

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
(UNPHU)**

**Facultad de Ciencias y Tecnología
Escuela de Química**



UNPHU

“Diseño y Estudio de factibilidad de una planta segregadora de residuos urbanos con capacidad de reciclaje en República Dominicana”

**Proyecto de Grado para optar por el título de:
Ingeniero Químico**

**Sustentado por:
Milvia Paulino Alvarez**

**Asesores:
Ing. Qui. Milagros Patricia López
Lic. Steve T. Martínez**

**Santo Domingo, D. N.
2022**

DEDICATORIA

*A mis dos Padres,
que ambos me miran desde el cielo.*

*Al mejoramiento continuo de mi país
mediante la implementación de este proyecto.*

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi Padre Celestial, por nunca abandonarme a lo largo de toda mi carrera y durante la elaboración de este Proyecto de Grado. A mis familiares que, siendo una estudiante, siempre me visualizaron como una profesional. Sobre todo, a mis padres por todo el tiempo apostar a mí. nunca vacilar de mi capacidad y apoyarme en la decisión de estudiar la mejor carrera del mundo: *Ingeniería Química*.

A mis compañeros y amigos que mi Alma Mater, la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) me ha regalado, por estar presentes para mí en este camino tan importante de mi vida. A mis profesores, por estar dispuestos a enseñarme sus conocimientos como mejor pudieron hacerlo para hoy sentirme como una profesional. Quiero que recuerden que su labor es muy valiosa y que todos me han influenciado de manera positiva. Siempre los recordaré a ustedes y sus enseñanzas con mucho cariño. A mis asesores, por su pronta respuesta a mis dudas y por mantenerme positiva a seguir hasta culminar.

A Fresenius Kabi Haina por abrirme sus puertas, confiando en mí desde el día 0 aun siendo una estudiante, por toda esa confianza que se ha mantenido durante cinco años y por siempre priorizar mis estudios antes que lo laboral. Así como a mis compañeros de trabajo por apoyarme, por los momentos vividos y las enseñanzas aprendidas. Han sido de infinito crecimiento personal y profesional.

Agradecimientos Especiales

Al *Ing. Bernardo Alvarez*, por introducirme mediante su recomendación a la mejor empresa para trabajar de República Dominicana, Centroamérica y el Caribe y por siempre priorizar mis estudios.

A la *Ing. Qui. Asunción Céspedes*, por su aceptación para acogerme bajo su dirección y por siempre priorizar mi formación académica.

A los *Ing. Qui. Alwyn Reyes y Winabell Lorenzo*, por estar siempre para mí, brindándome ayuda sin importar qué ni cuándo. Los aprecio mucho.

A la *Arq. Dorka Alvarez*, por siempre animarme a continuar con este Proyecto de Grado y apoyarme incondicionalmente.

Al *Ing. Qui. Daniel Lindberg*, por los buenos momentos y por siempre incentivarme a culminar este Proyecto de Grado.

Al *Ing. Qui. Emilio Aquino*, por toda su confianza en mí, los “momentos de ciencia” vividos; sus enseñanzas han contribuido a mi crecimiento profesional y personal. Igualmente, por siempre priorizar mi formación académica.

A la *Ing. Qui. Mayra A. Peña*, por tu sincera amistad, tu infinita ayuda y asesoría con este Proyecto de Grado.

A la *Ing. Qui. y Docente Mayra Sánchez*, por inspirarme con sus enseñanzas. Siempre la recordaré con mucho cariño.

A la *Ing. Qui. y Docente Milagros Patricia López*, por asesorarme durante la elaboración de este Trabajo de Grado, por demostrarme que sí se puede y por enseñarme que el valor de un profesional se denota en la humildad y en ser agradecidos.

Al *Ing. Qui. y Docente Ramón Alonso Pérez*, por inspirarme con su espíritu científico. Por ser amigo y profesor y escuchar mis dudas sobre este Proyecto.

