.com/2011/09/30/estudo-para-elaboracao-do-artigo-sistema-de-peneiramento-e-britagem-para-reaproveitamento-dos-residuos-de-construcao-e-demolicao-rcd/>
- López de Juambelz, Rocío, Revista de Cultura Científica, El impacto de los desechos sólidos sobre el medio. Recuperado de <http://www.revistaciencias.unam.mx/pt/168-revistas/revista-ciencias-20/1507-el-impacto-de-los-desechos-s%C3%B3lidos-sobre-el-medio.html>
- MAAT. Soluciones Ambientales (S.F.). *Reutilización de residuos de construcción y demolición RCD's*. Bogotá, Colombia: Liontech. Recuperado de <http://www.maat.com.co/reutilizacion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds/>
- Manjunath, R. (2017). *SlideShare: Reuse of construction & demolition waste in India*. India: LinkedIn Corporation. Recuperado de <https://es.slideshare.net/ManjunathRamachandra7/construction-and-demolition-waste-in-india>
- Mejia, Erica., (2015). Revista EIA, Residuos de la Construcción: Una opción para la recuperación de suelos. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1492/149240052005.pdf>
- Palella, S. y Martins F. (2012). Metodología de la investigación cuantitativa. 3ra Edición. Recuperado de http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html

- PlaniGestión (2016). Listado de Legislación Ambiental Venezolana. Recuperado de <https://planigestion.com/Documentos/Listado%20Legislacion%20Ambiental.pdf>
- Portillo, G. (2014). Residuos de construcción y demolición [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://aspectos-medioambiente.blogspot.com/2014/06/residuos-de-construccion-y-demolicion.html#>
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. España. 13 de febrero de 2008. Recuperado de <https://www.fomento.es/carreteras/normativa-tecnica/02-impacto-ambiental/rd-1052008>
- Reciclados Sostenibles (RECSO, S.F.). *Tipos de residuos admitidos*. Valladolid, España: Wold Press. Recuperado de <http://recso.es/actividad/tipos-de-residuos-admitidos/#>
- Reciclàrids (S.F.). *Venta de áridos reciclados*. Barcelona, España: Grup Vilà Vila 2013. LSSI. Recuperado de <http://www.reciclarids.com/es/venta-de-aridos-reciclados/>
- Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/324440874_Residuos_de_construccion_y_demolicion_RCD_una_perspectiva_de_aprovechamiento_para_la_ciudad_de_barranquilla_de_sde_su_modelo_de_gestion
- Rocha, C. (2015). Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles. Colombia.
- Sáez, A. (2014). Omnia, Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/737/73737091009/>
- Sánchez, A. (2016). RCD: Residuos de construcción y demolición [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://angelsinocencio.com/rcd-residuos-de-construccion-y-demolicion/>
- Sánchez, E., Rondón, H., Pacheco, C., y Fuentes, L. (2017, julio-diciembre). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de

- Barranquilla desde su modelo de gestión. *Ingeniería y Desarrollo*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00533.pdf>
- Tertre, J. (2016). Residuos de Construcción y Demolición, RCD. *CONAMA2016*. Recuperado de http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/STs%202016/1998972374_ppt_JITertre.pdf
- Tesfaye, M. y Dwi, Y. (2017). Current practices of construction and demolition waste management (CDWM): Based on observations at swedich construction site. Gothenburg, Sweden.
- The Institution Recycling Network (IRN, 2011). *SlideServe: Deconstruction, reuse and construction/demolition recycling to archieve reuse + recycling rates >90%*. New Hampshire, USA. Recuperado de <https://www.slideserve.com/marietta/deconstruction-reuse-and-construction>
- Turley, W. (S.F.). *SlideServe: Construction & Demolition*. N/A: DigitalOfficePro. Recuperado de <https://www.slideserve.com/moya/construction-demolition-materials>
- UICN, Unión internacional para la conservación de la naturaleza y de los recursos naturales, (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. Recuperado de https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_escombros_baja.pdf
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). (S.F.). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. Costa Rica.
- United States Environmental Protection Agency (EPA, 2003). *Construction and demolition materials amounts*.
- United States Environmental Protection Agency (EPA, 2016). *Advancing Sustainable Materials Management: 2014 Fact Sheet*. Recuperado de https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-11/documents/2014_smmfactsheet_508.pdf
- United States Environmental Protection Agency (EPA, 2016). *Advancing Sustainable Materials Management: 2014 Tables and Figures*. Recuperado de

https://www.epa.gov/sites/production/files/201611/documents/2014_smm_tablesfigures_508.pdf

Vargas, R. y Lujan, M. (2016). Estudio de caracterización y propuestas de revalorización de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Cochabamba. Bolivia.

Vega, J. (2012) Aprovechamiento y disposición de RCD, CEMEX. Colombia. Recuperado de <http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/Johao-Ariel-Cemex.pdf>

Villoria, Paola, (2014). Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra Recuperado de http://oa.upm.es/32681/1/PAOLA_VILLORIA_SAEZ.pdf

WorldWide Inflation Data (2018). Inflación histórica Estados Unidos – inflación IPC. Recuperado de <https://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/estados-unidos/inflacion-historica/ipc-inflacion-estados-unidos.aspx>

Yeheyis, M., Sadiq, R., Hewage, K., Eskicioglu, C., y Alam, M. (2012). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean Techn Environ Policy*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/257478981_An_overview_of_construction_and_demolition_waste_management_in_Canada_A_lifecycle_analysis_approach_to_sustainability

ANEXO 1 - GLOSARIO

A continuación, se presentarán algunas definiciones para el desarrollo del tema:

Aprovechamiento

Medio por el cual se obtiene un beneficio o provecho de una situación u objeto.

Disposición final de residuos

Acción de depósito o confinamiento persistente de residuos en instalaciones o sitios que son adecuados para la preservación ambiental y a la prevención de posibles daños que se podrían generar en la población y el ecosistema.

Reciclaje

Es el tratamiento o manipulación de los desechos, de forma artesanal o industrial, para crear un componente o un material nuevo; es decir, una materia prima. El material reciclable es aquel que una vez cumple su vida útil, presenta un potencial de ser valorado como posible nueva materia prima a través del reciclaje. En tanto, un material reciclado es aquel que una vez clasificado como residuo o desecho, es valorado y transformado como materia prima para ser incluido en nuevo ciclo de producción.

Recolección

Recopilación de los residuos sólidos desde un sitio de almacenamiento, para así conducirlos a una instalación o lugar de disposición final, tratamiento, o estaciones de transferencia.

Recuperación

Obtención de materiales secundarios a partir de la clasificación o separación de los residuos sólidos y/o sus componentes, para reutilizarlos o reciclarlos.

Reducir

Acción de prevenir, que permite la disminución de los gastos de gestión y el ahorro en materia prima.

Residuos Inertes

Son aquellos residuos no peligrosos plenamente compatibles con el medio ambiente. No experimentan transformaciones químicas, físicas o biológicas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, por lo tanto, no presentan riesgo alguno de contaminación ambiental o perjudica a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

Residuos no peligrosos o no especiales

Son los residuos que pueden ser tratados y almacenados sin perjudicar al medio ambiente, capaces de ser reciclados industrialmente en conjunto con otros residuos.

Residuos peligrosos o especiales

Son los residuos que presentan características corrosivas, autocombustibles, explosivas, reactivas, tóxicas, radioactivas, patogénicas, o que presentan un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente, debido a su composición y propiedades.

Sostenibilidad

Es el proceso mediante el cual se satisface las necesidades requeridas, debido a que la tasa de consumo e insumo es inferior a la tasa de reposición que la naturaleza y el mismo hombre pueda generar, de esa manera es garantizada su permanencia en el tiempo.

Clasificación de los Residuos de Demolición y Construcción

Los residuos de la construcción civil son clasificados de la siguiente forma:

Clase A - son los residuos reutilizables o reciclables como agregados, tales como:

- a) de construcción, demolición, reformas y reparaciones de pavimentación y de otras obras de infraestructura, incluidos los suelos procedentes del movimiento de tierras: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, arcillas, bentonitas, entre otros.
- b) de construcción, demolición, reformas y reparaciones de edificaciones: componentes pétreos como concreto, mortero, arenas, gravas, gravillas, cantos, ladrillos, cerámicas, entre otros.

c) de proceso de fabricación y / o demolición de piezas preformadas en concreto (bloques, tubos, etc.) producidas en los asientos de obra.

Clase B - son los residuos reciclables para otras destinaciones, tales como: plásticos (pvc, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano), papel, cartón, metales (acero, hierro, cobre y aluminio), vidrios, maderas, gomas, cauchos, entre otros.

Clase C - son los residuos para los que no se han desarrollado tecnologías o aplicaciones económicamente viables que permitan su reciclado / recuperación, tales como los productos procedentes del yeso.

Clase D - son los residuos peligrosos procedentes del proceso de construcción, tales como: pinturas, solventes, aceites y otros, o aquellos contaminados o perjudiciales para la salud procedentes de demoliciones, reformas y reparaciones de clínicas radiológicas, instalaciones industriales y otros, así como tejas y otros objetos y materiales que contengan asbesto u otros productos nocivos para la salud.

ANEXO 2. RESUMEN DE LEYES Y REGLAMENTOS INTERNACIONALES ANALIZADOS

Para el desarrollo de una norma que regule la gestión integral de RCD en Venezuela se consultan diversas ópticas en países que pudieran tener una respuesta similar a la venezolana tanto en los materiales a procesar como en la idiosincrasia de sus pobladores. A continuación, se resumen gran parte de las legislaciones consultadas indicando el país que la emite, el código que la identifica e indicando algún aspecto importante que en ella se menciona. En el Disco Compacto que acompaña este volumen se ha incluido copia digital de los considerados más relevantes para la investigación, además obviamente de la denominada Ley De Gestión Integral De La Basura emitida por Venezuela en el año 2009.

BRASIL

- Resolución N° 307/2002R CONAMA (2003): “Es obligación del empresario la generación del Plan de Gestión de Residuos de Construcción (PGRCC)”
- NBR 15112 (2004): De residuos de construcción y residuos voluminosos – Revisión de transbordo y Áreas Directrices para el Diseño, Implementación y operación.
- NBR 15113 (2004): De residuos sólidos inertes de construcción y residuos – Vertederos Directrices para el Diseño, Implementación y Operación.
- NBR 15114 (2004): De residuos sólidos construcción – Áreas de reciclaje – Directrices para el diseño, Implementación y Operación.
- NBR 15115 (2004): De residuos sólidos construcción – Áreas de reciclaje – Directrices para el diseño, Implementación y Operación.
- NBR 15116 (2004): Reciclado agregados sólidos Residuos de Construcción – Uso de Suelo y la preparación de hormigón sin función estructural – Requisitos.

CHILE

- D.F.L. 1 ARTÍCULO 80 (1989). Código Sanitario. Ministerio de salud.
- D.S. 594 (1999) Aprueba reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

- D.S. 95 (2001) MINSEGPRES, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ARTÍCULO 136 - Propuesta del reglamento en consulta pública (2001). Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.
- ANTEPROYECTO DE LEY Los generadores y gestores de residuos tendrán la obligación de mantener un registro electrónico actualizado y de carácter público. Dicho registro contendrá, por lo menos, antecedentes asociados a la cantidad, origen, naturaleza, manejo y destino de los residuos. La información deberá encontrarse disponible en todo momento, para cualquier persona y órgano de la Administración del Estado que por sus funciones requiera de tal información, en base de datos, por cualquier medio controlable o fiscalizable durante 5 años.

ESPAÑA

- **LEY 10 (1998).** Residuos: RCD procedentes de obras menores/reparación domiciliaria (Entidades locales), RCD NO procedentes de obras menores/reparación domiciliaria (Poseedor).
- **REAL DECRETO 105 (2008).** Se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
 - ✓ En cuanto a la utilización (valorización) de residuos inertes procedentes de actividades de construcción y demolición en la restauración de espacios degradados, en obras de acondicionamiento o relleno.
 - ✓ Erradicación del vertido incontrolado de RCD.
 - ✓ Obligación de incluir en los proyectos de obra un "Estudio de gestión de los RCD.
- **II PLAN NACIONAL INTEGRAL DE RESIDUOS - PNIR (2008/2015).** Separación en origen de los RCD peligrosos generados en obra y gestión de acuerdo a la legislación de residuos.

- ✓ Separación en planta de tratamiento de los residuos peligrosos contenidos en los RCD recibidos y gestión de acuerdo a la legislación de residuos.
- ✓ Separación de los RCD en obra, por materiales, a partir de los umbrales establecidos en el Real Decreto 105/2008.

MÉXICO

- LGPGIR (2007). "Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general".
- GACETA OFICIAL LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS ART. 6. (2003) "Los propietarios, directores, responsables de obras, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables por la gestión de sus residuos y establece la obligación de planes de manejo"
- NORMA AMBIENTAL (NADF-007-RNAT) (2006). "Manejo adecuado de los residuos de la industria de la construcción"
- NOM-161-SEMARNAT (2011). La secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales crea esta norma que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, el listado de los mismo, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
- NMX-AA-164-SCFI (2013). Edificación sustentable – criterios y requerimientos ambientales mínimos. Esta norma mexicana especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural.

COSTA RICA

- LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS N°. 8839 (2010). Regula la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación.

- DECRETO EJECUTIVO N°. 34522 MINAET (2008). Refiere al instrumento denominado Guías Ambientales, para poner en ejecución buenas prácticas productivas y desempeño eco-eficiente.
- LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 8839 (2010) Indica que todas las instituciones de la administración pública, empresas públicas y municipalidades implementarán sistemas de gestión ambiental en todas sus dependencias.

COLOMBIA

- ✓ CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA (1991) En el título II reglamenta el aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su sustentabilidad y conservación.
- ✓ DECRETO 605 (1996). Reglamentario de la ley 142 de 1994 de servicio público domiciliario de aseo. Se configura como el referente legal y marco que regula la gestión de este tipo de residuos, asignando a las entidades locales las competencias en la gestión de los residuos urbanos, que incluyen los residuos y escombros procedentes de construcción.
- ✓ RESOLUCIÓN 0412 El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones
- ✓ RESOLUCIÓN 541 (1994) Regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- ✓ DECRETO 1713 - ART 44 (2002). Regula la recolección de escombros, su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas.
- ✓ LEY 769 (2002). Reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- ✓ LEY 1259 (2008). Instauro en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros.

ANEXO 3 REGLAMENTO DE GESTIÓN DE RCD PROPUESTO

Contenido

| | |
|--|----|
| Artículo 1. Objeto..... | 2 |
| Artículo 2. Definiciones..... | 2 |
| Artículo 3. Ámbito de aplicación | 6 |
| Artículo 4. Clasificación..... | 6 |
| Artículo 5. Opciones de Procesamiento | 7 |
| Artículo 6. Metas de aprovechamiento de RCD..... | 7 |
| Artículo 7. Actividades..... | 7 |
| Artículo 8. Reducción: | 7 |
| Artículo 9. Recolección y transporte: | 7 |
| Artículo 10. Almacenamiento: | 8 |
| Artículo 11. Procesamiento:..... | 9 |
| Artículo 12. Disposición final: | 9 |
| Artículo 13. Obligaciones de los Generadores de RCD. | 12 |
| Artículo 14. Obligaciones de los Gestores de RCD | 12 |
| Artículo 15. Obligaciones de los gestores de RCD. | 13 |
| Artículo 16. Obligaciones de los Municipios y Estados..... | 14 |
| Artículo 17. Obligaciones de la Autoridad ambiental competente..... | 14 |
| Artículo 18. Programa de manejo ambiental de RCD:..... | 14 |
| Artículo 19. Contenido del programa de manejo ambiental de RCD. | 14 |
| Artículo 20. Documentación del Manejo de los Residuos..... | 14 |
| Artículo 21. Procesamiento de residuos de construcción y demolición mediante plantas móviles en centros fijos de valorización o de eliminación de residuos. | 15 |
| Artículo 22. Actividades de valorización de residuos de construcción y demolición en la obra en que se han producido. | 15 |
| Artículo 23. Prohibiciones..... | 16 |
| Artículo 24. Vigencia y derogatorias. | 16 |

Artículo 1. Objeto

Este Reglamento tiene como objeto establecer directrices, criterios y procedimientos para la gestión de residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar las acciones necesarias para la reducción, reutilización, reciclado y cualquier otra forma de valorización, asegurando que los residuos de construcción y demolición reciban el tratamiento apropiado para favorecer el desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Aplica a todas las personas naturales o jurídicas que sean productores de residuos de construcción y demolición.

Artículo 2. Definiciones

A efectos de esta Reglamento se adoptan las siguientes definiciones:

Almacenamiento: es la ubicación temporal de los RCD en recipientes o contenedores y/o depósitos para su recolección y transporte con fines de aprovechamiento o disposición final.

Área de disposición temporal de Residuos de Construcción y Demolición: sitios establecidos para que el gestor realice la separación y almacenamiento temporal de los RCD.

Aprovechamiento de RCD: Es el proceso que comprende la reutilización, tratamiento y reciclaje de los RCD, con el fin de realizar su reincorporación al ciclo económico.

Aspecto ambiental: "es aquello que una actividad, producto o servicio genera (en cuanto a emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc) que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido este como el medio natural receptor de los aspectos medioambientales, incluyendo dentro de este medio los seres vivos que habitan en él." *

Aspecto ambiental significativo: "Es aquel que tiene o puede tener un impacto medioambiental significativo" (ISO 14001:2004).

Demolición selectiva: actividad planeada de desmantelamiento que busca obtener el aprovechamiento de los residuos de una demolición.

Disposición final de residuos: acción de depósito o confinamiento persistente de residuos en instalaciones o sitios que son adecuados para la preservación ambiental y a la prevención de posibles daños que se podrían generar en la población y el ecosistema.

Gestión integrada de Residuos de Construcción y Demolición: conjunto de acciones dirigidas a la búsqueda de soluciones para los residuos sólidos, para considerar las dimensiones política, económica, ambiental, cultural y social, con control social y bajo la premisa del desarrollo sostenible.

Generador de Residuos de Construcción y Demolición: es la persona que realiza actividades dirigidas a reducir, aprovechar y disponer finalmente los RCD.

Gestor de RCD: es la persona que realiza actividades de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los Residuos de Construcción y Demolición.

* Asociación Española de Normalización y Certificación. Aspectos ambientales, Identificación y Evaluación. España, Madrid, 2002

Impacto Ambiental: cualquier cambio en el ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (ISO 14001:2004).

Lixiviados: productos altamente contaminantes que resultan de la degradación de los componentes orgánicos presentes en los residuos y desechos sólidos, y de la incorporación de parte de sus elementos al agua que circula por ellos (Ley de Gestión Integral de la Basura, Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6.017 del 30 de diciembre de 2010).

Medio ambiente: “entorno en el cual una organización opera, incluyendo aire, agua, tierra, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y sus interrelaciones.” *

Manejo: conjunto de operaciones dirigidas a darle a los desechos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente. Comprende la recolección, almacenamiento, transporte, caracterización, tratamiento, disposición final y cualquier otra operación que los involucre (Decreto N° 2.216 “*Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Comercial, Industrial o de Cualquier otra Naturaleza que No Sean Peligrosos*”, Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.418 del 27 de abril de 1.992).

Obra de construcción o demolición: la actividad consistente en:

- Construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
- Realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanismos u otros análogos

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de triturado,
- Plantas de fabricación de concreto, grava-cemento o suelo-cemento,
- Plantas de prefabricados de concreto,
- Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
- Talleres de fabricación de encofrados,
- Talleres de herrería o de preparación de refuerzo metálico,
- Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
- Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.

* Asociación Española de Normalización y Certificación. Aspectos ambientales, Identificación y Evaluación. España, Madrid, 2002

Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.

Plantas de procesamiento: instalaciones en las cuales se realizan actividades de separación, almacenamiento temporal, reutilización, tratamiento y reciclaje de RCD.