Al *Ing. Tomás A. Paulino*, por siempre amarme y apostar a mí, sin importar qué. Sé que me ves desde el cielo...

A las *Dras. Samantha Smith y Ana C. Castillo*, por su sincera amistad y siempre creer en mí, en que puedo lograr lo que sea que me proponga.

A *José Álvaro Osorio Balvin*, por alegrarme durante los momentos no tan buenos durante la elaboración de este Trabajo de Grado.

Índice de contenido

AGRADECIMIENTOS	iv
Agradecimientos Especiales	vi
INTRODUCCIÓN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	14
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
PRIMERA PARTE: MARCO TEÓRICO	17
Capítulo I: Antecedentes históricos	18
I.1. Historia del reciclaje	19
I.2. Reciclaje en la República Dominicana	22
I.2.1. Reciclaje en el Distrito Nacional	23
I.1.2.1. Plástico, papel y cartón	25
I.1.2.2. Metal	26
I.1.2.3. Vidrio	26
I.2. Reciclaje en la Zona Colonial	27
I.3. Tipos de procesos de reciclaje	28
I.3.1. Reciclaje mecánico	28
I.3.2. Reciclaje químico, biológico y energético	29
I.4. Tipos de reciclaje según el residuo	30
I.4.2. Reciclaje de residuos orgánicos o bio residuos, reciclaje de escombros y reciclaje del agua	31
I.4.3. Reciclaje de pilas y baterías, chatarra y aparatos electrónicos	32
SEGUNDA PARTE: MARCO LEGAL	33
Capítulo II: Lineamientos legales y locales aplicables	34
II.1. Ley General de Medio Ambiente de la República Dominicana (Ley 64-00)	34

II.2. Ley General de Gestión Integral y Co-procesamiento de Residuos (Ley 225-20)	35
II.2.1. Autorizaciones y regularizaciones aplicables	35
II.2.2. Contribuciones y/o aportes monetarios-legales	37
II.2.3. Gestión Administrativa	38
II.2.4. Logística de transporte y manejo de recolección de residuos sólidos urbanos	38
II.2.5. Tratamiento de residuos y Valorización eco-energética	39
TERCERA PARTE: MARCO METODOLÓGICO	41
Capítulo III: Diseño de Planta	42
III.1.2. Maquinarias	42
Capítulo IV: Metodología	44
IV.1. Métodos de factibilidad	44
IV.2. Proceso de Reciclaje de Corriente Simple (Single Stream Recycling)	45
IV.2.1. Ventajas del proceso de reciclaje de corriente simple	46
IV.2.2. Desventajas del proceso de reciclaje de corriente simple	47
IV.2.3. Diagrama de proceso del reciclaje de corriente simple (Single Stream Recycling)	47
CUARTA PARTE: CÁLCULOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
IV.3.2. Transportación y Equipos Personales de Protección (EPPs)	56
IV.3.3. Análisis de Locación, Costos de Producción y Plan de Producción	57
IV.3.3.1. Análisis de Locación	57
IV.3.3.1.2. Levantamiento Energético de la Planta	60
IV.3.3.2. Costos de producción	63
IV.3.3.2.1. Gastos de servicio de agua y alcantarillado	63
IV.3.3.2.1. Gastos de registro de nombres, impuestos y permisos legales-ambientales	64
IV.3.3.3. Plan de Producción	67
IV.3.3.4. Factibilidad y rentabilidad	69
QUINTA PARTE: REFERENCIAS	73
Glosario	82

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La problemática del desecho de los residuos sólidos urbanos ha sido un tema aparentemente difícil de resolver en la República Dominicana. La población dominicana ha sido testigo de los efectos secundarios del uso de los vertederos, afectando directamente nuestra salud, obligándonos a centrar nuestra atención y buscar posibles soluciones para tan importante problemática.

En países desarrollados, el reciclaje de diferentes materiales se ha implementado desde hace décadas, ya que se conoce la importancia que amerita el cuidado y preservación del ambiente, y el conocimiento del gran potencial que poseen los desechos al ser reciclados. Sin mencionar la gran solución a los problemas de desechos urbanos que resulta al practicar el reciclaje. Es por ello que, alrededor del mundo, día a día millones de materiales son reciclados tales como el plástico, papel, metal y vidrio.

La finalidad de esta investigación es considerar la implementación de un proceso de segregación de basura que se acomode a las condiciones de desechos urbanos existentes en nuestro país y a las problemáticas actuales que aquejan el bienestar y calidad de vida de todos los dominicanos y dominicanas. Teniendo en cuenta el carecimiento de la educación ambiental en la población dominicana, el proceso que se plantea tiene como principal característica la segregación o clasificación de los residuos que tengan potencial de ser reciclados sin la necesidad de segregación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Alrededor del globo terráqueo, los desechos se han convertido en grandes problemáticas socio-económicas y ambientales, convirtiéndolo en un lugar cada vez más inhóspito para sus habitantes. Para ello, países desarrollados han implementado innovaciones para contrarrestar estos daños, entre ellos: el reciclaje.

En Santo Domingo, el reciclaje es un tema relativamente nuevo. Sin embargo, existen instituciones que han logrado concientizar y crear sensibilidad con el ambiente a un porcentaje minoritario, pero importante, de la población dominicana a través de educación ambiental. Estas entidades han influenciado de manera significativa, al nivel que, en la actualidad, cientos de dominicanos se dirigen a centros de acopio para depositar sus desechos clasificados.

En el sector industrial, varias empresas han aportado al ambiente mediante la segregación de sus residuos para luego ser vendidos o gestionados a una empresa contratista quién se dedique a brindar servicios de reciclaje. Otras industrias han logrado agregar procesos de reciclaje a sus plantas de producción pero muchas veces se vuelve insostenible y recurren a pagar dichos servicios a empresas dedicadas al reciclaje.

Bien es conocida la problemática existente en toda la República Dominicana, más aún en su capital (Santo Domingo) y en el municipio de Haina sobre el desecho de residuos urbanos. Al parecer la única solución (a los ojos de todos) son los vertederos, pero los dominicanos han sido testigos de los múltiples daños que provocan. Además, la población dominicana en general carece de educación ambiental-ecológica, lo cual resulta más difícil incentivar a los habitantes de nuestra isla a reciclar.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La República Dominicana ha dado pequeños pasos, pero significativos en el tema de separación de residuos y en el reúso de los materiales. Existen organizaciones pro-ambientalistas que han puesto sus energías en concientizar al pueblo dominicano como también en buscar alternativas para mitigar la contaminación ambiental con la venta de artículos que fueron creados con materiales previamente reciclados.

Hoy en día poseemos alrededor de 10 empresas privadas se dedican al manejo de disposición final de residuos que operan las 24 horas del día, los 7 días de la semana para suplir las necesidades de residuos sólidos, líquidos, bio-peligrosos, no peligrosos, y residuos en general, provenientes mayormente de industrias. Dichas empresas impulsoras del reciclaje, exigen que los residuos estén previamente segregados para luego ser procesados.

A pesar de que ya existen empresas dominicanas certificadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales que se dedican al transporte y gestión de residuos para ser reciclados, siguen siendo pocas manos trabajadoras para una problemática tan grande. Además de que estos residuos que son tratados por dichas empresas, requieren estar segregados previamente y los servicios que ellas brindan no son aprovechados para solucionar la problemática que ocasionan la existencia de vertederos.