- Planta de procesamiento fijas: instalaciones que operan de manera permanente en una zona determinada, incluye edificaciones, maquinaria y equipo.
- Plantas de procesamiento móviles: instalaciones transitorias acondicionadas en el sitio de generación, incluye maquinaria y equipo.

Política ambiental: intenciones y dirección de una organización, relacionadas con el desempeño ambiental, como las expresa formalmente su alta dirección.

Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona natural o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona natural o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Prevención de contaminación: utilización de procesos, prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el objeto de reducir impactos ambientales adversos.

Productor de residuos de construcción y demolición:

- La persona natural o jurídica titular de un permiso de construcción en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de estos permisos, tendrá la consideración de productor del residuo la persona natural o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona natural o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquirente, en cualquier estado del país, de residuos de construcción y demolición.

RCD: Residuos de Construcción y Demolición (acrónimo).

Reciclaje: es el proceso fisicoquímico o mecánico para la transformación de un residuo que puede ser reaprovechado.

Recolección: recopilación de los residuos sólidos desde un sitio de almacenamiento para así conducirlos a una instalación o lugar de disposición final, tratamiento, o estaciones de transferencia.

Recuperación: obtención de materiales secundarios a partir de la clasificación o separación de los residuos sólidos y/o sus componentes, para reutilizarlos o reciclarlos.

Residuos de Construcción: son los residuos sólidos provenientes de las actividades de construcción, reparaciones o mejoras de obras civiles o de otras actividades conexas.

Residuos de Demolición: son los residuos sólidos originados en las operaciones de demolición y derribo de estructuras.

Residuos de Excavación: son los residuos sólidos provenientes de trabajos de excavación previos a la construcción.

Residuos Inertes: son aquellos residuos no peligrosos plenamente compatibles con el medio ambiente. No experimentan transformaciones químicas, físicas o biológicas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, por lo tanto, no presentan riesgo alguno de contaminación ambiental o perjudica a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

Residuos no peligrosos o no especiales: son los residuos que pueden ser tratados y almacenados sin perjudicar al medio ambiente, los cuales pueden ser reciclados industrialmente en conjunto con otros residuos.

Residuos peligrosos o especiales: son los residuos que presentan características corrosivas, auto combustibles, explosivos, reactivas, tóxicas, radioactivas, patogenicidas, o que presentan un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente, debido a su composición y propiedades.

Reutilización: es el proceso de re-aplicación de un residuo, sin transformación del mismo.

Sistema de Gestión: conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, y objetivos y procesos para el logro de estos objetivos.

Sistema de Gestión Ambiental: parte del sistema de gestión usada para gestionar aspectos ambientales, cumplir los requisitos legales y otros requisitos, y abordar los riesgos y oportunidades.

Sitio de disposición final de RCD: es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de RCD, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de dichos residuos.

Transportadores: son las personas, naturales o jurídicas, encargadas de la recolección y del transporte de los residuos entre las fuentes generadoras y las áreas de destino.

Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

Artículo 3. Ámbito de aplicación

Este Reglamento aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen, procesen y dispongan Residuos de Construcción y Demolición provenientes de obras civiles o cualquier otra actividad desarrollada en el territorio nacional.

Parágrafo 1:

Los residuos peligrosos que resultan de la actividad de construcción, demolición, rehabilitación, reparación o reforma de obras civiles o de otras actividades análogas se regirán por la normativa especial vigente para su gestión. (Gaceta Oficial de La República Bolivariana de Venezuela N° 5554 (2001) “Ley sobre sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos”).

Artículo 4. Clasificación

Los residuos de la construcción civil deberán ser clasificados, a efectos de esta Reglamento, de la siguiente forma:

Clase A - son los residuos reutilizables o reciclables como agregados, tales como:

- a. de construcción, demolición, reformas y reparaciones de pavimentación y de otras obras de infraestructura, incluidos los suelos procedentes del movimiento de tierras: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, arcillas, bentonitas, entre otros.
- b. de construcción, demolición, reformas y reparaciones de edificaciones: componentes pétreos como concreto, mortero, arenas, gravas, gravillas, cantos, ladrillos, cerámicas, entre otros.
- c. de proceso de fabricación y / o demolición de piezas preformadas en concreto (bloques, tubos, etc.).

Clase B - son los residuos reciclables para otros usos, tales como: plásticos (pvc, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano), papel, cartón, metales (acero, hierro, cobre y aluminio), vidrios, maderas, gomas, cauchos, entre otros.

Clase C - son los residuos para los que no se han desarrollado tecnologías o aplicaciones económicamente viables que permitan su reciclado / recuperación, tales como los productos procedentes del yeso.

Clase D - son los residuos peligrosos procedentes del proceso de construcción, tales como: pinturas, solventes, aceites y otros, o aquellos contaminados o perjudiciales para la salud procedentes de demoliciones, reformas y reparaciones de clínicas radiológicas, instalaciones industriales y otros, así como tejas y otros objetos y materiales que contengan asbesto u otros productos nocivos para la salud que se regirán de acuerdo al Parágrafo 1, Artículo 3 de la presente normativa.

Artículo 5. Opciones de Procesamiento

En la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición se deberá priorizar las actividades de reducción en la generación de RCD, como segunda alternativa se implementará el aprovechamiento como reutilización o como reciclaje de los materiales, en tercer lugar se permitirá la valoración energética de la materia y, como última opción, su disposición final.

Artículo 6. Metas de aprovechamiento de RCD.

Los grandes generadores, deberán utilizar RCD aprovechables en un porcentaje no inferior al 2% en peso del total de los materiales usados en la obra durante el primer año de aplicación de la presente normativa. A partir del segundo año de vigencia, los grandes generadores deberán garantizar un incremento anual de un punto porcentual, hasta alcanzar como mínimo un 30% en peso del total de los materiales usados en la obra en los primeros 10 años de aplicación.

Artículo 7. Actividades

Para efectos de esta Reglamento, se consideran como actividades de la gestión de RCD las siguientes:

1. Reducción
2. Recolección y transporte
3. Almacenamiento
4. Procesamiento
5. Disposición final

Artículo 8. Reducción

Los generadores de RCD deberán implementar medidas como la planeación adecuada de la obra, realizar separación por tipo de RCD en obra, almacenamiento diferencial de materiales de construcción y control de escorrentía superficial y manejo de aguas de lluvias en la obra, cuando aplique.

Artículo 9. Recolección y transporte

Deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- La carga de los residuos deberá tener una disposición tal que su volumen se encuentre dentro del nivel máximo (borde superior) del contenedor.

- Realizar la carga y descarga de los residuos de construcción y demolición evitando la dispersión de partículas.
- Durante el traslado se debe cubrir la carga para evitar el contacto de la misma con la lluvia y el viento.
- Los vehículos utilizados para el transporte, deben cumplir con las normas vigentes de tránsito y transporte y de reducción de emisiones atmosféricas.
- El vehículo de transporte deberá ser adecuado a las características de la vialidad existente en el área servida, debe estar identificado, indicando su tara en un lugar visible y con material indeleble, y mantenerse en óptimas condiciones sanitarias, de operación y funcionamiento.
- El transporte de los RCD deberá realizarse en condiciones que garanticen su traslado seguro. Se deberá verificar que los vehículos y/o contenedores utilizados en la recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos recuperables y desechos no peligrosos estén debidamente acondicionados.
- La remoción u operación de recolección será ejecutada tan frecuentemente como sea necesario, de acuerdo al horario y a las rutas de recolección establecidas y no deberán alterarse sus frecuencias, horarios, ni los patrones de ejecución.

Artículo 10. Almacenamiento

Los generadores de RCD deberán establecer uno o varios sitios para el almacenamiento temporal de los residuos de construcción y demolición en la obra donde se deberá realizar la separación de acuerdo al tipo de RCD establecido en el Artículo 4 que se encuentra en la presente normativa. Dichos sitios deberán cumplir con las siguientes medidas mínimas de manejo:

- Instaurar barreras para evitar el impacto visual en los alrededores del sitio de almacenamiento.
- Realizar obras de drenaje y control de sedimentos.
- Colocar la debida señalización.
- Realizar acciones para evitar la dispersión de las partículas.

Parágrafo 1: Almacenamiento Temporal

La separación y el almacenamiento temporal de los residuos de construcción y demolición, se realizará en las áreas de disposición temporal, los cuales deberán cumplir mínimo con las siguientes áreas de operación:

- Recepción y pesaje.
- Separación por tipo de Residuos de Construcción y Demolición.
- Almacenamiento.

Artículo 11. Procesamiento

Se realizará en plantas de procesamiento fijas o móviles y mínimo deberá contar con las siguientes áreas de operación:

- Recepción y pesaje.
- Separación y almacenamiento por tipo de Residuos de Construcción y Demolición aprovechables.
- Procesamiento.
- Almacenamiento de productos y sub productos.

Parágrafo 1: Separación de los Residuos de Construcción y Demolición.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse según sus materiales constituyentes. La separación por materiales se llevará a cabo preferentemente por el gestor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el gestor podrá encomendar la separación a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el gestor deberá obtener de la instalación externa, los documentos que prueben su acreditación de que éste ha cumplido la obligación recogida en el presente apartado.

Artículo 12. Disposición final

Los municipios y estados deberán seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los residuos de construcción y demolición de las que se refiere este Reglamento, los cuales pueden ser de carácter regional o local.

Para la selección de los sitios de disposición final de RCD se deberán tener en cuenta los siguientes criterios y metodología de evaluación que a continuación se presenta:

| Criterio | Puntaje máximo |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1. Oferta Ambiental | 10 |
| 2. Degradación del Suelo | 10 |
| 3. Distancia a cursos de agua | 10 |
| 4. Capacidad | 10 |
| 5. Características geomorfológicas | 6 |
| 6. Distancia al sitio de generación | 4 |
| 7. Disponibilidad de vías de acceso | 6 |
| 8. Densidad demográfica del área | 4 |
| 9. Uso del Suelo | 10 |

1. Oferta Ambiental: indica las características del área potencial, en referencia a la capacidad de sus ecosistemas para entregar bienes y servicios ambientales:

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Baja oferta ambiental | 10 puntos |
| Moderada oferta ambiental | 5 puntos |
| Significativa oferta ambiental | 0 puntos |

2. Degradación del suelo: se refiere a la pérdida físico - mecánica del suelo del área potencial, que causa una reducción de su capacidad productiva:

| | |
|---------------|-----------|
| Muy severa | 10 puntos |
| Severa | 8 puntos |
| Moderada | 4 Puntos |
| Ligera | 2 puntos |
| Sin evidencia | 0 puntos |

3. Distancia a cursos de agua: se refiere a la relación que deberá tener el área potencial respecto a los cuerpos de agua superficial existentes en la zona, la cual se medirá linealmente desde la zona de inundación hasta el área potencial, calificándose de la siguiente manera:

| | |
|---|-----------|
| Mayor a 2.000 metros | 10 puntos |
| Entre 1.000 metros y 2.000 metros | 8 puntos |
| Mayor a 500 metros y menos a 1.000 metros | 6 puntos |
| Mayor a 50 metros y menor a 500 metros | 2 puntos |
| Menor a 50 metros | 0 puntos |

4. Capacidad: el área potencial deberá ser suficiente para permitir que la vida útil del sitio de disposición final de RCD sea compatible con la generación proyectada de RCD en el municipio, región o estado en 30 años de operación, de la siguiente manera:

| | |
|---|------------|
| Capacidad > a 1,5 veces la producción de RCD _{30 años} | 10 puntos. |
| Capacidad entre 0.5 y 1.5 veces la producción de RCD _{30 años} , | 5 puntos. |
| Capacidad < a 0.5 veces la producción de RCD _{30 años} , | 0 puntos. |

5. Características geomorfológicas: se refiere a la influencia que puede tener la infraestructura ubicada en el área potencial para la disposición final de los Residuos de Construcción y Demolición, sobre el paisaje y el entorno.

| | |
|--|----------|
| Zona quebrada y encajonada | 6 puntos |
| Zona en media ladera parcialmente encajonada | 4 puntos |
| Zona en media ladera abierta | 2 puntos |
| Zona plana y abierta | 0 puntos |

6. Distancia al sitio de generación: se refiere a la distancia del área donde se generan la mayor cantidad de RCD del municipio o estado, respecto al área potencial para la disposición final de RCD:

| | |
|---------------------|----------|
| Menor a 10 km | 4 puntos |
| Entre 10 km y 50 Km | 1 punto |
| Trocha/no existe | 0 puntos |

7. Disponibilidad de vías de acceso: se refiere a la economía y facilidad que tiene el gestor para llevar los residuos de construcción y demolición hacia el área potencial en el que se verterán los residuos para la disposición final:

- Condiciones de la vía principal (puntuación máxima: 2 puntos)

| | |
|--------------------------------|----------|
| Pavimentada | 2 puntos |
| Engrazonada | 1 punto |
| Trocha / En tierra / No existe | 0 puntos |
- Número de vías específicas o ramales de acceso que se desprendan de una vía principal (puntaje máximo: 2 puntos)

| | |
|----------------|----------|
| Dos o más vías | 2 puntos |
| Una vía | 1 punto |
| No hay vías | 0 puntos |
- Condiciones de la vía específicas o ramales de acceso que se desprendan de una vía principal (puntaje máximo 2 puntos)

| | |
|--------------------------------|----------|
| Pavimentada | 2 puntos |
| Engrazonada | 1 punto |
| Trocha / En Tierra / No existe | 0 puntos |

8. Densidad demográfica del área: evalúa la posible afectación de la población ubicada en el área de influencia directa del área potencial en la que se realizará la disposición final de RCD:

| | |
|---|----------|
| Entre 0 y 20 Habitantes/hectárea | 4 puntos |
| Mayor a 20 y menor a 50 habitantes/hectárea | 2 puntos |
| Mayor o igual a 50 habitantes/hectárea | 0 puntos |

9. Uso del suelo: evalúa la compatibilidad del área potencial para la disposición final de RCD con la destinación asignada al suelo por los instrumentos que lo desarrollen o complementen.

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Uso principal | 10 puntos |
| Uso compatible o complementario | 6 puntos |
| Uso restringido | 2 puntos |

Parágrafo 1:

Para seleccionar el sitio de disposición final de residuos de construcción y demolición del que es referido el presente artículo, se deberá seguir con los procedimientos de gestión integral para los residuos de construcción y demolición. Así mismo, los sitios de disposición final de RCD se localizarán prioritariamente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado.

Parágrafo 2:

El puntaje máximo de la evaluación e identificación del área potencial será de 70 puntos. La selección del sitio se hará siempre comparado 2 o más espacios y se seleccionará aquel que tenga mayor puntuación.

Artículo 13. Obligaciones de los Generadores de RCD.

Además de los requisitos exigidos por la legislación sobre residuos, el generador de residuos de construcción y demolición deberá:

1. Diseñar un Programa de Manejo Ambiental de RCD donde se debe formular, implementar y mantener actualizado en función de los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.
2. Cumplir con la meta para generadores, establecida en el Artículo 6 del presente Reglamento.
3. Entregar los residuos generados a un gestor de RCD para que se realicen las actividades de recolección y transporte hasta las áreas temporales, sitios de aprovechamiento o disposición final según sea el caso.
4. Efectuar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán en obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, que deberá incluirse en el Programa de Manejo Ambiental de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar que se cumpla con la Gaceta Oficial de La República Bolivariana de Venezuela N° 5554 (2001) “Ley sobre sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos”.
5. Mantener en condiciones adecuadas de higiene y seguridad la totalidad de los RCD generados y evitar la mezcla entre materiales ya seleccionados que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Artículo 14. Obligaciones de los Gestores de RCD

Los gestores de las áreas de disposición temporal de Residuos de Construcción y Demolición y de las plantas de procesamiento, deberán elaborar un documento que contenga las siguientes medidas de manejo:

1. Describir el flujo de los procesos realizados con los RCD

2. Diseñar y ejecutar las obras de drenaje y de control de sedimentos.
3. Contar con instrumentos de pesaje debidamente calibrados de acuerdo con la normativa vigente.
4. Establecer barreras para evitar el impacto visual en los alrededores de la planta.
5. Realizar acciones para evitar la dispersión de partículas.
6. Mantener los residuos debidamente separados de acuerdo al tipo de RCD de que trata en el Artículo 4 del presente reglamento.

Parágrafo 1:

El gestor deberá remitir copia del documento de que trata el presente artículo a la autoridad ambiental competente, dentro de los 30 días calendario siguiente al inicio de actividades de las áreas de disposición temporal de RCD y plantas de procesamiento, para efectos de su seguimiento y control. A dicho documento se le anexará copias de permisos, licencias y autorizaciones ambientales.

Parágrafo 2:

El gestor deberá diseñar e implementar medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia.

Artículo 15. Obligaciones de los gestores de RCD

Son obligaciones de los gestores de RCD de áreas temporales, plantas de procesamiento y sitios de disposición final, las siguientes:

1. Inscribirse ante la autoridad ambiental regional o urbana con competencia en el área donde desarrolla sus actividades.
2. Contar con equipos requeridos, de acuerdo a las actividades de manejo de los RCD que oferte.
3. Expedir constancia al generador que incluya la información necesaria que especifique una buena gestión de residuos de construcción y demolición.
4. Reportar a la autoridad ambiental competente, en el primer trimestre de cada año, el reporte anual del año inmediatamente anterior sobre la cantidad y el destino final de los residuos gestionados.
5. Los gestores que operan áreas temporales de disposición de RCD o plantas de procesamiento, deberán formular e implementar el documento contentivo de las medidas mínimas de manejo ambiental de dichas áreas.
6. Los gestores responsables de la disposición final de RCD, deberán formular e implementar el documento contentivo de las medidas mínimas de manejo ambiental de los sitios establecidos para la disposición final.

Artículo 16. Obligaciones de los Municipios y Estados

Son obligaciones de las Autoridades Regionales y Locales:

1. Promover campañas de educación, cultura y sensibilización sobre la Gestión Integral de RCD.
2. Identificar las áreas donde se podrán ubicar las plantas de procesamiento, áreas temporales para la disposición de RCD y sitios de disposición final de RCD.
3. Deberán promover en las licitaciones de obras públicas, incentivos para el uso de material reciclado proveniente de RCD.

Artículo 17. Obligaciones de la Autoridad ambiental competente

- Implementar mecanismos para realizar la inscripción de los gestores de RCD y permitir su acceso al público en general.
- Efectuar el seguimiento y control a las actividades realizadas por los generadores y gestores de RCD.
- Tener a disposición del público a través de su página web un listado de los gestores inscritos en su jurisdicción.
- Los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental que generen RCD, serán objeto de seguimiento y control al cumplimiento de lo dispuesto en la presente resolución en el marco de dicho instrumento.

Artículo 18. Programa de manejo ambiental de RCD

El gran generador deberá formular, implementar, y mantener actualizado el Programa de Manejo Ambiental de RCD, el cual deberá ser presentado a la autoridad ambiental competente con una antelación de 30 días calendario al inicio de las obras para el respectivo control y seguimiento. De la misma manera, el reporte de su ejecución con los respectivos soportes deberá ser entregado a la autoridad ambiental competente dentro de los 45 días calendario siguientes a la culminación de la obra.

Artículo 19. Contenido del programa de manejo ambiental de RCD

El programa de manejo ambiental de RCD, deberá contener como mínimo la información necesaria que especifique una buena gestión de residuos de construcción y demolición.

Artículo 20. Documentación del manejo de los residuos

Los gestores de los sitios de disposición final de RCD, deberán elaborar un documento que contenga las siguientes medidas de manejo:

1. Describir el flujo de los procesos realizados con los RCD

2. Formular e implementar las acciones de control para evitar la dispersión de partículas, la afectación de obras de drenaje y el control de sedimentos.
3. Definir las medidas para garantizar la estabilidad geotécnica del sitio.
4. Establecer barreras para evitar el impacto visual en los alrededores del sitio de disposición final de RCD.
5. Contar con instrumentos de pesaje debidamente calibrados de acuerdo con la normativa vigente.
6. Contar con cerramiento perimetral que garantice el aislamiento y seguridad del sitio.
7. Contar con una valla informativa visible, que contenga la información relevante del sitio.
8. Describir e implementar las actividades de clausura y post clausura.