Este Proyecto de Grado estudia la factibilidad para la implementación de la primera planta en el país dedicada a la segregación de desechos urbanos con capacidad de reciclaje, basada en la problemática existente sobre el destino final de los residuos urbanos y en la carencia de educación ambiental de la población.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar el estudio de factibilidad y diseño de una planta segregadora de residuos urbanos con potencial de reciclaje, tomando en cuenta la problemática actual de la República Dominicana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar una planta segregadora de residuos urbanos con potencial de reciclaje de acuerdo a la realidad actual del manejo de residuos de la República Dominicana.
2. Identificar los lineamientos legales locales aplicables a la planta que se propone diseñar.
3. Realizar estudios de factibilidad del diseño propuesto de la planta segregadora de residuos urbanos con potencial de reciclaje para determinar su rentabilidad y viabilidad.
4. Recomendar ubicación ideal de la planta tomando en cuenta los criterios de necesidad básicos para la implementación de la misma.

PRIMERA PARTE

MARCO TEÓRICO

Capítulo I: Antecedentes históricos

La tecnología ha permitido que en la actualidad muchos materiales usados diariamente, sean reciclados. El papel, el cartón, los metales, las pilas o baterías, el cemento, el vidrio, bioresiduos, el cristal y plástico son algunos de los materiales que se reciclan en las diferentes partes del mundo. El reciclaje además de provocar beneficios para el medio ambiente, afecta positivamente la economía del país en que se implementa, mediante la generación de empleos, la reducción de gastos en mantenimiento de vertederos y en el ahorro de energía requerido para la transformación de la materia prima.

El reciclaje está estrechamente relacionado a la basura. Los elementos que se reutilizan no son considerados como un desperdicio, mientras que los que se reciclan se obtienen a partir de lo que se desecha. El ser humano ha reutilizado materiales antes que se pensó en reciclar. Los mismos lo realizaban con el fin de proporcionarle una nueva oportunidad a los materiales para un aprovechamiento máximo de los mismos.

La misma naturaleza, desde siempre, ha reciclado sus elementos a través de los ciclos biológicos, demostrando así que el reciclaje, desde esta perspectiva, es tan antiguo como la misma naturaleza.

Sin embargo, hay dos términos que, usualmente, son usados de manera indistinta como sinónimos en la cotidianidad y un tercer término que es necesario explicar para el entendimiento de este Proyecto de Grado. Reutilizar es la acción de usar una nueva vez un material, sin necesidad de atravesar un proceso que transforme dicho material. En el reciclaje, existen procesos de transformación similares a la creación primera de bienes, con la diferencia de la proveniencia de la materia prima: ya ha sido procesada en algún momento de su primera (o segunda) “vida” útil. Por último, el término “segregar” es solamente la separación de las materias según el tipo y almacenarlas clasificadas. La segregación es un proceso previo al reciclaje muy crucial que facilita y reduce costos y tiempo del reciclaje.

Teniendo en cuenta estos términos, el proceso que se propone en este Proyecto de Grado se refiere a este proceso previo al reciclaje: la segregación de materiales con capacidad de ser reciclados, ya que hay materiales que se consideran no reciclables por la dificultad y altos costos que presentan al ser reciclados. El nombre del proceso propuesto hace alusión al reciclaje, sin embargo, se entiende que, por su naturaleza, es un proceso de segregación.

I.1. Historia del reciclaje

Hace 10.000 años a.C., la vida nómada de los humanos, empezó a asentarse, creándose las poblaciones y debido a este suceso surge la vida sedentaria, y con ella, una serie de residuos. En la época de Platón, 400 años a.C, ya comenzaron a reutilizar materiales. Según estudios arqueológicos, muchos de los desechos que eran generados en los hogares eran reutilizados para reinventar otros utensilios cuando la materia prima necesaria escaseaba. El concepto de basura en estos tiempos, no estaba establecido, apenas existían desechos orgánicos y materia biodegradable.

El concepto de basura surgió a medida que las primeras iniciativas de los vertederos llegaron. Cuando los desechos eran cada vez más menos orgánicos o biodegradables y la población crecía conjuntamente con los residuos, la necesidad de desecharlos, les dio bienvenida a los vertederos.