Parágrafo 1:

El gestor deberá remitir copia del documento de que trata el presente artículo a la autoridad ambiental competente, con una antelación de 90 días calendario al inicio de sus actividades.

Parágrafo 2.

El gestor deberá remitir dentro del primer trimestre de cada año a la autoridad ambiental competente, un reporte de la cantidad de RCD dispuestos en el año inmediatamente anterior.

Parágrafo 3:

El gestor deberá diseñar e implementar medidas de reducción del riesgo y planes de energía y contingencia.

Artículo 21. Procesamiento de residuos de construcción y demolición mediante plantas móviles en centros fijos de valorización o de eliminación de residuos

La actividad de procesamiento de residuos de construcción y demolición mediante una planta móvil, cuando aquella se lleve a cabo en un centro fijo de valorización o de eliminación de residuos, deberá preverse en la autorización otorgada a dicho centro fijo, y cumplir con los requisitos establecidos en la misma.

Artículo 22. Actividades de valorización de residuos de construcción y demolición en la obra en que se han producido

1. Las actividades de valorización de residuos reguladas en este artículo se ajustarán a lo establecido en el proyecto de obra. En particular, la dirección de la obra deberá aprobar los medios previstos para dicha valorización in situ.

2. Estas actividades se llevarán a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que perjudiquen al medio ambiente y, en particular, al agua, al aire, al suelo, a la fauna o a la flora, sin provocar molestias por ruido ni olores y sin dañar el paisaje y los espacios naturales que gocen de algún tipo de protección de acuerdo con la legislación aplicable.

Artículo 23. Prohibiciones

Se prohíbe:

1. El abandono de residuos de construcción y demolición en todo el territorio nacional.
2. Disponer los residuos de construcción y demolición en los espacios públicos o en los rellenos sanitarios.
3. Mezclar los residuos de construcción y demolición generados con los residuos sólidos ordinarios y/o residuos peligrosos.
4. Recibir en los sitios de disposición final de RCD, los residuos sólidos ordinarios y/o residuos peligrosos mezclados con los residuos de construcción y demolición.
5. El almacenamiento temporal o permanente de RCD en zonas verdes, áreas arborizadas, reservas forestales, áreas recreativas, parques, ríos, quebradas, playas, canales, caños, páramos, humedales, manglares y zonas ribereñas.

Artículo 24. Vigencia y derogatorias

La presente Reglamento entra en vigencia a partir del _____ () de _____ de _____ y deroga a partir de la misma fecha la Resolución

ANEXO 1

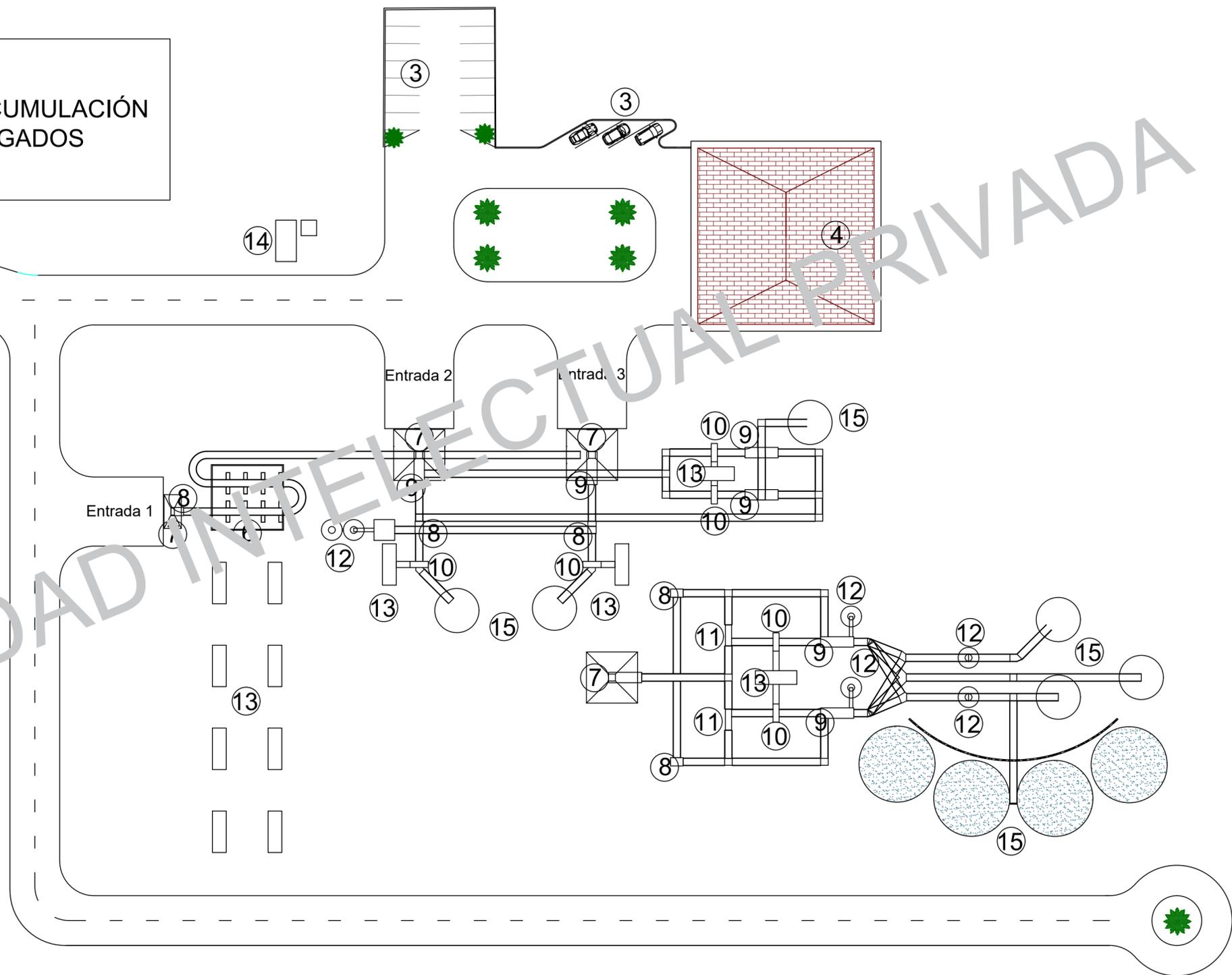
PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

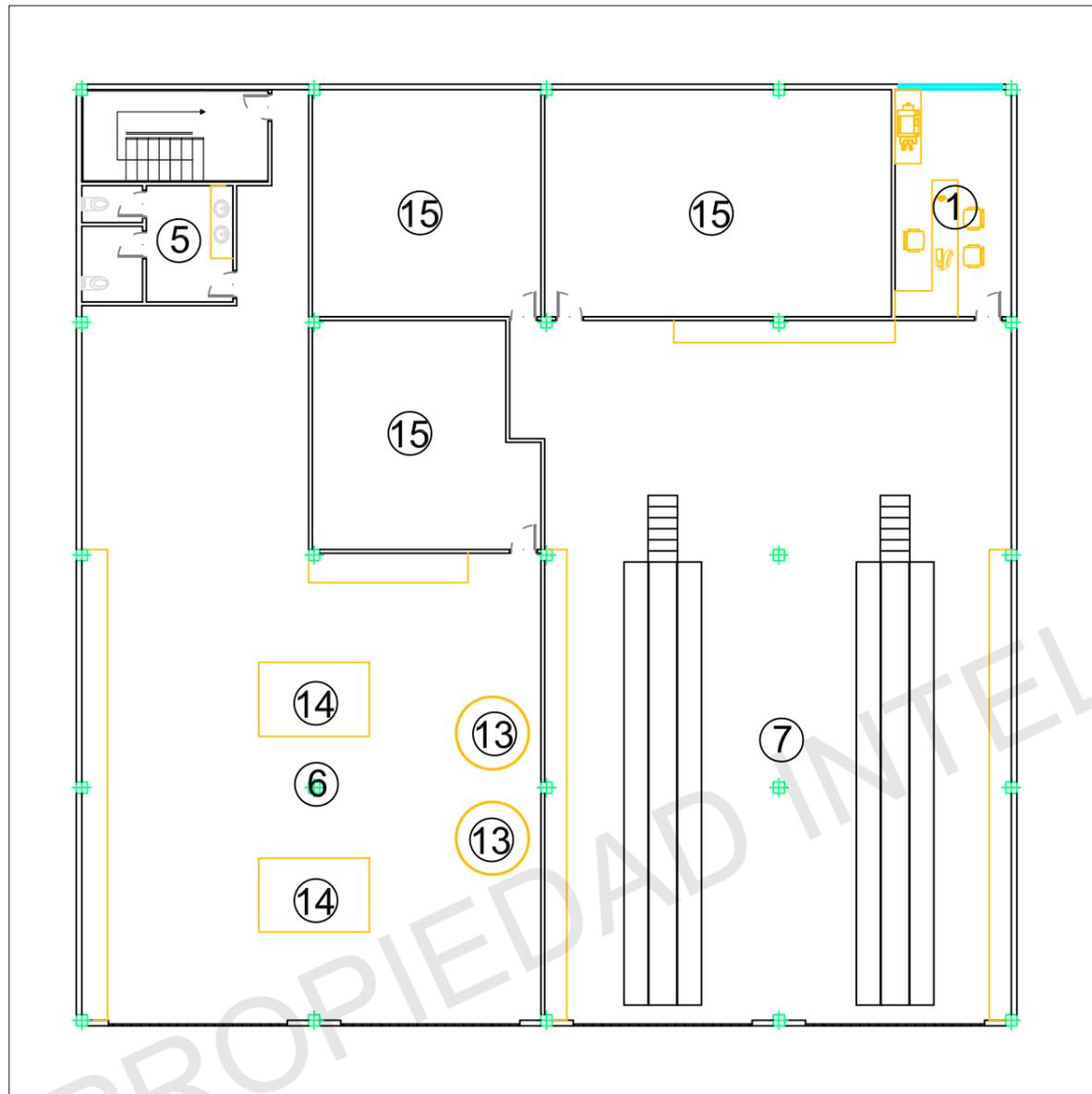
DEBE INCLUIR:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados según el Artículo 4 del presente reglamento.
2. Las medidas para la reducción de residuos en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en la obra.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección de la obra.
6. Un estimado del costo previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo aparte.
7. Disponer la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras sean gestionados en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su procesamiento por el gestor de residuos autorizado, en los términos que se indican en dicha resolución, y en particular en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones.

ÁREA DE EXPANSIÓN Y ACUMULACIÓN TEMPORAL DE AGREGADOS

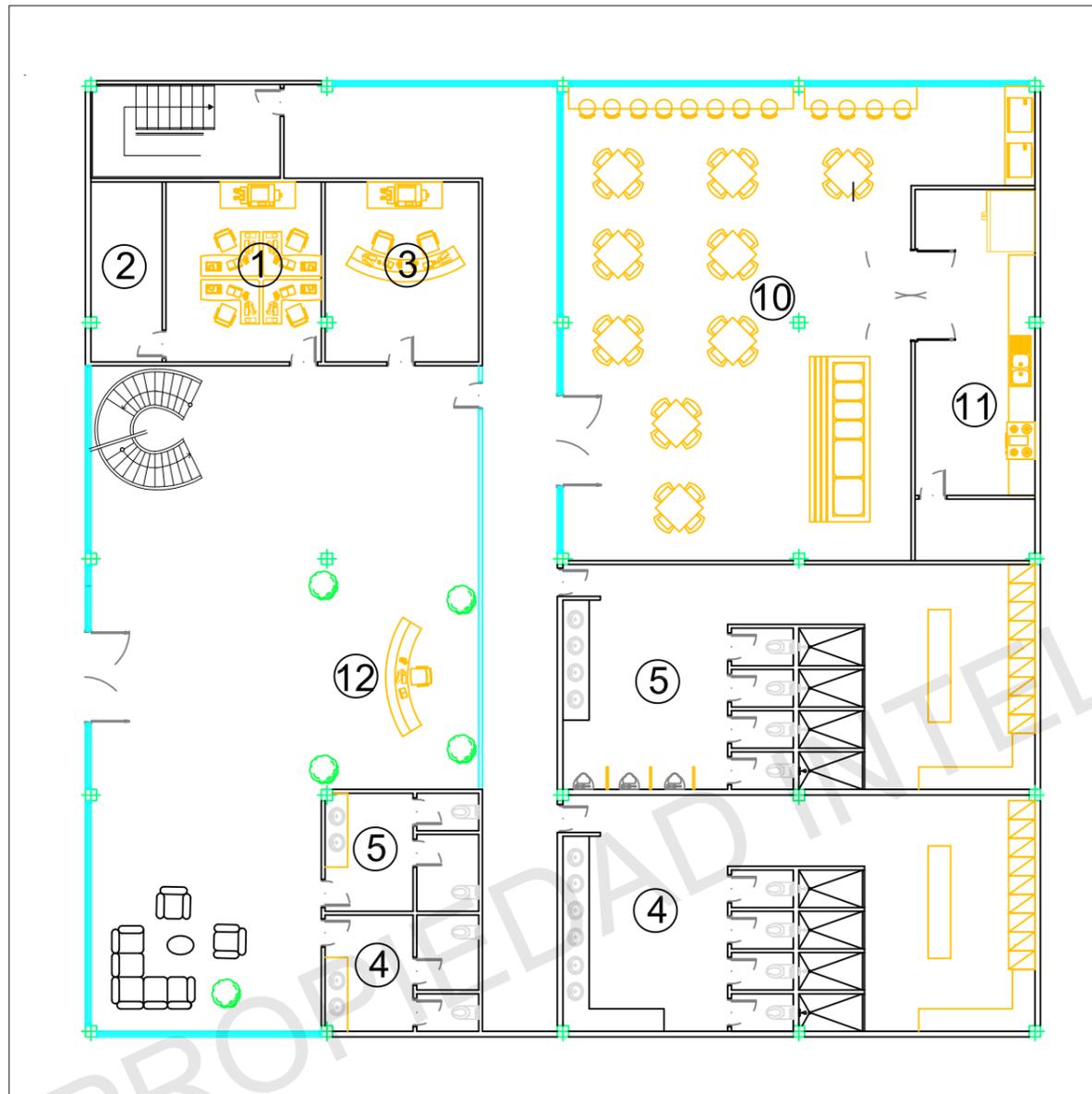
- ① CASETA VIGILANCIA
- ② BALANZAS
- ③ ESTACIONAMIENTOS
- ④ EDIFICIO ADMINISTRATIVO
- ⑤ CASETA VIGILANCIA
- ⑥ CABINA DE TRIAJE
- ⑦ TOLVAS
- ⑧ FRAGMENTADORAS
- ⑨ CRIBAS
- ⑩ ELECTRO-IMÁN
- ⑪ TROMEL
- ⑫ SISTEMA DE ASPIRACIÓN
- ⑬ CONTENEDORES
- ⑭ ZONA DE SERVICIOS
- ⑮ DISPOSICIÓN DE AGREGADOS



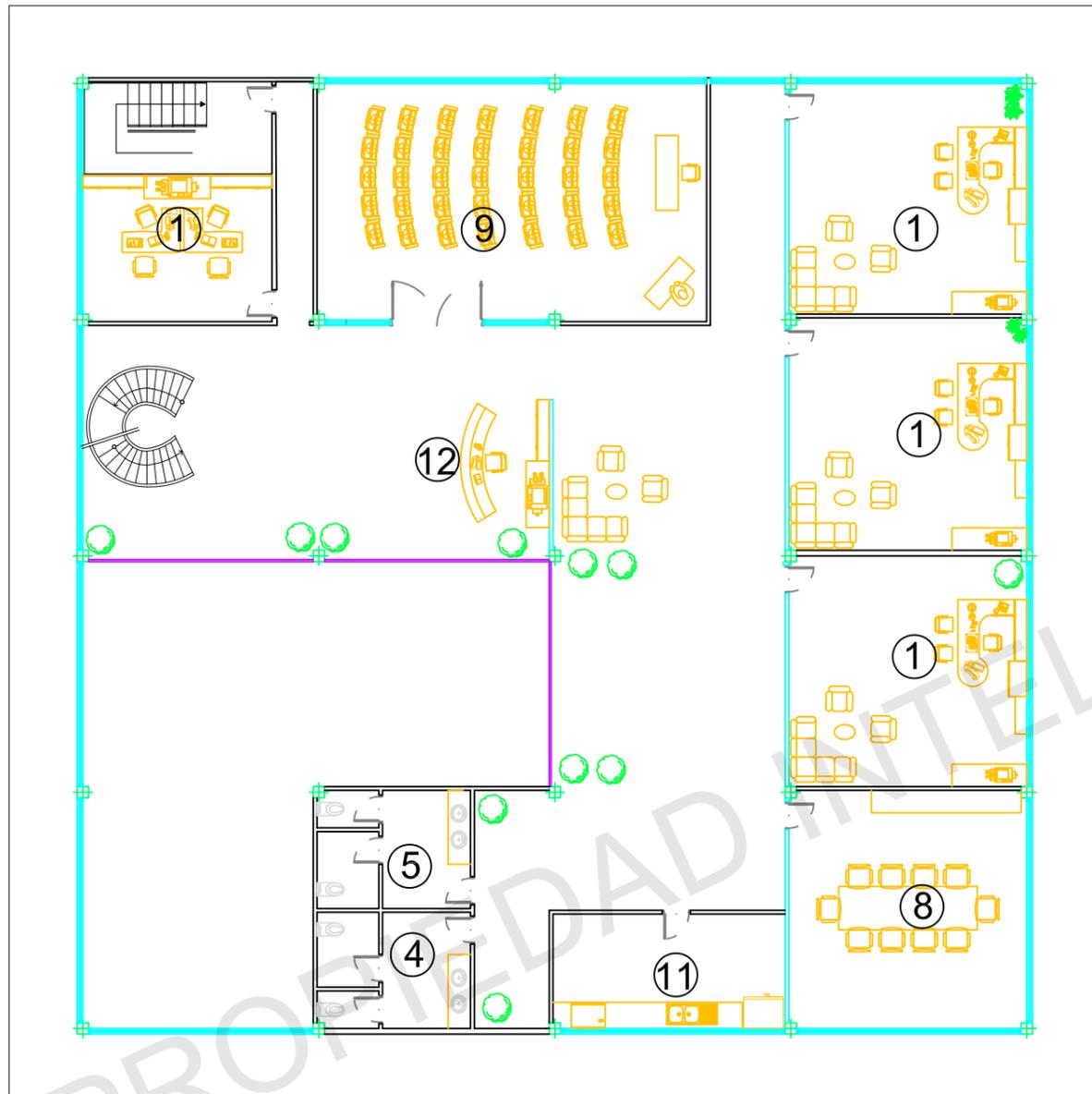


- ① OFICINAS
- ② ARCHIVOS
- ③ CAJA
- ④ BAÑO DE DAMA
- ⑤ BAÑO DE CABALLERO
- ⑥ TALLER DE MECÁNICA
- ⑦ TALLER DE MATERIALES
- ⑧ SALA DE REUNIONES
- ⑨ SALA DE CAPACITACIÓN
- ⑩ COMEDOR
- ⑪ COCINA
- ⑫ RECEPCIÓN
- ⑬ MEZCLADORA DE CONCRETO
- ⑭ MAQUINARIA DE BLOQUES Y ADOQUINES
- ⑮ DEPÓSITOS

PROPIEDAD INTELECTUAL PRIVADA



- ① OFICINAS
- ② ARCHIVOS
- ③ CAJA
- ④ BAÑO DE DAMA
- ⑤ BAÑO DE CABALLERO
- ⑥ TALLER DE MECÁNICA
- ⑦ TALLER DE MATERIALES
- ⑧ SALA DE REUNIONES
- ⑨ SALA DE CAPACITACIÓN
- ⑩ COMEDOR
- ⑪ COCINA
- ⑫ RECEPCIÓN
- ⑬ MEZCLADORA DE CONCRETO
- ⑭ MAQUINARIA DE BLOQUES Y ADOQUINES
- ⑮ DEPÓSITOS



- ① OFICINAS
- ② ARCHIVOS
- ③ CAJA
- ④ BAÑO DE DAMA
- ⑤ BAÑO DE CABALLERO
- ⑥ TALLER DE MECÁNICA
- ⑦ TALLER DE MATERIALES
- ⑧ SALA DE REUNIONES
- ⑨ SALA DE CAPACITACIÓN
- ⑩ COMEDOR
- ⑪ COCINA
- ⑫ RECEPCIÓN
- ⑬ MEZCLADORA DE CONCRETO
- ⑭ MAQUINARIA DE BLOQUES Y ADOQUINES
- ⑮ DEPÓSITOS

ANEXO 5. FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO

Tabla 1. Variables supuestas para el cálculo base.

| Variables Supuestas para el Cálculo Base | | |
|--|--------------------------|----------|
| Moneda adoptada para la evaluación: | USD - Dólares Americanos | |
| Tasa de Cambio adoptada para año "0": | 1,00 | USD |
| Tiempo de Concesión: | 25,00 | años |
| Tasa de variación de precios y costos diferentes a personal | 2,02% | |
| Tasa de Inflación anual estimada | 2,02% | |
| Tasa de Incremento Tarifario | 2,02% | |
| Tasa de Incremento Salarial | 4,02% | |
| Tasa de Interés a largo Plazo en Bancos Internacionales | 5,00% | |
| Recargo por RCD contaminado | 30% | |
| Porcentaje de esponjamiento materiales en camión | 30% | |
| Porcentaje de perdidas en procesamiento de RCD | 5% | |
| Porcentaje de perdidas en fabricación de bloques y adoquines | 10% | |
| Costo del Cemento | 20 | USD/Saco |
| Días Laborables en la Planta | 248 | días |
| Horas Laborables | 8 | Horas |
| Peso de Saco de Cemento (Kg) | 42,5 | Kg |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 2. Cálculo Inflacionario de Estados Unidos

| AÑO | Ultimos 10 años | | | |
|-------------|-----------------|--------|-------|-------|
| | | 1,222 | 1,020 | 2,02% |
| 2017 | 2,110 | 1,0211 | 1,196 | |
| 2016 | 2,070 | 1,0207 | 1,172 | |
| 2015 | 0,730 | 1,0073 | 1,164 | |
| 2014 | 0,760 | 1,0076 | 1,155 | |
| 2013 | 1,500 | 1,0150 | 1,138 | |
| 2012 | 1,740 | 1,0174 | 1,118 | |
| 2011 | 2,960 | 1,0296 | 1,086 | |
| 2010 | 1,500 | 1,0150 | 1,070 | |
| 2009 | 2,720 | 1,0272 | 1,042 | |
| 2008 | 0,090 | 1,0009 | 1,041 | |
| 2007 | 4,080 | 1,0408 | 1,000 | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 3. Producción anual estimada.

| | Unidades | Cantidad | | | | | |
|----------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | Año 1 10% | Año 2 20% | Año 3 35% | Año 4 50% | Año 5 50% | Año 6+ 75% |
| Producción Anual | | | | | | | |
| Ventas Principales | | | | | | | |
| Recepción de RCD limpio | Ton | 16.593 | 33.187 | 58.076 | 82.966 | 82.966 | 124.449 |
| Recepción de RCD sucio | Ton | 66.373 | 132.746 | 232.306 | 331.865 | 331.865 | 497.798 |
| Agregados | Ton | 48.802 | 97.604 | 170.808 | 244.011 | 244.011 | 366.016 |
| Adoquines | Piezas | 892.800 | 1.785.600 | 3.124.800 | 4.464.000 | 4.464.000 | 6.696.000 |
| Bloques | Piezas | 142.848 | 285.696 | 499.968 | 714.240 | 714.240 | 1.071.360 |
| Demolición Controlada | Ton | 129 | 258 | 452 | 645 | 645 | 968 |
| Retiro de Material de RCD limpio | Ton | 7.384 | 14.768 | 25.844 | 36.920 | 36.920 | 55.380 |
| Retiro de Material de RCD sucio | Ton | 9.209 | 18.419 | 32.232 | 46.046 | 46.046 | 69.069 |
| Operaciones de Ingeniería | Por operación | 2 | 5 | 8 | 12 | 12 | 18 |
| Ventas Secundarias | | | | | | | |
| Madera | Ton | 13.225 | 26.450 | 46.287 | 66.124 | 66.124 | 99.186 |
| Vidrio | Ton | 711 | 1.422 | 2.489 | 3.555 | 3.555 | 5.333 |
| Plástico | Ton | 2.020 | 4.040 | 7.070 | 10.099 | 10.099 | 15.149 |
| Papel | Ton | 990 | 1.981 | 3.466 | 4.951 | 4.951 | 7.427 |
| Metales | Ton | 2.513 | 5.026 | 8.795 | 12.564 | 12.564 | 18.846 |
| Cartón | Ton | 2.282 | 4.563 | 7.986 | 11.408 | 11.408 | 17.112 |
| Otros | Ton | 1.706 | 3.412 | 5.970 | 8.529 | 8.529 | 12.793 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 4. Residuos a recibir en toneladas por año.

| Tipo de Residuos | Demolición | | Rehabilitación | | Construcción | | Total | |
|----------------------------|------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|----------------|-------------------|
| | 49% | | 42% | | 9% | | 100% | |
| | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año |
| Ladrillos y Concreto | 85% | 345555 | 59% | 205590 | 59% | 44055 | 71,74% | 595.200,00 |
| Madera | 13% | 52850 | 20% | 69692 | 13% | 9707 | 15,94% | 132.248,23 |
| Materiales No Combustibles | 1% | 4065 | 20% | 69692 | 22% | 16427 | 10,87% | 90.184,33 |
| Materiales Combustibles | 1% | 4065 | 1% | 3485 | 6% | 4480 | 1,45% | 12.030,11 |
| | | | | | | | 100,00% | 829.662,67 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 5. Recepción y retiro de material por actividad.

| Tipo de Residuos | Demolición | | Rehabilitación | | Construcción | | Total | |
|----------------------------------|------------|---------|----------------|---------|--------------|---------|---------|------------|
| | 49% | | 42% | | 9% | | 100% | |
| | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año | Ton/año |
| Recepción de RCD limpio | 20% | 81307 | 20% | 69692 | 20% | 14934 | 20,00% | 165.932,53 |
| Recepción de RCD sucio | 80% | 325228 | 80% | 278767 | 80% | 59736 | 80,00% | 663.730,14 |
| Retiro de Material de RCD limpio | 70% | 56915 | 20% | 13938 | 20% | 2987 | 44,50% | 73.839,98 |
| Retiro de Material de RCD sucio | 30% | 24392 | 80% | 55753 | 80% | 11947 | 55,50% | 92.092,56 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 6. Composición de materia prima para bloques y adoquines.

| Mezcla | Piedra | Arena | Cemento |
|-----------|--------|-------|---------|
| Adoquines | 60% | 30% | 10% |
| Bloques | 60% | 30% | 10% |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 7. Cantidad de cemento anual estimada.

| Tipo de Producción | Total de Agregados Aprovechados 100% | Nro de Piezas por Maquinaria (Piezas/h) | Producción Anual (Piezas) | Peso por Pieza (Kg) | Toneladas Anuales de Agregado (Ton) | Porcentaje de Agregado de RCD | Cemento Anual (Sacos) |
|---------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Producción de Agregado | | - | - | - | 488.021,65 | 0,82 | - |
| Fabricación Adoquines | 595.200,00 | 4500 | 8.928.000,00 | 6,50 | 57.451,68 | 0,10 | 150.200,00 |
| Fabricación Bloques | | 720 | 1.428.480,00 | 17,00 | 24.041,32 | 0,04 | 62.853,00 |
| Total de Cemento (Sacos) | | | | | | | 213.053,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 8. Tarifas de los subproductos derivados de los RCD.

| Tipo de Venta | Tarifa Diferencial | Tarifas Esc. Base |
|---|------------------------------|-------------------|
| Ventas Principales | | |
| Recepción de RCD limpio | \$/T | 3,50 |
| Recepción de RCD sucio | \$/T | 4,55 |
| Agregados | Mas de 24 T (\$/T) | 14,00 |
| Adoquines | Mas de 500 piezas (\$/pieza) | 0,39 |
| Bloques | Mas de 500 piezas (\$/pieza) | 0,53 |
| Demolición Controlada | \$/T | 50,00 |
| Retiro y Transporte de Material de RCD limpio | \$/T | 9,80 |
| Retiro y Transporte de Material de RCD sucio | \$/T | 12,74 |
| Operaciones de Ingeniería | por operación | 800,00 |
| Ventas Secundarias | | |
| Madera | \$/T | 2,00 |
| Vidrio | \$/T | 5,00 |
| Plástico | \$/T | 4,00 |
| Papel | \$/T | 7,00 |
| Metales | \$/T | 20,00 |
| Cartón | \$/T | 7,00 |
| Otros | \$/T | 3,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 9. Ingreso por venta año "0"

| Producción | Unidades | \$ anuales |
|----------------------------------|-----------------|---------------------|
| Ventas Principales | | |
| Recepción de RCD limpio | Ton | 59.249,53 |
| Recepción de RCD sucio | Ton | 308.097,56 |
| Agregados (Ton) | Ton | 697.031,56 |
| Adoquines (Pieza) | Piezas | 358.641,11 |
| Bloques (Pieza) | Piezas | 76.510,10 |
| Demolición Controlada | Ton | 6.580,29 |
| Retiro de Material de RCD limpio | Ton | 73.824,91 |
| Retiro de Material de RCD sucio | Ton | 119.695,90 |
| Operaciones de Ingeniería | Por operación | 1.632,32 |
| Ventas Secundarias | | |
| Madera (Ton) | Ton | 26.983,93 |
| Vidrio (Ton) | Ton | 3.627,30 |
| Plástico (Ton) | Ton | 8.242,64 |
| Papel (Ton) | Ton | 7.072,11 |
| Metales (Ton) | Ton | 51.271,71 |
| Cartón (Ton) | Ton | 16.293,90 |
| Otros (Ton) | Ton | 5.220,63 |
| Total Ingreso Año "0" | | 1.819.975,50 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 10. Equipamiento de planta

| | | Características | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------|------------------|-----------|----------|------------|------------|----------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Peso | Dimensiones (mm) | Capacidad | Potencia | Nro. de | Costo | Cantidad | Transporte + | | Primera Fase | Segunda Fase | Inversión Año | Inversión Año | Inversión Año | Inversión Año | Inversión total | |
| | | (T) | | (T/h) | (Kw) | Operadores | | | Total | Nacionalización | | | Total | 5 | 10 | 15 | | 20 |
| EQUIPAMIENTO PLANTA | Tolva Grande | 37,0 | 11000x11000 | 200 | - | | 22.500,00 | 3 | 67.500,00 | 32.400,00 | 99.900,00 | 66.600,00 | 33.300,00 | 36.800,00 | 81.300,00 | 44.900,00 | 99.400,00 | 329.000,00 |
| | Precribador | 2,0 | 1500x4800 | 200 | 18,5 | | 125.000,00 | 2 | 250.000,00 | 120.000,00 | 370.000,00 | 185.000,00 | 185.000,00 | 204.500,00 | 226.000,00 | 249.700,00 | 276.000,00 | 1.141.200,00 |
| | Fragmentadora | 25,5 | 1200x1830 | 400 | 250 | | 130.000,00 | 2 | 260.000,00 | 124.800,00 | 384.800,00 | 192.400,00 | 192.400,00 | 212.600,00 | 235.000,00 | 259.700,00 | 287.000,00 | 1.186.700,00 |
| | Molino de Impacto | 25,5 | 1200x1831 | 400 | 250 | | 130.000,00 | 2 | 260.000,00 | 124.800,00 | 384.800,00 | 192.400,00 | 192.400,00 | 212.600,00 | 235.000,00 | 259.700,00 | 287.000,00 | 1.186.700,00 |
| | Electro-Imán | 1,8 | 2650x889 | - | 3 | | 40.000,00 | 6 | 240.000,00 | 115.200,00 | 355.200,00 | 177.600,00 | 177.600,00 | 196.300,00 | 216.900,00 | 239.700,00 | 264.900,00 | 1.095.400,00 |
| | Cribadora de Tierra | 2,0 | 1500x4800 | 200 | 18,5 | | 125.000,00 | 2 | 250.000,00 | 120.000,00 | 370.000,00 | 185.000,00 | 185.000,00 | 204.500,00 | 226.000,00 | 249.700,00 | 276.000,00 | 1.141.200,00 |
| | Cintas Transportadora | - | 1000 | 320 | 411 | | 11.700,00 | 40 | 468.000,00 | 224.640,00 | 692.640,00 | 346.320,00 | 346.320,00 | 382.700,00 | 423.000,00 | 467.500,00 | 516.600,00 | 2.136.120,00 |
| | Alimentador Vibratorio | 9,3 | 6082x2580x2083 | 600 | 22 | 4 | 40.000,00 | 2 | 80.000,00 | 38.400,00 | 118.400,00 | 59.200,00 | 59.200,00 | 65.400,00 | 72.300,00 | 79.900,00 | 88.300,00 | 365.100,00 |
| | Tromel | 1600,0 | 900x3000 | 200 | 7,5 | | 50.000,00 | 2 | 100.000,00 | 48.000,00 | 148.000,00 | 74.000,00 | 74.000,00 | 81.800,00 | 90.400,00 | 99.900,00 | 110.400,00 | 456.500,00 |
| | Cribador | 2,0 | 1500x4800 | 200 | 18,5 | | 125.000,00 | 2 | 250.000,00 | 120.000,00 | 370.000,00 | 185.000,00 | 185.000,00 | 204.500,00 | 226.000,00 | 249.700,00 | 276.000,00 | 1.141.200,00 |
| | Ciclón/Cascada | - | - | - | 4 | | 150.000,00 | 2 | 300.000,00 | 144.000,00 | 444.000,00 | 444.000,00 | 0,00 | 0,00 | 542.300,00 | 0,00 | 662.400,00 | 1.648.700,00 |
| | Aspersores | - | - | - | - | | 15.000,00 | 1 | 15.000,00 | 7.200,00 | 22.200,00 | 22.200,00 | 0,00 | 0,00 | 27.100,00 | 0,00 | 33.100,00 | 82.400,00 |
| | Sistema de Aspiración | - | - | - | - | | 150.000,00 | 3 | 450.000,00 | 216.000,00 | 666.000,00 | 666.000,00 | 0,00 | 0,00 | 813.400,00 | 0,00 | 993.500,00 | 2.472.900,00 |
| | Contenedores | - | 6000x2000 | 12m3 | - | | 3.000,00 | 9 | 27.000,00 | 12.960,00 | 39.960,00 | 26.640,00 | 13.320,00 | 14.700,00 | 32.500,00 | 18.000,00 | 39.700,00 | 131.540,00 |
| | Balanza | - | - | - | - | 2 | 15.000,00 | 2 | 30.000,00 | 14.400,00 | 44.400,00 | 44.400,00 | 0,00 | 0,00 | 54.200,00 | 0,00 | 66.200,00 | 164.800,00 |
| | Total equipamiento planta (USD\$) | | | | | | | | | 3.047.500,00 | 1.462.800,00 | 4.510.300,00 | 2.866.760,00 | 1.643.540,00 | 1.816.400,00 | 3.501.400,00 | 2.218.400,00 | 4.276.500,00 |
| Valor residual (USD\$) | | | | | | | | | | | 573.352,00 | 363.280,00 | 700.280,00 | 443.680,00 | 855.300,00 | 2.935.892,00 | | |
| Depreciaciones no realizadas (USD\$) | | | | | | | | | | | | | | | | 1.710.600,00 | 1.710.600,00 | |
| Total depreciaciones (USD\$) | | | | | | | | | | | | | | | | 10.032.968,00 | | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 11.1 Maquinarias

| | | Características | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------------------------------|------------|--------------|--------------|
| | | Peso (T) | Capacidad (T) | Potencia (KW) | Combustible (L) | Aceite de Motor (L) | Nro. de Operadores | Costo | Cantidad | Total | Transporte + Nacionalización (48%) | Total | Primera Fase | Segunda Fase |
| MAQUINARIA | Excavador . Capacidad= 13T | 86,80 | 10,2 | 405,0 | 1240,0 | 60,0 | 1 | 95.000,00 | 2 | 190.000,00 | 91.200,00 | 281.200,00 | 281.200,00 | 0,00 |
| | Grúa. Capacidad = 8T | 7,90 | 8,0 | 70,0 | - | - | 1 | 85.000,00 | 1 | 85.000,00 | 40.800,00 | 125.800,00 | 125.800,00 | 0,00 |
| | Camión Volquete | 23,00 | 24,0 | 236,0 | 412,0 | 38,0 | 1 | 75.000,00 | 3 | 225.000,00 | 108.000,00 | 333.000,00 | 222.000,00 | 111.000,00 |
| | Retroexcavadora | 12,30 | 2,3 | 95,0 | 165,0 | 8,5 | 1 | 150.000,00 | 2 | 300.000,00 | 144.000,00 | 444.000,00 | 222.000,00 | 222.000,00 |
| | Mini Shower. Capacidad = 3.23T | 8,10 | 3,2 | 72,0 | 154,0 | 8,8 | 1 | 80.000,00 | 4 | 320.000,00 | 153.600,00 | 473.600,00 | 236.800,00 | 236.800,00 |
| | Criba / Trituradora Móvil | 42,00 | 600,0 | 300,0 | - | - | 1 | 190.000,00 | 1 | 190.000,00 | 91.200,00 | 281.200,00 | 281.200,00 | 0,00 |
| ACCESORIOS | Garfo | 1,50 | - | - | - | - | - | 8.500,00 | 3 | 25.500,00 | 12.240,00 | 37.740,00 | 25.160,00 | 12.580,00 |
| | Pulpo | 0,56 | 0,5 | - | - | - | - | 9.500,00 | 3 | 28.500,00 | 13.680,00 | 42.180,00 | 28.120,00 | 14.060,00 |
| | Martillo Hidráulico | 0,95 | - | - | - | - | - | 10.000,00 | 3 | 30.000,00 | 14.400,00 | 44.400,00 | 29.600,00 | 14.800,00 |
| | Cizalla de Demolición | 4,20 | 12,0 | - | - | - | - | 9.500,00 | 3 | 28.500,00 | 13.680,00 | 42.180,00 | 28.120,00 | 14.060,00 |
| | Bola de Demolición 2T | 2,00 | - | - | - | - | - | 4.645,00 | 3 | 13.935,00 | 6.688,80 | 20.623,80 | 13.750,00 | 6.873,80 |
| | Bola de Demolición 3T | 3,00 | - | - | - | - | - | 6.967,00 | 3 | 20.901,00 | 10.032,48 | 30.933,48 | 20.620,00 | 10.313,48 |
| | Winche Cabrestable | - | 8,0 | 0,8 | - | - | - | 60.000,00 | 3 | 180.000,00 | 86.400,00 | 266.400,00 | 177.600,00 | 88.800,00 |
| Equipo de Demolición en Sitio | - | - | - | - | - | - | 200.000,00 | 3 | 600.000,00 | 288.000,00 | 888.000,00 | 592.000,00 | 296.000,00 | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 11.2 Maquinarias