Hace 4.000 años, en China, se usaban métodos rudimentarios para reciclar bronce. Un milenio más tarde, en Cnosos, se escavaron los primeros vertederos para arrojar basura. Las primeras normas de gestión de los desechos arribaron a la Antigua Grecia, específicamente en Atenas, hace 2.400 años, en donde se exigía que la basura se enterrara a más de 1 km de distancia de las zonas pobladas.

En el año 1031 d.C., en Japón, se empieza a almacenar el papel usado para luego llevarlo a procesos de reciclado. En 1690 d.C. se introdujo por primera vez el reciclaje en la industria manufacturera y fue en EEUU, en la histórica ciudad de Rittenhouse Mill, cerca de Philadelphia, se fabricó fibra de papel proveniente de trapos y telas de algodón y lino reciclados.

Según historiadores, se desconoce cualquier acontecimiento relacionado al reciclaje, no obstante, la basura parecería una problemática seria en los siglos XIII y XVIII, donde se registra que parte de la devastación sufrida a causa de las epidemias de la enfermedad de la peste negra ocurrida en Europa y Asia fue causa de la acumulación de basura en las calles de las ciudades.

En el siglo XIX, antes de la Revolución Industrial, en países como el Reino Unido, reutilizar y reciclar materiales como tela, metales o papel comenzó a ser una fuente de negocio para quienes se desarrollaban en esta nueva dinámica, por ello, a esta época se le denomina la Edad de Oro del Reciclaje. Durante la Revolución Industrial, el procesamiento de materias primas y transformarlas en productos se convirtió en una actividad inmediata y fácil de realizar, además de los afanes industriales de la época. Por ello, el reciclaje pasó a una etapa menos llamativa.

En tiempos de conflictos bélicos, donde la escasez se presenciaba, se recuperó el interés por el aprovechamiento de materiales. Al observar el daño que causaban con la contaminación, durante la Guerra de Independencia en Norteamérica, a finales del siglo XVIII, el reciclaje se convirtió en una práctica habitual.

Lo mismo sucedió en la Primera Guerra Mundial, aunque no fue sino en la Segunda cuando se ejecutaron campañas oficiales para reciclar y utilizar todo tipo de recursos, desde metal a goma o papel. a finales del S.XIX, en Nueva York, se construyeron instalaciones para reciclar y reutilizar diferentes materiales, tales como papel, metal, goma, bolsas e incluso pelo de caballo.

A principios del siglo XX, llega la época del consumismo, con el surgimiento de productos y envases de un sólo uso, que ocasionó una problemática que sigue hasta la actualidad de la excesiva acumulación de basura en los vertederos. Debido a este suceso, la población entendió lo importante que es reciclar y cuidar el medio ambiente. Esto germinó en programas de reciclaje que comenzaron a divulgarse en todas partes del mundo.

Hasta entonces, la basura se enviaba lo más lejos posible de las ciudades, pero desconocían que pronto los vertederos se multiplicarían significativamente, y que los mismos se llenarían de objetos hechos de plásticos, los cuales tienen un tiempo de vida media aproximadamente de miles de años.

En la década de los 60, empezaron los movimientos ecologistas y surge el escrito Primavera Silenciosa por Rachel Carson, libro que fue el primero en llamar la atención de la población sobre la devastación que la actividad humana le estaba ocasionando al planeta.

En 1970, ocurrió el primer Día de la Tierra y con él, se dio a conocer el logotipo que, actualmente, mundialmente se identifica el reciclaje. Las tres flechas indican los tres pasos del ciclo del reciclado: reducir, reutilizar y reciclar fue creado por Gay Anderson. Gay era un estudiante de la Universidad de California que ganó un concurso de diseño con motivo de este día.

Hoy, el reciclaje es una industria por sí misma, que es estudiada como las demás para la mejora de sus procedimientos y procesos, y que goza de la investigación incansable para su desarrollo. Varios países, han prohibido elementos que son dañinos para el medio ambiente. como es el caso de California, que desde el año 2015 está vetado el uso de bolsas plásticas en las tiendas.