| | | Inversión Año 5 | Inversión Año 10 | Inversión Año 15 | Inversión Año 20 | Inversión total |
|-------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| MAQUINARIA | Excavador . Capacidad= 13T | 0,00 | 379.600,00 | 0,00 | 419.500,00 | 1.080.300,00 |
| | Grúa. Capacidad = 8T | 0,00 | 169.800,00 | 0,00 | 187.700,00 | 483.300,00 |
| | Camión Volquete | 122.700,00 | 299.700,00 | 165.600,00 | 331.200,00 | 1.141.200,00 |
| | Retroexcavadora | 245.300,00 | 299.700,00 | 331.200,00 | 331.200,00 | 1.429.400,00 |
| | Mini Shower. Capacidad = 3.23T | 261.700,00 | 319.600,00 | 353.300,00 | 353.300,00 | 1.524.700,00 |
| | Criba / Trituradora Móvil | 0,00 | 379.600,00 | 0,00 | 419.500,00 | 1.080.300,00 |
| ACCESORIOS | Garfio | 13.900,00 | 34.000,00 | 18.800,00 | 37.500,00 | 129.360,00 |
| | Pulpo | 15.500,00 | 38.000,00 | 21.000,00 | 41.900,00 | 144.520,00 |
| | Martillo Hidráulico | 16.400,00 | 40.000,00 | 22.100,00 | 44.200,00 | 152.300,00 |
| | Cizalla de Demolición | 15.500,00 | 38.000,00 | 21.000,00 | 41.900,00 | 144.520,00 |
| | Bola de Demolición 2T | 7.600,00 | 18.600,00 | 10.300,00 | 20.500,00 | 70.750,00 |
| | Bola de Demolición 3T | 11.400,00 | 27.800,00 | 15.400,00 | 30.800,00 | 106.020,00 |
| | Winche Cabrestable | 98.100,00 | 239.700,00 | 132.500,00 | 264.900,00 | 912.800,00 |
| | Equipo de Demolición en Sitio | 327.100,00 | 799.100,00 | 441.600,00 | 883.100,00 | 3.042.900,00 |
| | | 1.135.200,00 | 3.083.200,00 | 1.532.800,00 | 3.407.200,00 | 11.442.370,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 12. Equipamiento de Taller

| | Descripción | Costo | Cantidad | Total |
|------------------------------|---|--------|----------|-----------------|
| MOBILIARIO DE OFICINA TALLER | Sillas de Oficina | 50,00 | 5,0 | 250,00 |
| | Mesas de Oficina | 800,00 | 1,0 | 800,00 |
| | Mesa de Archivos de Oficina | 700,00 | 1,0 | 700,00 |
| | Total mobiliario oficina de taller (USD\$) | | | 1.750,00 |
| EQUIPAMIENTO DE OFICINA | Computadoras | 600,00 | 1,0 | 600,00 |
| | Impresora | 350,00 | 1,0 | 350,00 |
| | Teléfono | 53,00 | 1,0 | 53,00 |
| | Total equipamiento (USD\$) | | | 1.003,00 |
| MOBILIA RIO DE TALLER | Mesas de trabajo | 200,00 | 5,0 | 1.000,00 |
| | Total mobiliario de taller (USD\$) | | | 1.000,00 |
| TOTAL TALLER (USD\$) | | | | 3.753,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 13. Maquinaria Taller

| | Descripción | Capacidad (T) | Potencia (KW) | Combustible (L) | Aceite de Motor (L) | Nro. de Operadores | Costo | Cantidad | Total |
|-------------------|------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|----------|-------------------|
| MAQUINARIA TALLER | Maquinaria de Adoquines | 110,0 | 15,5 | | | 4 | 150.000,00 | 1 | 150.000,00 |
| | Maquinaria de Bloques | 110,0 | 15,5 | | | 4 | 150.000,00 | 1 | 150.000,00 |
| | Mezcladora de concreto | 1,6 | 62,0 | | | 1 | 50.000,00 | 2 | 100.000,00 |
| | Polipasto | 50,0 | 3,0 | | | 1 | 21.000,00 | 1 | 21.000,00 |
| | TOTAL MAQUINARIA TALLER USD | | | | | | | | 421.000,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 14. Equipamiento de oficinas

| Sector | Descripción | Costo | Cantidad | Total |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------|------------------|
| MOBILIARIO DE OFICINA | Sillas de Oficina | 50,00 | 35 | 1.750,00 |
| | Mesas de Oficina | 5.500,00 | 2 | 8.250,00 |
| | Recepción / Caja | 1.180,00 | 3 | 3.540,00 |
| | Escritorios Gerentes | 1.760,00 | 3 | 5.280,00 |
| | Mesa de Reunión | 2.500,00 | 1 | 2.500,00 |
| | Sofá Star | 1.000,00 | 2 | 2.000,00 |
| | Sofá de Oficina | 550,00 | 3 | 1.650,00 |
| | Armario de Archivos | 20.000,00 | 1 | 20.000,00 |
| | Mesa de Archivos de Oficina | 70,00 | 9 | 630,00 |
| | Sillas de Auditorium | 100,00 | 35 | 3.500,00 |
| | Podium | 80,00 | 1 | 80,00 |
| | Lockers | 20,00 | 77 | 1.540,00 |
| | | Total mobiliario (USD\$) | | |
| EQUIPAMIENTO DE OFICINA | Computadoras | 600,00 | 9 | 5.400,00 |
| | Computadoras Gerentes | 800,00 | 3 | 2.400,00 |
| | Calculadora | 25,00 | 12 | 300,00 |
| | Impresora | 350,00 | 7 | 2.450,00 |
| | Teléfono | 53,00 | 12 | 636,00 |
| | Proyector | 90,00 | 2 | 180,00 |
| | Dispensador de Jabón | 11,00 | 6 | 66,00 |
| | Nevera Comedor | 2.100,00 | 1 | 2.100,00 |
| | Nevera Ejecutiva | 400,00 | 1 | 400,00 |
| | Microondas | 80,00 | 3 | 240,00 |
| | Cocina | 700,00 | 1 | 700,00 |
| | Buffet | 200,00 | 1 | 200,00 |
| | Secador de Manos | 130,00 | 6 | 780,00 |
| | Cafetera | 80,00 | 2 | 160,00 |
| | Plantas | 30,00 | 20 | 600,00 |
| | Taburetes | 60,00 | 12 | 720,00 |
| | Mesa con Cuatro Sillas | 160,00 | 9 | 1.440,00 |
| | Contenedores de Basura | 100,00 | 2 | 200,00 |
| | Total equipamiento (USD\$) | | | 18.972,00 |
| | TOTAL OFICINA (USD\$) | | | 69.692,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 15.1 Inversión

| INVERSIONES EN OBRAS Y ACTIVOS FIJOS | | | | Vida Útil | Valor Residual | Dep./ Amort Anual | Año 00 | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | Año 06 | Año 07 | Año 08 | Año 09 | Año 10 |
|--|--|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| (en Dólares Americanos USD) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión fija | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oficina central | Oficina central (1212 m2) | 25 | 96.960,00 | 19.392,00 | 484.800,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Mobiliario de oficina | 5 | | 10.144,00 | 50.720,00 | | | | | | | 45.956,00 | | | | | 50.680,00 |
| | Equipamiento de oficina | 5 | | 3.794,40 | 18.972,00 | | | | | | | 17.205,60 | | | | | 19.000,00 |
| | Sub total oficina central | | 96.960,00 | 33.330,40 | 554.492,00 | | | | | | | 63.161,60 | | | | | 69.680,00 |
| Talleres de mecánica y materiales | Taller y oficinas (651 m2) | 25 | 52.080,00 | 10.416,00 | 260.400,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Maquinaria de taller | 15 | | 28.066,67 | 421.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Mobiliario de taller | 5 | | 200,00 | 1.000,00 | | | | | | | 900,00 | | | | | 980,00 |
| | Mobiliario de oficina | 5 | | 350,00 | 1.750,00 | | | | | | | 1.550,00 | | | | | 1.720,00 |
| | Equipamiento de oficina | 5 | | 200,60 | 1.003,00 | | | | | | | 899,40 | | | | | 980,00 |
| Sub total talleres de mecánica y materiales | | 52.080,00 | 39.233,27 | 685.153,00 | | | | | | | 3.349,40 | | | | | 3.680,00 | |
| Planta de procesamiento | Cabina de Triaje (100 m2) | 25 | 8.000,00 | 1.600,00 | 40.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Maquinaria de planta | 15 | | 121.811,73 | 2.283.970,00 | | | | | | | 1.135.200,00 | | | | | |
| | Equipamiento de planta | 10 | | 229.340,80 | 2.866.760,00 | | | | | | | 1.816.400,00 | | | | | 2.928.048,00 |
| | Sub total planta de procesamiento | | 8.000,00 | 352.752,53 | 5.190.730,00 | | | | | | | 2.951.600,00 | | | | | 2.928.048,00 |
| Áreas varias | Terreno (2.2 ha aprox.) | 25 | 40.000,00 | 8.000,00 | 200.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Tanque de diesel | 25 | 4.000,00 | 800,00 | 20.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Tanque de agua | 25 | 500,00 | 100,00 | 2.500,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Isla | 25 | 5.984,00 | 1.196,80 | 29.920,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Pavimento | 25 | 0,00 | 800,00 | 20.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Planta de generación eléctrica | 15 | | 12.000,00 | 180.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| Sub total áreas varias | | 50.484,00 | 22.896,80 | 452.420,00 | | | | | | | 0,00 | | | | | 0,00 | |
| Total inversión fija | | 207.524,00 | 448.213,00 | 6.882.795,00 | | | | | | | 3.018.111,00 | | | | | 3.001.408,00 | |
| Inversión diferida | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Estudios técnicos y económicos | 10 | | 15.000,00 | 150.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Estudios de mercado + publicidad | 10 | | 7.500,00 | 75.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Implantación administrativa y organizativa | 10 | | 2.500,00 | 25.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| | Capacitación | 10 | | 2.000,00 | 20.000,00 | | | | | | | | | | | | |
| Total inversión diferida | | | | 27.000,00 | 270.000,00 | | | | | | 0,00 | | | | | 0,00 | |
| Capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Efectivo y banco | | 6 meses de Costos | | 1.124.000,0 | | | | | | | | | | | | |
| Total capital de trabajo | | | | | 1.124.000,00 | | | | | | 0,00 | | | | | 0,00 | |
| MONTO GLOBAL INVERSIONES | | 207.524,0 | 475.213,0 | 8.276.795,0 | | | | | | | 3.018.111,00 | | | | | 3.001.408,00 | |
| | | | | | | | Año 00 | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | Año 06 | Año 07 | Año 08 | Año 09 | Año 10 |
| Depreciación | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Oficina central | | | | | | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 |
| | Talleres de mecánica y materiales | | | | | | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 |
| | Planta de procesamiento | | | | | | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 558.608,53 | 558.608,53 | 558.608,53 | 558.608,53 | 558.608,53 | 558.608,53 |
| | Áreas varias | | | | | | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 |
| | Amortización Inversión Diferida | | | | | | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 |
| Total Depreciaciones | | | | | | | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 15.2. Inversión

| INVERSIONES EN OBRAS Y ACTIVOS FIJOS | | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| | | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 |
| (en Dólares Americanos USD) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión fija | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oficina central | Oficina central (1212 m2) | | | | | | | | | | | | | | | -96.960,00 |
| | Mobiliario de oficina | | | | | 56.120,00 | | | | 62.000,00 | | | | | | -15.140,00 |
| | Equipamiento de oficina | | | | | 20.960,00 | | | | 23.180,00 | | | | | | -5.660,00 |
| | Sub total oficina central | | | | | 77.080,00 | | | | 85.180,00 | | | | | | -117.760,00 |
| Talleres de mecánica y materiales | Taller y oficinas (651 m2) | | | | | | | | | | | | | | | -52.080,00 |
| | Maquinaria de taller | | | | | 484.100,00 | | | | | | | | | | -265.206,67 |
| | Mobiliario de taller | | | | | 1.060,00 | | | | 1.240,00 | | | | | | -300,00 |
| | Mobiliario de oficina | | | | | 1.980,00 | | | | 2.120,00 | | | | | | -520,00 |
| | Equipamiento de oficina | | | | | 1.160,00 | | | | 1.220,00 | | | | | | -300,00 |
| Sub total talleres de mecánica y materiales | | | | | 488.300,00 | | | | 4.580,00 | | | | | | -318.406,67 | |
| Planta de procesamiento | Cabina de Triaje (100 m2) | | | | | | | | | | | | | | | -8.000,00 |
| | Maquinaria de planta | | | | | 2.626.206,00 | | | | 1.305.260,00 | | | | | | -2.562.420,00 |
| | Equipamiento de planta | | | | | 1.855.120,00 | | | | 3.576.220,00 | | | | | | -3.009.580,00 |
| | Sub total planta de procesamiento | | | | | 4.481.326,00 | | | | 4.881.480,00 | | | | | | -5.580.000,00 |
| Áreas varias | Terreno (2.2 ha aprox.) | | | | | | | | | | | | | | | -40.000,00 |
| | Tanque de diesel | | | | | | | | | | | | | | | -4.000,00 |
| | Tanque de agua | | | | | | | | | | | | | | | -500,00 |
| | Isla | | | | | | | | | | | | | | | -5.984,00 |
| | Pavimento | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| | Planta de generación eléctrica | | | | | 207.000,00 | | | | | | | | | | -113.400,00 |
| | Sub total áreas varias | | | | | 207.000,00 | | | | 0,00 | | | | | | -163.884,00 |
| Total inversión fija | | | | | 5.253.706,00 | | | | 4.971.240,00 | | | | | | -6.180.050,67 | |
| Inversión diferida | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estudios técnicos y económicos | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| Estudios de mercado + publicidad | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| Implantación administrativa y organizativa | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| Capacitación | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| Total inversión diferida | | | | | | 0,00 | | | | 0,00 | | | | | 0,00 | |
| Capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Efectivo y banco | | | | | | | | | | | | | | | | -1.124.000,00 |
| Total capital de trabajo | | | | | | 0,00 | | | | 0,00 | | | | | -1.124.000,00 | |
| MONTO GLOBAL INVERSIONES | | | | | | 5.253.706,00 | | | | 4.971.240,00 | | | | | -7.304.050,67 | |
| | | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 |
| Depreciación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oficina central | | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 |
| Talleres de mecánica y materiales | | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 |
| Planta de procesamiento | | 609.379,73 | 609.379,73 | 609.379,73 | 609.379,73 | 609.379,73 | 684.154,67 | 684.154,67 | 684.154,67 | 684.154,67 | 684.154,67 | 767.341,33 | 767.341,33 | 767.341,33 | 767.341,33 | 767.341,33 |
| Áreas varias | | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 |
| Amortización Inversión Diferida | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Depreciaciones | | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 16. Programa de adquisiciones

| <i>INVERSIONES EN OBRAS Y ACTIVOS FIJOS</i> <i>(en Dólares Americanos USD)</i> | PROGRAMA DE ADQUISICIONES | | | | | |
|---|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | Año 00 | Año 05 | Año 10 | Año 15 | Año 20 | Total |
| Oficina central | 554.492,00 | 77.100,00 | 85.100,00 | 94.100,00 | 104.000,00 | 914.792,00 |
| Oficina central (1212 m2) | 484.800,00 | | | | | 484.800,00 |
| Mobiliario de oficina | 50.720,00 | 56.100,00 | 61.900,00 | 68.500,00 | 75.700,00 | 312.920,00 |
| Equipamiento de oficina | 18.972,00 | 21.000,00 | 23.200,00 | 25.600,00 | 28.300,00 | 117.072,00 |
| Taller de mecánica y materiales | 685.153,00 | 4.100,00 | 4.500,00 | 573.400,00 | 5.600,00 | 1.272.753,00 |
| Taller y oficinas (651 m2) | 260.400,00 | | | | | 260.400,00 |
| Maquinaria de taller | 421.000,00 | | | 568.300,00 | | 989.300,00 |
| Mobiliario de taller | 1.000,00 | 1.100,00 | 1.200,00 | 1.300,00 | 1.500,00 | 6.100,00 |
| Mobiliario de oficina | 1.750,00 | 1.900,00 | 2.100,00 | 2.400,00 | 2.600,00 | 10.750,00 |
| Equipamiento de oficina | 1.003,00 | 1.100,00 | 1.200,00 | 1.400,00 | 1.500,00 | 6.203,00 |
| Planta de procesamiento | 5.190.730,00 | 2.951.600,00 | 3.501.400,00 | 5.301.400,00 | 5.808.800,00 | 22.753.930,00 |
| Cabina de triaje (100 m2) | 40.000,00 | | | | | 40.000,00 |
| Maquinaria de planta | 2.283.970,00 | 1.135.200,00 | | 3.083.000,00 | 1.532.300,00 | 8.034.470,00 |
| Equipamiento de planta | 2.866.760,00 | 1.816.400,00 | 3.501.400,00 | 2.218.400,00 | 4.276.500,00 | 14.679.460,00 |
| Areas Varias | 452.420,00 | 0,00 | 0,00 | 243.000,00 | 0,00 | 695.420,00 |
| Terreno (2,2 ha aprox.) | 200.000,00 | | | | | 200.000,00 |
| Tanque de diesel | 20.000,00 | | | | | 20.000,00 |
| Tanque de agua | 2.500,00 | | | | | 2.500,00 |
| Isla | 29.920,00 | | | | | 29.920,00 |
| Pavimento (5000 m2) | 20.000,00 | | | | | 20.000,00 |
| Planta de generacion electrica | 180.000,00 | | | 243.000,00 | | 423.000,00 |
| Total inversión fija | 6.882.795,00 | 3.032.800,00 | 3.591.000,00 | 6.211.900,00 | 5.918.400,00 | 25.636.895,00 |
| Inversión diferida | 270.000,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 270.000,00 |
| Estudios técnicos y económicos | 150.000,00 | | | | | 150.000,00 |
| Estudios de mercado + publicidad (*) | 75.000,00 | | | | | 75.000,00 |
| Implantación administrativa y organizativa (*) | 25.000,00 | | | | | 25.000,00 |
| Capacitación (*) | 20.000,00 | | | | | 20.000,00 |
| Capital de trabajo | 1.124.000,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.124.000,00 |
| Efectivo y banco (6 meses de costos) | 1.124.000,00 | | | | | 1.124.000,00 |
| MONTO GLOBAL INVERSIONES | 8.276.795,00 | 3.032.800,00 | 3.591.000,00 | 6.211.900,00 | 5.918.400,00 | 27.030.895,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 17. Depreciación y Amortización

| DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS | Vida Útil años | Depreciación/Amortización Anual | | | | | Valor Residual (**) | | Ingresos por Venta de Activos Depreciados | | | | |
|--|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | | Años 0 A 5 | Años 6 A 10 | Años 11 A 15 | Años 16 A 20 | Años 21 A 25 | Porcentual | Valor | Año 05 | Año 10 | Año 15 | Año 20 | Año 25 |
| Oficina Central | | 33.330,40 | 34.812,00 | 34.812,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | | 182.958,40 | 13.938,40 | 15.420,00 | 17.020,00 | 18.820,00 | 117.760,00 |
| Oficina central (1212 m2) | 25 | 19.392,00 | 19.392,00 | 19.392,00 | 19.392,00 | 19.392,00 | 20% | 96.960,0 | | | | | 96.960,0 |
| Mobiliario de oficina | 5 | 10.144,00 | 11.220,00 | 11.220,00 | 13.700,00 | 13.700,00 | 20% | 62.584,0 | 10.144,0 | 11.220,0 | 12.380,0 | 13.700,0 | 15.140,0 |
| Equipamiento de oficina | 5 | 3.794,40 | 4.200,00 | 4.200,00 | 5.120,00 | 5.120,00 | 20% | 23.414,4 | 3.794,4 | 4.200,0 | 4.640,0 | 5.120,0 | 5.660,0 |
| Taller de Mecánica y Materiales | | 39.233,27 | 39.302,67 | 39.302,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | | 254.550,60 | 750,60 | 820,00 | 85.100,00 | 1.020,00 | 318.406,67 |
| Taller y oficinas (651 m2) | 25 | 10.416,00 | 10.416,00 | 10.416,00 | 10.416,00 | 10.416,00 | 20% | 52.080,0 | | | | | 52.080,0 |
| Maquinaria de taller | 15 | 28.066,67 | 28.066,67 | 28.066,67 | 37.886,67 | 37.886,67 | 20% | 197.860,0 | | | 84.200,0 | | 265.206,7 |
| Mobiliario de taller | 5 | 200,00 | 220,00 | 220,00 | 260,00 | 260,00 | 20% | 1.220,0 | 200,0 | 220,0 | 240,0 | 260,0 | 300,0 |
| Mobiliario de oficina | 5 | 350,00 | 380,00 | 380,00 | 480,00 | 480,00 | 20% | 2.150,0 | 350,0 | 380,0 | 420,0 | 480,0 | 520,0 |
| Equipamiento de oficina | 5 | 200,60 | 220,00 | 220,00 | 280,00 | 280,00 | 20% | 1.240,6 | 200,6 | 220,0 | 240,0 | 280,0 | 300,0 |
| Planta de procesamiento | | 352.752,53 | 558.608,53 | 609.379,73 | 684.154,67 | 767.341,33 | | 4.550.786,00 | 0,00 | 573.352,00 | 820.074,00 | 927.320,00 | 5.580.000,00 |
| Cabina de triaje (100 m2) | 25 | 1.600,00 | 1.600,00 | 1.600,00 | 1.600,00 | 1.600,00 | 20% | 8.000,0 | | | | | 8.000,0 |
| Maquinaria de planta | 15 | 121.811,73 | 182.355,73 | 182.355,73 | 224.970,67 | 246.149,33 | 20% | 1.606.894,0 | | | 456.794,0 | 227.040,0 | 2.562.420,0 |
| Equipamiento de planta | 10 | 229.340,80 | 374.652,80 | 425.424,00 | 457.584,00 | 519.592,00 | 20% | 2.935.892,0 | | 573.352,0 | 363.280,0 | 700.280,0 | 3.009.580,0 |
| Áreas Varias | | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | | 135.084,00 | 0,00 | 0,00 | 36.000,00 | 0,00 | 163.884,00 |
| Terreno (2,2 ha aprox.) | 25 | 8.000,00 | 8.000,00 | 8.000,00 | 8.000,00 | 8.000,00 | 20% | 40.000,0 | | | | | 40.000,0 |
| Tanque de diesel | 25 | 800,00 | 800,00 | 800,00 | 800,00 | 800,00 | 20% | 4.000,0 | | | | | 4.000,0 |
| Tanque de agua | 25 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 20% | 500,0 | | | | | 500,0 |
| Isla | 25 | 1.196,80 | 1.196,80 | 1.196,80 | 1.196,80 | 1.196,80 | 20% | 5.984,0 | | | | | 5.984,0 |
| Pavimento (5000 m2) | 25 | 800,00 | 800,00 | 800,00 | 800,00 | 800,00 | 0% | 0,0 | | | | | 0,0 |
| Planta de generación eléctrica | 15 | 12.000,00 | 12.000,00 | 12.000,00 | 16.200,00 | 16.200,00 | 20% | 84.600,0 | | | 36.000,0 | | 113.400,0 |
| Inversión Diferida | | 27.000,00 | 27.000,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | 14.689,00 | 589.592,00 | 958.194,00 | 947.160,00 | 6.180.050,67 |
| Estudios técnicos y económicos | 10 | 15.000,00 | 15.000,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0% | | | | | | |
| Estudios de mercado + publicidad (*) | 10 | 7.500,00 | 7.500,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0% | | | | | | |
| Implantación administrativa y organizativa (*) | 10 | 2.500,00 | 2.500,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0% | | | | | | |
| Capacitación (*) | 10 | 2.000,00 | 2.000,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0% | | | | | | |
| TOTAL DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN | | 475.213,00 | 682.620,00 | 706.391,20 | 798.786,13 | 881.972,80 | | | | | | | |

(*) Nota: Erogaciones posteriores al Año "0" relacionadas con estas actividades fueron incorporadas como Gastos Operativos en la Oficina Central

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 18.1. Fuentes de financiamiento

| FUENTES DE FINANCIAMIENTO | Condiciones del Préstamo | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | | Año 00 | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | Año 06 | Año 07 | Año 08 | Año 09 | Año 10 |
| (en Dólares Americanos US\$) | | | | | | | | | | | | |
| Fuentes de financiamiento | | | | | | | | | | | | |
| Fuentes internas | Para oficina central | 554.492,00 | | | | | | | | | | |
| | Para inversiones diferidas | 270.000,00 | | | | | | | | | | |
| | Para capital de trabajo | 1.124.000,00 | | | | | | | | | | |
| Ingresos generados internamente | | | | | | | 3.018.111,00 | | | | | 3.001.408,00 |
| Fuentes externas | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | Para taller | 685.153,00 | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 2 | Para planta de procesamiento | 5.190.730,00 | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 3 | Para otras áreas | 452.420,00 | | | | | | | | | | |
| Total fuentes de financiamiento | | 8.276.795,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3.018.111,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3.001.408,00 |
| Servicio de la deuda a largo plazo | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | Intereses al | 5,00% | | | | | | | | | | |
| Deuda | Préstamo a 6 años | | 685.153,00 | 584.423,54 | 478.657,61 | 367.603,38 | 250.996,44 | 128.559,15 | | 0,00 | | |
| Cuota | | | 134.987,11 | | |
| Intereses | | | 34.257,65 | 29.221,18 | 23.932,88 | 18.380,17 | 12.549,82 | 6.427,96 | | 0,00 | | |
| Préstamo Banco 2 | Intereses al | 5,00% | | | | | | | | | | |
| Deuda | Préstamo a 6 años | | 5.190.730,00 | 4.427.602,02 | 3.626.317,64 | 2.784.969,04 | 1.901.553,01 | 973.966,17 | | 0,00 | | |
| Cuota | | | 1.022.664,48 | | |
| Intereses | | | 259.536,50 | 221.380,10 | 181.315,88 | 139.248,45 | 95.077,65 | 48.698,31 | | 0,00 | | |
| Préstamo Banco 3 | Intereses al | 5,00% | | | | | | | | | | |
| Deuda | Préstamo a 6 años | | 452.420,00 | 385.906,36 | 316.067,03 | 242.735,74 | 165.737,88 | 84.890,14 | | 0,00 | | |
| Cuota | | | 89.134,64 | | |
| Intereses | | | 22.621,00 | 19.295,32 | 15.803,35 | 12.136,79 | 8.286,89 | 4.244,51 | | 0,00 | | |
| Servicio de la deuda | | | | | | | | | | | | |
| Banco 1 | US\$ | | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | 134.987,11 | | |
| Banco 2 | US\$ | | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | 1.022.664,48 | | |
| Banco 3 | US\$ | | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | 89.134,64 | | |
| Total | | | 1.246.786,23 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 18.2. Fuentes de financiamiento

| FUENTES DE FINANCIAMIENTO | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 |
| (en Dólares Americanos US\$) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuentes de financiamiento | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuentes internas | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingresos generados internamente | | | | | 5.253.706,00 | | | | | 4.971.240,00 | | | | | |
| Fuentes externas | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total fuentes de financiamiento | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5.253.706,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4.971.240,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Servicio de la deuda a largo plazo | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Deuda | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuota | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intereses | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Deuda | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuota | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intereses | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Deuda | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuota | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intereses | | | | | | | | | | | | | | | |
| Servicio de la deuda | | | | | | | | | | | | | | | |
| Banco 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Banco 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Banco 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 19.1. Ingresos

| DATOS Y METAS DE RECEPCIÓN DE DESECHOS | Cantidad de Referencia | Toneladas Anuales | Volumen Anual | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | Año 06 | Año 07 | Año 08 | Año 09 | Año 10 |
| Ventas principales | | | | | | | | | | | | | |
| Recepción de RCD limpio | 20,00% | 165.933 | 366.711 | 59.249,53 | 120.892,74 | 215.835,85 | 314.565,34 | 320.919,56 | 491.103,20 | 501.023,49 | 511.144,16 | 521.469,28 | 532.002,96 |
| Recepción de RCD sucio | 80,00% | 663.730 | 1.466.844 | 308.097,56 | 628.642,25 | 1.122.346,45 | 1.635.739,78 | 1.668.781,72 | 2.553.736,67 | 2.605.322,15 | 2.657.949,65 | 2.711.640,24 | 2.766.415,37 |
| Agregados | 81,99% | 488.022 | 1.078.528 | 697.031,56 | 1.422.223,20 | 2.539.166,19 | 3.700.653,36 | 3.775.406,56 | 5.777.504,66 | 5.894.210,25 | 6.013.273,30 | 6.134.741,42 | 6.258.663,19 |
| Adoquines (piezas) | 8928000 | 58.032 | 89.686 | 358.641,11 | 731.771,32 | 1.306.467,92 | 1.904.083,67 | 1.942.546,17 | 2.972.678,40 | 3.032.726,50 | 3.093.987,58 | 3.156.486,12 | 3.220.247,14 |
| Bloques (piezas) | 1428480 | 24.284 | 37.530 | 76.510,10 | 156.111,21 | 278.713,16 | 406.204,52 | 414.409,85 | 634.171,39 | 646.981,65 | 660.050,68 | 673.383,71 | 686.986,06 |
| Demolición controlada | 60000 m2 | 1290 | 2.851 | 6.580,29 | 13.426,42 | 23.970,87 | 34.935,82 | 35.641,53 | 54.542,23 | 55.643,98 | 56.767,99 | 57.914,71 | 59.084,58 |
| Retiro de material de RCD limpio | 2000% | 73.840 | 163.186 | 73.824,91 | 150.632,36 | 268.931,48 | 391.948,42 | 399.865,77 | 611.914,59 | 624.275,27 | 636.885,63 | 649.750,72 | 662.875,68 |
| Retiro de material de RCD sucio | 8000% | 92.093 | 203.525 | 119.695,90 | 244.227,52 | 436.031,59 | 635.484,90 | 648.321,70 | 992.126,69 | 1.012.167,65 | 1.032.613,44 | 1.053.472,23 | 1.074.752,37 |
| Operaciones de Ingeniería | 24 | - | - | 1.632,32 | 4.163,23 | 6.795,73 | 10.399,50 | 10.609,57 | 16.235,83 | 16.563,79 | 16.898,38 | 17.239,73 | 17.587,97 |
| Sub Total ventas principales | | 1.567.223 | 3.408.860 | 1.701.263,28 | 3.472.090,25 | 6.198.259,23 | 9.034.015,31 | 9.216.502,42 | 14.104.013,66 | 14.388.914,73 | 14.679.570,81 | 14.976.098,14 | 15.278.615,33 |
| Ventas secundarias | | | | | | | | | | | | | |
| Madera | 15,94% | 132.248 | 198.372 | 26.983,93 | 55.058,01 | 98.297,82 | 143.262,04 | 146.155,94 | 223.662,43 | 228.180,41 | 232.789,66 | 237.492,01 | 242.289,35 |
| Vidrio | 6,96% | 7.111 | 7.111 | 3.627,30 | 7.401,13 | 13.213,61 | 19.257,90 | 19.646,91 | 30.065,66 | 30.672,99 | 31.292,58 | 31.924,69 | 32.569,57 |
| Plástico | 19,76% | 20.199 | 15.149 | 8.242,64 | 16.818,28 | 30.026,52 | 43.761,50 | 44.645,49 | 68.320,99 | 69.701,07 | 71.109,03 | 72.545,43 | 74.010,85 |
| Papel | 9,69% | 9.903 | 7.427 | 7.072,11 | 14.429,94 | 25.762,49 | 37.546,99 | 38.305,44 | 58.618,82 | 59.802,92 | 61.010,94 | 62.243,36 | 63.500,67 |
| Metales | 24,58% | 25.128 | 37.692 | 51.271,71 | 104.614,79 | 186.774,01 | 272.209,78 | 277.708,42 | 424.977,20 | 433.561,74 | 442.319,68 | 451.254,54 | 460.369,88 |
| Cartón | 22,32% | 22.816 | 17.112 | 16.293,90 | 33.246,07 | 59.355,87 | 86.506,95 | 88.254,39 | 135.055,69 | 137.783,81 | 140.567,04 | 143.406,50 | 146.303,31 |
| Otros | 16,69% | 17.058 | 12.793 | 5.220,63 | 10.652,18 | 19.017,87 | 27.717,19 | 28.277,08 | 43.272,42 | 44.146,52 | 45.038,28 | 45.948,05 | 46.876,20 |
| Sub Total ventas secundarias | | 234.463 | 295.657 | 118.712,22 | 242.220,40 | 432.448,20 | 630.262,36 | 642.993,66 | 983.973,20 | 1.003.849,45 | 1.024.127,21 | 1.044.814,58 | 1.065.919,84 |
| INGRESOS TOTALES ESTIMADOS | | | | | | | | | | | | | |
| Por ventas principales | | 1.567.223,0 | | 1.701.263,28 | 3.472.090,25 | 6.198.259,23 | 9.034.015,31 | 9.216.502,42 | 14.104.013,66 | 14.388.914,73 | 14.679.570,81 | 14.976.098,14 | 15.278.615,33 |
| Por ventas secundarias | | 234.462,7 | | 118.712,22 | 242.220,40 | 432.448,20 | 630.262,36 | 642.993,66 | 983.973,20 | 1.003.849,45 | 1.024.127,21 | 1.044.814,58 | 1.065.919,84 |
| Ingresos totales | | 1.801.686 | | 1.819.975,50 | 3.714.310,66 | 6.630.707,43 | 9.664.277,67 | 9.859.496,08 | 15.087.986,85 | 15.392.764,19 | 15.703.698,03 | 16.020.912,73 | 16.344.535,16 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 19.2. Ingresos

| DATOS Y METAS DE RECEPCIÓN DE DESECHOS | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 |
| Ventas principales | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recepción de RCD limpio | 542.749,42 | 553.712,95 | 564.897,96 | 576.308,89 | 587.950,33 | 599.826,93 | 611.943,43 | 624.304,69 | 636.915,65 | 649.781,34 | 662.906,93 | 676.297,65 | 689.958,86 | 703.896,03 | 718.114,73 |
| Recepción de RCD sucio | 2.822.296,96 | 2.879.307,36 | 2.937.469,37 | 2.996.806,25 | 3.057.341,73 | 3.119.100,04 | 3.182.105,86 | 3.246.384,40 | 3.311.961,36 | 3.378.862,98 | 3.447.116,01 | 3.516.747,76 | 3.587.786,06 | 3.660.259,34 | 3.734.196,58 |
| Agregados | 6.385.088,19 | 6.514.066,97 | 6.645.651,12 | 6.779.893,28 | 6.916.847,12 | 7.056.567,43 | 7.199.110,10 | 7.344.532,12 | 7.492.891,67 | 7.644.248,08 | 7.798.661,89 | 7.956.194,86 | 8.116.910,00 | 8.280.871,58 | 8.448.145,18 |
| Adoquines (piezas) | 3.285.296,14 | 3.351.659,12 | 3.419.362,63 | 3.488.433,76 | 3.558.900,12 | 3.630.789,90 | 3.704.131,86 | 3.778.955,32 | 3.855.290,22 | 3.933.167,08 | 4.012.617,06 | 4.093.671,92 | 4.176.364,09 | 4.260.726,65 | 4.346.793,33 |
| Bloques (piezas) | 700.863,18 | 715.020,61 | 729.464,03 | 744.199,20 | 759.232,03 | 774.568,51 | 790.214,80 | 806.177,14 | 822.461,91 | 839.075,64 | 856.024,97 | 873.316,68 | 890.957,67 | 908.955,02 | 927.315,91 |
| Demolición controlada | 60.278,09 | 61.495,71 | 62.737,92 | 64.005,23 | 65.298,13 | 66.617,16 | 67.962,82 | 69.335,67 | 70.736,25 | 72.165,12 | 73.622,86 | 75.110,04 | 76.627,26 | 78.175,13 | 79.754,27 |
| Retiro de material de RCD limpio | 676.265,77 | 689.926,34 | 703.862,85 | 718.080,88 | 732.586,12 | 747.384,36 | 762.481,52 | 777.883,65 | 793.596,90 | 809.627,55 | 825.982,03 | 842.666,87 | 859.688,74 | 877.054,45 | 894.770,95 |
| Retiro de material de RCD sucio | 1.096.462,37 | 1.118.610,91 | 1.141.206,85 | 1.164.259,23 | 1.187.777,26 | 1.211.770,36 | 1.236.248,13 | 1.261.220,34 | 1.286.696,99 | 1.312.688,27 | 1.339.204,57 | 1.366.256,50 | 1.393.854,88 | 1.422.010,75 | 1.450.735,37 |
| Operaciones de Ingeniería | 17.943,25 | 18.305,70 | 18.675,47 | 19.052,72 | 19.437,58 | 19.830,22 | 20.230,79 | 20.639,46 | 21.056,37 | 21.481,71 | 21.915,64 | 22.358,34 | 22.809,98 | 23.270,74 | 23.740,81 |
| Sub Total ventas principales | 15.587.243,35 | 15.902.105,67 | 16.223.328,21 | 16.551.039,43 | 16.885.370,43 | 17.226.454,91 | 17.574.429,30 | 17.929.432,78 | 18.291.607,32 | 18.661.097,79 | 19.038.051,96 | 19.422.620,61 | 19.814.957,55 | 20.215.219,69 | 20.623.567,13 |
| Ventas secundarias | | | | | | | | | | | | | | | |
| Madera | 247.183,59 | 252.176,70 | 257.270,67 | 262.467,54 | 267.769,38 | 273.178,32 | 278.696,52 | 284.326,19 | 290.069,58 | 295.928,99 | 301.906,75 | 308.005,27 | 314.226,98 | 320.574,36 | 327.049,96 |
| Vidrio | 33.227,48 | 33.898,67 | 34.583,42 | 35.282,01 | 35.994,71 | 36.721,80 | 37.463,58 | 38.220,34 | 38.992,39 | 39.780,04 | 40.583,60 | 41.403,39 | 42.239,73 | 43.092,98 | 43.963,46 |
| Plástico | 75.505,87 | 77.031,09 | 78.587,12 | 80.174,58 | 81.794,10 | 83.446,35 | 85.131,96 | 86.851,63 | 88.606,03 | 90.395,87 | 92.221,87 | 94.084,75 | 95.985,26 | 97.924,16 | 99.902,23 |
| Papel | 64.783,39 | 66.092,01 | 67.427,07 | 68.789,10 | 70.178,64 | 71.596,24 | 73.042,49 | 74.517,95 | 76.023,21 | 77.558,88 | 79.125,57 | 80.723,90 | 82.354,53 | 84.018,09 | 85.715,25 |
| Metales | 469.669,35 | 479.156,67 | 488.835,64 | 498.710,12 | 508.784,06 | 519.061,50 | 529.546,54 | 540.243,38 | 551.156,30 | 562.289,66 | 573.647,91 | 585.235,60 | 597.057,36 | 609.117,91 | 621.422,10 |
| Cartón | 149.258,64 | 152.273,66 | 155.349,59 | 158.487,65 | 161.689,10 | 164.955,22 | 168.287,32 | 171.686,72 | 175.154,79 | 178.692,92 | 182.302,52 | 185.985,03 | 189.741,93 | 193.574,71 | 197.484,92 |
| Otros | 47.823,10 | 48.789,13 | 49.774,67 | 50.780,12 | 51.805,88 | 52.852,36 | 53.919,97 | 55.009,16 | 56.120,34 | 57.253,97 | 58.410,50 | 59.590,40 | 60.794,12 | 62.022,16 | 63.275,01 |
| Sub Total ventas secundarias | 1.087.451,42 | 1.109.417,94 | 1.131.828,18 | 1.154.691,11 | 1.178.015,87 | 1.201.811,79 | 1.226.088,39 | 1.250.855,37 | 1.276.122,65 | 1.301.900,33 | 1.328.198,72 | 1.355.028,33 | 1.382.399,90 | 1.410.324,38 | 1.438.812,93 |
| INGRESOS TOTALES ESTIMADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por ventas principales | 15.587.243,35 | 15.902.105,67 | 16.223.328,21 | 16.551.039,43 | 16.885.370,43 | 17.226.454,91 | 17.574.429,30 | 17.929.432,78 | 18.291.607,32 | 18.661.097,79 | 19.038.051,96 | 19.422.620,61 | 19.814.957,55 | 20.215.219,69 | 20.623.567,13 |
| Por ventas secundarias | 1.087.451,42 | 1.109.417,94 | 1.131.828,18 | 1.154.691,11 | 1.178.015,87 | 1.201.811,79 | 1.226.088,39 | 1.250.855,37 | 1.276.122,65 | 1.301.900,33 | 1.328.198,72 | 1.355.028,33 | 1.382.399,90 | 1.410.324,38 | 1.438.812,93 |
| Ingresos totales | 16.674.694,77 | 17.011.523,61 | 17.355.156,38 | 17.705.730,54 | 18.063.386,30 | 18.428.266,70 | 18.800.517,69 | 19.180.288,15 | 19.567.729,97 | 19.962.998,11 | 20.366.250,68 | 20.777.648,94 | 21.197.357,45 | 21.625.544,07 | 22.062.380,06 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 20.1. Costos y gastos de operación