Otros materiales, como el vidrio, se reciclan en la mayoría de los países de un modo habitual. En algunos de ellos, existe la dinámica de pagar por la devolución de las botellas, el intercambio de servicios públicos, como el transporte, o se descontaba en la compra de un producto igual.

I.2. Reciclaje en la República Dominicana

El reciclaje en el pueblo dominicano es una actividad relativamente nueva y se ha estado implementado de manera informal. Sin embargo, en la actualidad muchos empresarios y organizaciones han demostrado su preocupación por el medio ambiente, surgiendo de esta manera empresas que incentivan el reúso de materiales y empresas recicladoras de residuos como plásticos, desechos biopeligrosos, desechos químicos, vidrio, entre otros.

La República Dominicana posee alrededor de 350 vertederos, tipo cielo abierto. Aproximadamente se estima que hay 2 vertederos por cada municipio de la República, donde sólo 4 de ellos se consideran principales por su tamaño o antigüedad, tales como: Vertedero de Duquesa, vertedero de Haina, vertedero de Villa Altagracia y vertedero de Rafey en Santiago de los Caballeros. Este último ha sido un modelo ejemplar en cuanto al manejo de residuo sólidos.

La mayoría de los trabajadores (buzos) que trabajan en los vertederos son haitianos indocumentados o dominicanos (en ocasiones indocumentados también) que no tienen otra opción para sustentar sus familias y poseen la ventaja de vivir en las cercanías de los vertederos. Según cifras del Movimiento Nacional Recicladores, solamente en el vertedero de Duquesa existen 10 mil buzos de los cuales el 60% son haitianos, indocumentados con una familia numerosa con hijos nacidos en el país, indocumentados también.

Por otro lado, se estima que diariamente en el país se producen alrededor de más de 13,000 toneladas a razón 2.3 libras/habitante. De este total el 32% son materiales inorgánicos, imperecederos, duraderos, desechos y residuos reciclables de valor comercial, generando alrededor de 43,000 litros/día de lixiviados.

Sin embargo, el reciclaje poco a poco se ha insertado en el mercado y empleomanía dominicano, moviendo alrededor de 100 millones de pesos dominicanos. Cada vez son más los empresarios y funcionarios que apuestan al reciclaje, aportando con iniciativas desde sus empresas con la implementación de las 3R's (Reúsa, Recicla, Reduce), el inicio de empresas recicladoras, y, en el sector público, con ideas disruptivas con el manejo de residuos sólidos, como es el caso del vertedero de Rafey.

I.2.1. Reciclaje en el Distrito Nacional

Careciendo de un mecanismo formal para la recolección de reciclables, día a día cientos de personas que residen en el Distrito, de las que algunas se trasladan desde municipios aledaños, para realizar esta actividad. Los recolectores informales, también llamados buzos callejeros, separan ciertos materiales de desecho que significan valor para éstos, como las botellas de vidrio, metales, cartón, juguetes, electrodomésticos, aparatos electrónicos, muebles, comida, ropa, entre otros, este último con el fin de reutilizar.

Esta actividad aporta varios beneficios a la población dominicana. Produce un incremento en el empleo del país, estas personas viven de algo que es “basura” pero tiene un valor, ya que mantienen a sus familias bajo esta actividad. Además, en lo económico, reduce la cantidad de desechos y de esta manera, se abaratan los costos de transporte. Y por supuesto, en lo ambiental, al reducir los desechos, la vida útil del vertedero de Duquesa se prolonga.

Los buzos callejeros conglomeran una cantidad desconocida de personas que se dedican a esta actividad, sin embargo, pueden ser identificados de diversas formas: transeúntes equipados con bolsas grandes, desplazándose en un triciclo, llevando una carretilla y, la más conocida, transitando en una camioneta con un megáfono que anuncia los materiales que les interesa comprar. Además, se desconoce el volumen de desechos que se manejan mediante esta dinámica.