| COSTOS Y GASTOS DE OPERACION | | Monto de Referencia | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|
| | | | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | Año 06 | Año 07 | Año 08 | Año 09 | Año 10 | | |
| (en Dólares Americanos - US\$) | | | | | | | | | | | | | | |
| Oficina central | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos de personal | | Ver Tabla Personal | 914.029,20 | 950.773,20 | 988.994,30 | 1.028.751,90 | 1.070.107,70 | 1.274.463,20 | 1.325.696,60 | 1.378.989,60 | 1.434.425,00 | 1.492.088,90 | | |
| Oficina central | Gastos de publicidad y RRPP | 2500 US\$/año | 2.500,00 | 2.550,50 | 2.602,00 | 2.654,60 | 2.708,20 | 2.762,90 | 2.818,70 | 2.875,60 | 2.933,70 | 2.993,00 | | |
| | Capacitación | 2000 US\$/año | 2.000,00 | 2.040,40 | 2.081,60 | 2.123,60 | 2.166,50 | 2.210,30 | 2.254,90 | 2.300,40 | 2.346,90 | 2.394,30 | | |
| | Artículos de papelería y computación | 500 US\$/mes | 6.000,00 | 6.121,20 | 6.244,80 | 6.370,90 | 6.499,60 | 6.630,90 | 6.764,80 | 6.901,40 | 7.040,80 | 7.183,00 | | |
| | Artículos de limpieza y cafetería | 100 US\$/mes | 1.200,00 | 1.224,20 | 1.248,90 | 1.274,10 | 1.299,80 | 1.326,10 | 1.352,90 | 1.380,20 | 1.408,10 | 1.436,50 | | |
| | Movilidad y transporte | 500 US\$/mes | 6.000,00 | 6.121,20 | 6.244,80 | 6.370,90 | 6.499,60 | 6.630,90 | 6.764,80 | 6.901,40 | 7.040,80 | 7.183,00 | | |
| | Servicio de comunicaciones e internet | 20 US\$/mes | 240,00 | 244,80 | 249,70 | 254,70 | 259,80 | 265,00 | 270,40 | 275,90 | 281,50 | 287,20 | | |
| | Servicio de electricidad y aseo | 100 US\$/mes | 1.200,00 | 1.224,20 | 1.248,90 | 1.274,10 | 1.299,80 | 1.326,10 | 1.352,90 | 1.380,20 | 1.408,10 | 1.436,50 | | |
| | Servicio de agua | 10 US\$/mes | 120,00 | 122,40 | 124,90 | 127,40 | 130,00 | 132,60 | 135,30 | 138,00 | 140,80 | 143,60 | | |
| Total costos oficina principal | | | 933.289,20 | 970.422,10 | 1.009.039,90 | 1.049.202,20 | 1.090.971,00 | 1.295.748,00 | 1.347.411,30 | 1.401.142,70 | 1.457.025,70 | 1.515.146,00 | | |
| Base de operaciones | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos operativos | | | | | | | | | | | | | | |
| Base operaciones | Combustibles para planta | 1000 US\$/mes | 1.200,00 | 2.497,90 | 4.459,70 | 6.499,70 | 6.631,00 | 10.147,40 | 10.352,40 | 10.561,50 | 10.774,80 | 10.992,50 | | |
| | Combustible para la camion | 500 US\$/mes | 600,00 | 1.249,00 | 2.229,80 | 3.249,80 | 3.315,50 | 5.073,70 | 5.176,20 | 5.280,80 | 5.387,50 | 5.496,30 | | |
| | Mantenimiento de equipos grandes | 3% | 86.002,80 | 87.740,10 | 89.512,50 | 91.320,70 | 93.165,40 | 95.047,30 | 96.967,30 | 98.926,00 | 100.924,30 | 102.963,00 | | |
| | Mantenimiento del resto de los equipos | 12% | 346.196,40 | 353.189,60 | 360.324,00 | 367.602,50 | 375.028,10 | 382.603,70 | 390.332,30 | 398.217,00 | 406.261,00 | 414.467,50 | | |
| | Costos de cemento | 20,00 US\$/saco | 426.106,00 | 886.989,10 | 1.583.586,00 | 2.307.963,50 | 2.354.584,30 | 3.603.220,40 | 3.676.005,50 | 3.750.260,80 | 3.826.016,10 | 3.903.301,60 | | |
| | Dotación de personal | 5000 US\$/mes | 60.000,00 | 61.212,00 | 62.448,50 | 63.710,00 | 64.996,90 | 66.309,80 | 67.649,30 | 69.015,80 | 70.409,90 | 71.832,20 | | |
| | Bolsas de basura y otros consumibles | 1000 US\$/año | 1.000,00 | 1.020,20 | 1.040,80 | 1.061,80 | 1.083,20 | 1.105,10 | 1.127,40 | 1.150,20 | 1.173,40 | 1.197,10 | | |
| | Sub Total costos operativos | | | 921.105,20 | 1.393.897,90 | 2.103.601,30 | 2.841.408,00 | 2.898.804,40 | 4.163.507,40 | 4.247.610,40 | 4.333.412,10 | 4.420.947,00 | 4.510.250,20 | |
| Otros costos | | | | | | | | | | | | | | |
| Licencias operativas | | | | | | | | | | | | | | |
| | Otras licencias | 200 US\$/mes | 2.400,00 | 2.448,50 | 2.498,00 | 2.548,50 | 2.600,00 | 2.652,50 | 2.706,10 | 2.760,80 | 2.816,60 | 2.873,50 | | |
| Sub Total licencias | | | 2.400,00 | 2.448,50 | 2.498,00 | 2.548,50 | 2.600,00 | 2.652,50 | 2.706,10 | 2.760,80 | 2.816,60 | 2.873,50 | | |
| Seguros | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros costos | Seguros a bienes muebles e inmuebles | 1% | 10.576,42 | 10.647,60 | 10.719,30 | 10.791,50 | 10.864,20 | 10.937,40 | 11.011,00 | 11.085,10 | 11.159,70 | 11.234,80 | | |
| | Seguro de planta | 1% | 32.877,60 | 33.099,00 | 33.321,90 | 33.546,30 | 67.544,40 | 67.999,20 | 68.457,10 | 68.918,00 | 69.382,00 | 69.849,20 | | |
| | Seguros a vehículos y otros equipos | 8% | 182.717,60 | 183.947,90 | 185.186,50 | 186.433,40 | 187.688,70 | 188.952,50 | 190.224,80 | 191.505,60 | 192.795,10 | 194.093,30 | | |
| | Seguros a personal | 4% | 36.561,17 | 38.030,93 | 39.559,77 | 41.150,08 | 42.804,31 | 50.978,53 | 53.027,86 | 55.159,58 | 57.377,00 | 59.683,56 | | |
| | Seguros de Resp. Civil ante terceros | 1% | 68.827,95 | 70.218,30 | 71.636,70 | 73.083,80 | 74.560,10 | 76.066,20 | 77.602,70 | 79.170,30 | 80.769,50 | 82.401,00 | | |
| Sub Total seguros | | | 331.560,74 | 335.943,73 | 340.424,17 | 345.005,08 | 383.461,71 | 394.933,83 | 400.323,46 | 405.838,58 | 411.483,30 | 417.261,86 | | |
| | Impuestos | 1% | 22.749,69 | 46.428,88 | 82.883,84 | 120.803,47 | 123.243,70 | 188.599,84 | 192.409,55 | 196.296,23 | 200.261,41 | 204.306,69 | | |
| | Facturas incobrables | 2% | 36.399,51 | 74.286,21 | 132.614,15 | 193.285,55 | 197.189,92 | 301.759,74 | 307.855,28 | 314.073,96 | 320.418,25 | 326.890,70 | | |
| Total otros costos | | | 393.109,94 | 459.107,32 | 558.420,16 | 661.642,60 | 706.495,33 | 887.945,90 | 903.294,40 | 918.969,57 | 934.979,56 | 951.332,75 | | |
| Total costos anuales | | | 2.247.504,34 | 2.823.427,32 | 3.671.061,36 | 4.552.252,80 | 4.696.270,73 | 6.347.201,30 | 6.498.316,10 | 6.653.524,37 | 6.812.952,26 | 6.976.728,95 | | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 20.2. Costos y gastos de operación

| COSTOS Y GASTOS DE OPERACION | Monto de Referencia | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 |
| (en Dólares Americanos - US\$) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oficina central | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos de personal | Ver Tabla Personal | 1.552.070,90 | 1.614.464,20 | 1.679.365,70 | 1.746.876,20 | 1.817.100,60 | 1.890.148,00 | 1.966.131,90 | 2.045.170,40 | 2.127.386,30 | 2.212.907,20 | 2.301.866,10 | 2.394.401,10 | 2.490.656,00 | 2.590.780,40 | 2.694.929,80 |
| Gastos de publicidad y RRPP | 2500 US\$/año | 3.053,50 | 3.115,20 | 3.178,10 | 3.242,30 | 3.307,80 | 3.374,60 | 3.442,80 | 3.512,30 | 3.583,20 | 3.655,60 | 3.729,40 | 3.804,70 | 3.881,60 | 3.960,00 | 4.040,00 |
| Capacitación | 2000 US\$/año | 2.442,70 | 2.492,00 | 2.542,30 | 2.593,70 | 2.646,10 | 2.699,60 | 2.754,10 | 2.809,70 | 2.866,50 | 2.924,40 | 2.983,50 | 3.043,80 | 3.105,30 | 3.168,00 | 3.232,00 |
| Artículos de papelería y computación | 500 US\$/mes | 7.328,10 | 7.476,10 | 7.627,10 | 7.781,20 | 7.938,40 | 8.098,80 | 8.262,40 | 8.429,30 | 8.599,60 | 8.773,30 | 8.950,50 | 9.131,30 | 9.315,80 | 9.504,00 | 9.696,00 |
| Artículos de limpieza y cafetería | 100 US\$/mes | 1.465,50 | 1.495,10 | 1.525,30 | 1.556,10 | 1.587,50 | 1.619,60 | 1.652,30 | 1.685,70 | 1.719,80 | 1.754,50 | 1.789,90 | 1.826,10 | 1.863,00 | 1.900,60 | 1.939,00 |
| Movilidad y transporte | 500 US\$/mes | 7.328,10 | 7.476,10 | 7.627,10 | 7.781,20 | 7.938,40 | 8.098,80 | 8.262,40 | 8.429,30 | 8.599,60 | 8.773,30 | 8.950,50 | 9.131,30 | 9.315,80 | 9.504,00 | 9.696,00 |
| Servicio de comunicaciones e internet | 20 US\$/mes | 293,00 | 298,90 | 304,90 | 311,10 | 317,40 | 323,80 | 330,30 | 337,00 | 343,80 | 350,70 | 357,80 | 365,00 | 372,40 | 379,90 | 387,60 |
| Servicio de electricidad y aseo | 100 US\$/mes | 1.465,50 | 1.495,10 | 1.525,30 | 1.556,10 | 1.587,50 | 1.619,60 | 1.652,30 | 1.685,70 | 1.719,80 | 1.754,50 | 1.789,90 | 1.826,10 | 1.863,00 | 1.900,60 | 1.939,00 |
| Servicio de agua | 10 US\$/mes | 146,50 | 149,50 | 152,50 | 155,60 | 158,70 | 161,90 | 165,20 | 168,50 | 171,90 | 175,40 | 178,90 | 182,50 | 186,20 | 190,00 | 193,80 |
| Total costos oficina principal | | 1.575.593,80 | 1.638.462,20 | 1.703.848,30 | 1.771.853,50 | 1.842.582,40 | 1.916.144,70 | 1.992.653,70 | 2.072.227,90 | 2.154.990,50 | 2.241.068,90 | 2.330.596,50 | 2.423.711,90 | 2.520.559,10 | 2.621.287,50 | 2.726.053,20 |
| Base de operaciones | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos operativos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Combustibles para planta | 1000 US\$/mes | 11.214,50 | 11.441,00 | 11.672,10 | 11.907,90 | 12.148,40 | 12.393,80 | 12.644,20 | 12.899,60 | 13.160,20 | 13.426,00 | 13.697,20 | 13.973,90 | 14.256,20 | 14.544,20 | 14.838,00 |
| Combustible para la camion | 500 US\$/mes | 5.607,30 | 5.720,60 | 5.836,20 | 5.954,10 | 6.074,40 | 6.197,10 | 6.322,30 | 6.450,00 | 6.580,30 | 6.713,20 | 6.848,80 | 6.987,10 | 7.128,20 | 7.272,20 | 7.419,10 |
| Mantenimiento de equipos grandes | 3% | 105.042,90 | 107.164,80 | 109.329,50 | 111.538,00 | 113.791,10 | 116.089,70 | 118.434,70 | 120.827,10 | 123.267,80 | 125.757,80 | 128.298,10 | 130.889,70 | 133.533,70 | 136.231,10 | 138.983,00 |
| Mantenimiento del resto de los equipos | 12% | 422.839,70 | 431.381,10 | 440.095,00 | 448.984,90 | 458.054,40 | 467.307,10 | 476.746,70 | 486.377,00 | 496.201,80 | 506.225,10 | 516.450,80 | 526.883,10 | 537.526,10 | 548.384,10 | 559.461,50 |
| Costos de cemento | 20,00 US\$/saco | 3.982.148,30 | 4.062.587,70 | 4.144.652,00 | 4.228.374,00 | 4.313.787,20 | 4.400.925,70 | 4.489.824,40 | 4.580.518,90 | 4.673.045,40 | 4.767.440,90 | 4.863.743,20 | 4.961.990,80 | 5.062.223,00 | 5.164.479,90 | 5.268.802,40 |
| Dotación de personal | 5000 US\$/mes | 73.283,20 | 74.763,50 | 76.273,70 | 77.814,40 | 79.386,30 | 80.989,90 | 82.625,90 | 84.294,90 | 85.997,70 | 87.734,90 | 89.507,10 | 91.315,10 | 93.159,70 | 95.041,50 | 96.961,30 |
| Bolsas de basura y otros consumibles | 1000 US\$/año | 1.221,30 | 1.246,00 | 1.271,20 | 1.296,90 | 1.323,10 | 1.349,80 | 1.377,10 | 1.404,90 | 1.433,30 | 1.462,30 | 1.491,80 | 1.521,90 | 1.552,60 | 1.584,00 | 1.616,00 |
| Sub Total costos operativos | | 4.601.357,20 | 4.694.304,70 | 4.789.129,70 | 4.885.870,20 | 4.984.564,90 | 5.085.253,10 | 5.187.975,30 | 5.292.772,40 | 5.399.686,50 | 5.508.760,20 | 5.620.037,00 | 5.733.561,60 | 5.849.379,50 | 5.967.537,00 | 6.088.081,30 |
| Otros costos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Licencias operativas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otras licencias | 200 US\$/mes | 2.931,50 | 2.990,70 | 3.051,10 | 3.112,70 | 3.175,60 | 3.239,70 | 3.305,10 | 3.371,90 | 3.440,00 | 3.509,50 | 3.580,40 | 3.652,70 | 3.726,50 | 3.801,80 | 3.878,60 |
| Sub Total licencias | | 2.931,50 | 2.990,70 | 3.051,10 | 3.112,70 | 3.175,60 | 3.239,70 | 3.305,10 | 3.371,90 | 3.440,00 | 3.509,50 | 3.580,40 | 3.652,70 | 3.726,50 | 3.801,80 | 3.878,60 |
| Seguros | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seguros a bienes muebles e inmuebles | 1% | 11.310,40 | 11.386,60 | 11.463,30 | 11.540,50 | 11.618,20 | 11.696,40 | 11.775,20 | 11.854,50 | 11.934,30 | 12.014,70 | 12.095,60 | 12.177,00 | 12.259,00 | 12.341,50 | 12.424,60 |
| Seguro de planta | 1% | 70.319,50 | 70.793,00 | 71.269,70 | 71.749,60 | 72.232,70 | 72.719,10 | 73.208,70 | 73.701,60 | 74.197,90 | 74.697,50 | 75.200,50 | 75.706,90 | 76.216,70 | 76.729,90 | 77.246,50 |
| Seguros a vehículos y otros equipos | 8% | 195.400,20 | 196.715,90 | 198.040,50 | 199.374,00 | 200.716,50 | 202.068,00 | 203.428,60 | 204.798,40 | 206.177,40 | 207.565,70 | 208.963,30 | 210.370,30 | 211.786,80 | 213.212,80 | 214.648,40 |
| Seguros a personal | 4% | 62.082,84 | 64.578,57 | 67.174,63 | 69.875,05 | 72.684,02 | 75.605,92 | 78.645,28 | 81.806,82 | 85.095,45 | 88.516,29 | 92.074,64 | 95.776,04 | 99.626,24 | 103.631,22 | 107.797,19 |
| Seguros de Resp. Civil ante terceros | 1% | 84.065,50 | 85.763,60 | 87.496,00 | 89.263,40 | 91.066,50 | 92.906,00 | 94.782,70 | 96.697,30 | 98.650,60 | 100.643,30 | 102.676,30 | 104.750,40 | 106.866,40 | 109.025,10 | 111.227,40 |
| Sub Total seguros | | 423.178,44 | 429.237,67 | 435.444,13 | 441.802,55 | 448.317,92 | 454.995,42 | 461.840,48 | 468.858,62 | 476.055,65 | 483.437,49 | 491.010,34 | 498.780,64 | 506.755,14 | 514.940,52 | 523.344,09 |
| Impuestos | 1% | 208.433,68 | 212.644,05 | 216.939,45 | 221.321,63 | 225.792,33 | 230.353,33 | 235.006,47 | 239.753,60 | 244.596,62 | 249.537,48 | 254.578,13 | 259.720,61 | 264.966,97 | 270.319,30 | 275.779,75 |
| Facturas incobrables | 2% | 333.493,90 | 340.230,47 | 347.103,13 | 354.114,61 | 361.267,73 | 368.565,33 | 376.010,35 | 383.605,76 | 391.354,60 | 399.259,96 | 407.325,01 | 415.552,98 | 423.947,15 | 432.510,88 | 441.247,60 |
| Total otros costos | | 968.037,52 | 985.102,89 | 1.002.537,81 | 1.020.351,49 | 1.038.553,58 | 1.057.153,79 | 1.076.162,40 | 1.095.589,88 | 1.115.446,88 | 1.135.744,43 | 1.156.493,89 | 1.177.706,93 | 1.199.395,76 | 1.221.572,50 | 1.244.250,04 |
| Total costos anuales | | 7.144.988,52 | 7.317.869,79 | 7.495.515,81 | 7.678.075,19 | 7.865.700,88 | 8.058.551,59 | 8.256.791,40 | 8.460.590,18 | 8.670.123,88 | 8.885.573,53 | 9.107.127,39 | 9.334.980,43 | 9.569.334,36 | 9.810.397,00 | 10.058.384,54 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 21. Personal operativo

| Gerencia | Personal | Cantidad | Costo Asociado al Sueldo | | | Unidad | Categoría | Total Anual | Primera Etapa | | | Segunda Etapa 5to año | | | |
|--|--------------------------------------|-----------|--------------------------|---------------|---------------|--------|-------------|-------------------|---------------|-----------|-----------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | | 1er Turno | 2do Turno | 3er Turno | | | | 1er Turno | 2do Turno | 3er Turno | Total Anual con CAS | Nº de Personas Laborando | Total Anual con CAS | Nº de Personas Laborando |
| Oficina Central | | | | | | | | 158.952,00 | | | | 914.029,20 | 32 | 1.274.463,19 | 32 |
| G. General | Gerente | 1 | 1.600,00 | | | mes | Sueldo | 19.200,00 | 2,30 | | | 44.160,00 | 1 | 53.779,07 | 1 |
| G. General | Asistente | 1 | 200,00 | | | mes | Sueldo | 2.400,00 | 2,30 | | | 5.520,00 | 1 | 6.722,38 | 1 |
| G. General | Asesoría Legal | 1 | 2.000,00 | | | año | Outsourcing | 24.000,00 | 2,30 | | | 55.200,00 | 1 | 67.223,84 | 1 |
| G. Operaciones | Gerente | 4 | 1.000,00 | | | mes | Sueldo | 48.000,00 | 2,30 | | | 110.400,00 | 4 | 134.447,68 | 4 |
| G. Administración y RRHH | Gerente | 1 | 1.000,00 | | | mes | Sueldo | 12.000,00 | 2,30 | | | 27.600,00 | 1 | 33.611,92 | 1 |
| G. Administración y RRHH | Contabilidad General y Finanzas | 1 | 750,00 | | | mes | Sueldo | 9.000,00 | 2,30 | | | 20.700,00 | 1 | 25.208,94 | 1 |
| G. Administración y RRHH | Unidad de Compras | 1 | 1.000,00 | | | mes | Sueldo | 12.000,00 | 2,30 | | | 27.600,00 | 1 | 33.611,92 | 1 |
| G. Administración y RRHH | Unidad de Servicios Generales | 1 | 200,00 | | | mes | Sueldo | 2.400,00 | 2,30 | | | 5.520,00 | 1 | 6.722,38 | 1 |
| G. Operaciones/Caja | Cajeras | 2 | 200,00 | | | mes | Sueldo | 4.800,00 | 2,30 | | | 11.040,00 | 2 | 13.444,77 | 2 |
| G. Operaciones/Balanza | Cajeras | 2 | 200,00 | | | mes | Sueldo | 4.800,00 | 2,30 | | | 11.040,00 | 2 | 13.444,77 | 2 |
| G. Operaciones/Recepción | Recepcionista | 1 | 100,00 | | | mes | Sueldo | 1.200,00 | 2,30 | | | 2.760,00 | 1 | 3.361,19 | 1 |
| G. Operaciones/Cocina | Chef | 1 | 200,00 | | | mes | Sueldo | 2.400,00 | 2,30 | | | 5.520,00 | 1 | 6.722,38 | 1 |
| G. Operaciones/Cocina | Sous Chef | 1 | 150,00 | | | mes | Sueldo | 1.800,00 | 2,30 | | | 4.140,00 | 1 | 5.041,79 | 1 |
| G. Operaciones/Cocina | Personal de Barra | 1 | 50,00 | | | mes | Sueldo | 600,00 | 2,30 | | | 1.380,00 | 1 | 1.680,60 | 1 |
| G. Limpieza y Mantenimiento | Personal de Mantenimiento | 4 | 50,00 | | | mes | Sueldo | 2.400,00 | 2,30 | | | 5.520,00 | 4 | 6.722,38 | 4 |
| G. Operaciones/Seguridad | Personal de Vigilancia | 3 | 80,00 | 112,00 | 140,00 | mes | Sueldo | 11.952,00 | 2,30 | 3,45 | 5,18 | 139.849,20 | 9 | 170.311,60 | 9 |
| Talleres de Mecánica y Materiales | | | | | | | | 46.800,00 | | | | 0,00 | 13 | 0,00 | 13 |
| G. Operaciones/Taller | Gerente | 1 | 1.200,00 | | | mes | Sueldo | 14.400,00 | 2,30 | | | 33.120,00 | 1 | 40.334,30 | 1 |
| G. Operaciones/TallerMec. | Personal de Mecánica | 2 | 600,00 | | | mes | Sueldo | 14.400,00 | 2,30 | | | 33.120,00 | 2 | 40.334,30 | 2 |
| G. Operaciones/TallerMat. | Personal de Fabricación | 10 | 150,00 | | | mes | Sueldo | 18.000,00 | 2,30 | | | 41.400,00 | 10 | 50.417,88 | 10 |
| Planta de Procesamiento | | | | | | | | 200.400,00 | | | | 0,00 | 28 | 561.319,07 | 32 |
| G. Operaciones/RecepciónRCD | Personal de Recepción RCD | 3 | 100,00 | | | mes | Sueldo | 3.600,00 | 2,30 | | | 8.280,00 | 3 | 10.083,58 | 3 |
| G. Operaciones/Separación Manual | Personal de Separación Manual de RCD | 16 | 50,00 | | | mes | Sueldo | 9.600,00 | 2,30 | | | 22.080,00 | 16 | 26.889,54 | 16 |
| G. Operaciones/Manejo de Maquinaria Pesada | Operador de Maquinaria Pesada | 13 | 1.200,00 | | | mes | Sueldo | 187.200,00 | 2,30 | | | 298.080,00 | 9 | 524.345,96 | 13 |
| TOTAL | | 71 | 12.080,00 | 112,00 | 140,00 | | | 406.152,00 | | | | 914.029,20 | 73 | 1.274.463,19 | 77 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 22.1. Flujo de Caja

| FLUJOS NETOS DE CAJA | Año 0 | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | Año 06 | Año 07 | Año 08 | Año 09 | Año 10 |
| (en Dólares Americanos US\$) | | | | | | | | | | | |
| Inversiones | | | | | | | | | | | |
| Inversión fija | 6.882.795,00 | | | | | 3.018.111,00 | | | | | 3.001.408,00 |
| Inversión diferida | 270.000,00 | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | 1.124.000,00 | | | | | | | | | | |
| Total Inversiones | 8.276.795,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3.018.111,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3.001.408,00 |
| Ingresos | | | | | | | | | | | |
| Por ventas principales | | 1.701.263,28 | 3.472.090,25 | 6.198.259,23 | 9.034.015,31 | 9.216.502,42 | 14.104.013,66 | 14.388.914,73 | 14.679.570,81 | 14.976.098,14 | 15.278.615,33 |
| Por ventas secundarias | | 118.712,22 | 242.220,40 | 432.448,20 | 630.262,36 | 642.993,66 | 983.973,20 | 1.003.849,45 | 1.024.127,21 | 1.044.814,58 | 1.065.919,84 |
| Por venta de activos fijos | | | | | | | | | | | |
| Total Ingresos | | 1.819.975,50 | 3.714.310,66 | 6.630.707,43 | 9.664.277,67 | 9.859.496,08 | 15.087.986,85 | 15.392.764,19 | 15.703.698,03 | 16.020.912,73 | 16.344.535,16 |
| Costos | | | | | | | | | | | |
| Total costos oficina principal | | 933.289,20 | 970.422,10 | 1.009.039,90 | 1.049.202,20 | 1.090.971,00 | 1.295.748,00 | 1.347.411,30 | 1.401.142,70 | 1.457.025,70 | 1.515.146,00 |
| Sub Total costos operativos | | 921.105,20 | 1.393.897,90 | 2.103.601,30 | 2.841.408,00 | 2.898.804,40 | 4.163.507,40 | 4.247.610,40 | 4.333.412,10 | 4.420.947,00 | 4.510.250,20 |
| Sub Total licencias | | 2.400,00 | 2.448,50 | 2.498,00 | 2.548,50 | 2.600,00 | 2.652,50 | 2.706,10 | 2.760,80 | 2.816,60 | 2.873,50 |
| Sub Total seguros | | 331.560,74 | 335.943,73 | 340.424,17 | 345.005,08 | 383.461,71 | 394.933,83 | 400.323,46 | 405.838,58 | 411.483,30 | 417.261,86 |
| Total otros costos | | 22.749,69 | 46.428,88 | 82.883,84 | 120.803,47 | 123.243,70 | 188.599,84 | 192.409,55 | 196.296,23 | 200.261,41 | 204.306,69 |
| Facturas incobrables | | 36.399,51 | 74.286,21 | 132.614,15 | 193.285,55 | 197.189,92 | 301.759,74 | 307.855,28 | 314.073,96 | 320.418,25 | 326.890,70 |
| Total costos operativos | | 2.247.504,34 | 2.823.427,32 | 3.671.061,36 | 4.552.252,80 | 4.696.270,73 | 6.347.201,30 | 6.498.316,10 | 6.653.524,37 | 6.812.952,26 | 6.976.728,95 |
| Intereses de financiamiento | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | 34.257,65 | 29.221,18 | 23.932,88 | 18.380,17 | 12.549,82 | 6.427,96 | | | | |
| Préstamo Banco 2 | | 259.536,50 | 221.380,10 | 181.315,88 | 139.248,45 | 95.077,65 | 48.698,31 | | | | |
| Préstamo Banco 3 | | 22.621,00 | 19.295,32 | 15.803,35 | 12.136,79 | 8.286,89 | 4.244,51 | | | | |
| Total intereses de financiamiento | | 316.415,15 | 269.896,60 | 221.052,11 | 169.765,41 | 115.914,37 | 59.370,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Depreciación y amortización | | | | | | | | | | | |
| Dep. Activos en oficina principal | | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 33.330,40 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 |
| Dep. Activos en talleres de mecánica y materiales | | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.233,27 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 |
| Dep. Activos en planta de procesamiento | | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 352.752,53 | 558.608,53 | 558.608,53 | 558.608,53 | 558.608,53 | 558.608,53 |
| Dep. Activos en áreas varias | | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 |
| Amort. Inversiones diferidas | | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 | 27.000,00 |
| Total depreciación y amortización | | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 |
| Utilidad antes de Impuesto Sobre la Renta | | -1.219.156,99 | 145.773,74 | 2.263.380,95 | 4.467.046,46 | 4.572.097,98 | 7.998.794,78 | 8.211.828,09 | 8.367.553,66 | 8.525.340,46 | 8.685.186,21 |
| Perdida de años anteriores | | | -1.219.156,99 | -1.073.383,26 | | | | | | | |
| Impuesto Sobre la Renta (34%) | | | | 404.599,20 | 1.518.795,80 | 1.554.513,30 | 2.719.590,20 | 2.792.021,60 | 2.844.968,20 | 2.898.615,80 | 2.952.963,30 |
| Perdida de años anteriores no compensada | | -1.219.156,99 | -1.073.383,26 | | | | | | | | |
| Flujo Neto de Caja después de ISLR | | | | | | | | | | | |
| Utilidad después de ISLR | | -1.219.156,99 | 145.773,74 | 1.858.781,75 | 2.948.250,66 | 3.017.584,68 | 5.279.204,58 | 5.419.806,49 | 5.522.585,46 | 5.626.724,66 | 5.732.222,91 |
| Inversiones | | | | | | | | | | | |
| Fuente propia | -1.948.492,00 | | | | | | | | | | |
| Amortización de capital (Préstamos) | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | -100.729,46 | -105.765,93 | -111.054,23 | -116.606,94 | -122.437,29 | -128.559,15 | -134.987,11 | | | |
| Préstamo Banco 2 | | -763.127,98 | -801.284,38 | -841.348,60 | -883.416,03 | -927.586,83 | -973.966,17 | -1.022.664,48 | | | |
| Préstamo Banco 3 | | -66.513,64 | -69.839,33 | -73.331,29 | -76.997,86 | -80.847,75 | -84.890,14 | -89.134,64 | | | |
| Depreciación | | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 475.213,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 | 682.620,00 |
| Recuperación capital de trabajo | | | | | | | | | | | |
| Flujo Neto de Caja | -1.948.492,00 | -1.674.315,08 | -355.902,90 | 1.308.260,63 | 2.346.442,84 | 2.361.925,82 | 4.774.409,12 | 4.855.640,25 | 6.205.205,46 | 6.309.344,66 | 6.414.842,91 |
| Tasa Interna de Retorno Corriente | 44,94% | | | | | | | | | | |
| Tasa Interna de Retorno Constante | 42,07% | | | | | | | | | | |
| Tasa de Inflación | 2,02% | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 22.2. Flujo de Caja

| FLUJOS NETOS DE CAJA | DATOS PROYECTADOS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 | Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 |
| (en Dólares Americanos US\$) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversiones | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión fija | | | | | 5.253.706,00 | | | | | 4.971.240,00 | | | | | |
| Inversión diferida | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Inversiones | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5.253.706,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4.971.240,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ingresos | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por ventas principales | 15.587.243,35 | 15.902.105,67 | 16.223.328,21 | 16.551.039,43 | 16.885.370,43 | 17.226.454,91 | 17.574.429,30 | 17.929.432,78 | 18.291.607,32 | 18.661.097,79 | 19.038.051,96 | 19.422.620,61 | 19.814.957,55 | 20.215.219,69 | 20.623.567,13 |
| Por ventas secundarias | 1.087.451,42 | 1.109.417,94 | 1.131.828,18 | 1.154.691,11 | 1.178.015,87 | 1.201.811,79 | 1.226.088,39 | 1.250.855,37 | 1.276.122,65 | 1.301.900,33 | 1.328.198,72 | 1.355.028,33 | 1.382.399,90 | 1.410.324,38 | 1.438.812,93 |
| Por venta de activos fijos | | | | | | | | | | | | | | | 6.180.050,67 |
| Total Ingresos | 16.674.694,77 | 17.011.523,61 | 17.355.156,38 | 17.705.730,54 | 18.063.386,30 | 18.428.266,70 | 18.800.517,69 | 19.180.288,15 | 19.567.729,97 | 19.962.998,11 | 20.366.250,68 | 20.777.648,94 | 21.197.357,45 | 21.625.544,07 | 28.242.430,73 |
| Costos | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total costos oficina principal | 1.575.593,80 | 1.638.462,20 | 1.703.848,30 | 1.771.853,50 | 1.842.582,40 | 1.916.144,70 | 1.992.653,70 | 2.072.227,90 | 2.154.990,50 | 2.241.068,90 | 2.330.596,50 | 2.423.711,90 | 2.520.559,10 | 2.621.287,50 | 2.726.053,20 |
| Sub Total costos operativos | 4.601.357,20 | 4.694.304,70 | 4.789.129,70 | 4.885.870,20 | 4.984.564,90 | 5.085.253,10 | 5.187.975,30 | 5.292.772,40 | 5.399.686,50 | 5.508.760,20 | 5.620.037,00 | 5.733.561,60 | 5.849.379,50 | 5.967.537,00 | 6.088.081,30 |
| Sub Total licencias | 2.931,50 | 2.990,70 | 3.051,10 | 3.112,70 | 3.175,60 | 3.239,70 | 3.305,10 | 3.371,90 | 3.440,00 | 3.509,50 | 3.580,40 | 3.652,70 | 3.726,50 | 3.801,80 | 3.878,60 |
| Sub Total seguros | 423.178,44 | 429.237,67 | 435.444,13 | 441.802,55 | 448.317,92 | 454.995,42 | 461.840,48 | 468.858,62 | 476.055,65 | 483.437,49 | 491.010,34 | 498.780,64 | 506.755,14 | 514.940,52 | 523.344,09 |
| Total otros costos | 208.433,68 | 212.644,05 | 216.939,45 | 221.321,63 | 225.792,33 | 230.353,33 | 235.006,47 | 239.753,60 | 244.596,62 | 249.537,48 | 254.578,13 | 259.720,61 | 264.966,97 | 270.319,30 | 275.779,75 |
| Facturas incobrables | 333.493,90 | 340.230,47 | 347.103,13 | 354.114,61 | 361.267,73 | 368.565,33 | 376.010,35 | 383.605,76 | 391.354,60 | 399.259,96 | 407.325,01 | 415.552,98 | 423.947,15 | 432.510,88 | 441.247,60 |
| Total costos operativos | 7.144.988,52 | 7.317.869,79 | 7.495.515,81 | 7.678.075,19 | 7.865.700,88 | 8.058.551,59 | 8.256.791,40 | 8.460.590,18 | 8.670.123,88 | 8.885.573,53 | 9.107.127,39 | 9.334.980,43 | 9.569.334,36 | 9.810.397,00 | 10.058.384,54 |
| Intereses de financiamiento | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total intereses de financiamiento | 0,00 |
| Depreciación y amortización | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dep. Activos en oficina principal | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 34.812,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 | 38.212,00 |
| Dep. Activos en talleres de mecánica y materiales | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 39.302,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 | 49.322,67 |
| Dep. Activos en planta de procesamiento | 609.379,73 | 609.379,73 | 609.379,73 | 609.379,73 | 609.379,73 | 684.154,67 | 684.154,67 | 684.154,67 | 684.154,67 | 684.154,67 | 767.341,33 | 767.341,33 | 767.341,33 | 767.341,33 | 767.341,33 |
| Dep. Activos en áreas varias | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 22.896,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 | 27.096,80 |
| Amort. Inversiones diferidas | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total depreciación y amortización | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 |
| Utilidad antes de Impuesto Sobre la Renta | 8.823.315,06 | 8.987.262,62 | 9.153.249,37 | 9.321.264,15 | 9.491.294,22 | 9.570.928,98 | 9.744.940,16 | 9.920.911,83 | 10.098.819,96 | 10.278.638,45 | 10.377.150,49 | 10.560.695,71 | 10.746.050,29 | 10.933.174,27 | 17.302.073,38 |
| Perdida de años anteriores | | | | | | | | | | | | | | | |
| Impuesto Sobre la Renta (34%) | 2.999.927,10 | 3.055.669,30 | 3.112.104,80 | 3.169.229,80 | 3.227.040,00 | 3.254.115,90 | 3.313.279,70 | 3.373.110,00 | 3.433.598,80 | 3.494.737,10 | 3.528.231,20 | 3.590.636,50 | 3.653.657,10 | 3.717.279,30 | 5.882.704,90 |
| Perdida de años anteriores no compensada | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo Neto de Caja después de ISLR | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilidad después de ISLR | 5.823.387,96 | 5.931.593,32 | 6.041.144,57 | 6.152.034,35 | 6.264.254,22 | 6.316.813,08 | 6.431.660,46 | 6.547.801,83 | 6.665.221,16 | 6.783.901,35 | 6.848.919,29 | 6.970.059,21 | 7.092.393,19 | 7.215.894,97 | 11.419.368,48 |
| Inversiones | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente propia | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amortización de capital (Préstamos) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamo Banco 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Depreciación | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 706.391,20 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 798.786,13 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 | 881.972,80 |
| Recuperación capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | 1.124.000,00 |
| Flujo Neto de Caja | 6.529.779,16 | 6.637.984,52 | 6.747.535,77 | 6.858.425,55 | 6.970.645,42 | 7.115.599,22 | 7.230.446,59 | 7.346.587,97 | 7.464.007,29 | 7.582.687,49 | 7.730.892,09 | 7.852.032,01 | 7.974.365,99 | 8.097.867,77 | 13.425.341,28 |

Fuente: Elaboración propia (2018).