El vertedero o relleno de Duquesa es la localidad de disposición final más grande que la República Dominicana posee. Cubre todos los municipios de la zona metropolitana de la ciudad de Santo Domingo y se estima que recibe unas 4,000 toneladas por día. De manera informal, operan unas 600 personas aproximadamente, de las cuales son dominicanos y haitianos que residen en los alrededores y que se han dedicado a la separación y venta de materiales reciclables como fuente de sustento para su economía.

Según el gerente de operaciones del vertedero de Duquesa, Max Da Silva, expresó que la cantidad de cartón oscila entre 80,000 a 100,000 libras por día, de plástico, como el PET, PEAD, PEBD, que son los más comercializados y el papel, unas 60,000 libras por día aproximadamente. Los metales llegan en una cantidad mínima, ya que pasan por diferentes cadenas de separación antes de llegar hasta al vertedero, y, de la misma manera, sucede con las botellas de vidrio.

Por lo visto, los residuos se han convertido en un mercado, donde los buzos recolectan y luego venden lo que hayan encontrado, a empresas productoras de tales materiales con precios que ya han sido establecidos de manera informal. Como es el ejemplo de los galones de una compañía dedicada a la fabricación, venta y distribución de cloro, son comprados por dicha empresa a un precio de RD\$1.00 la unidad, y de manera similar, pasa con los demás materiales.

Los residuos orgánicos o restos de comida también se unen a una actividad parecida a la mencionada. Lo que se realiza es la separación de residuos orgánicos para utilizarlo como alimentos para cerdos de los mismos buzos o comercializarlo a un precio que fluctúa de RD\$15.00 a RD\$30.00 por cubeta.

El tema del reciclaje ha crecido considerablemente de varios años atrás hasta la fecha, ya que acorde con Max Da Silva, comentó ya se realizaron acuerdos con la firma Recicladora de Plásticos Dominicana, REPSA, para la instalación de una planta recicladora de plásticos de separación manual y mecánica, en la cual se planea reciclar alrededor de 1,200 y 4,000 toneladas al día.

I.1.2.1. Plástico, papel y cartón

En la actualidad, el vertedero de Duquesa es la fuente de proporción más alta del plástico reciclado en Santo Domingo, mayormente de PET. Además, se recogen bolsas y envases de polietileno, estos últimos, los de alta densidad o galones.

Según los resultados del Estudio de Mercado de Reciclaje del Plan Maestro de Aseo 2005-2007, las empresas que fueron entrevistadas, siguen en operación con la misma o más actividad que al momento del estudio. La Dirección de Gestión Ambiental y Aseo Urbano, DIGAU, está más vinculada a la empresa Moldeados Dominicanos S.A., MOLDOSA, con la que lleva a cabo un proyecto de separación en la fuente y reciclaje de papel. Además, existen intenciones de expandir estas operaciones en un futuro a todas las instituciones públicas, colegios, escuelas, juntas de vecinos y entre otras.

MOLDOSA, en la actualidad, se dedica a la fabricación de productos diversos de embalaje, como separadores de huevos, porta-vasos, entre otros, a partir de papel periódico y papel de oficina como materia prima.

I.1.2.2. Metal

La empresa Metales Antillanos es la principal empresa dominicana dedicada al acopio, corte, compactación y exportación de chatarra de hierro. De acuerdo a las investigaciones realizadas por el ADN, suministrada por la empresa, todo el material recopilado es clasificado y compactado para ser exportado a Estados Unidos, China, India, Bangladesh, Vietnam y Taiwán. Es importante recalcar que, aunque República Dominicana no produce metales, sus ventas de desperdicios de hierro y acero o chatarras en el exterior constituyeron el cuarto renglón de exportación industrial más importante en año 2008.

I.1.2.3. Vidrio

En las de vidrio, se da una cadena de reutilización automática, ya que las empresas que se dedican a la fabricación de cervezas, refrescos, ron, maltas, entre otros, utilizan su cadena de distribución para recuperar las botellas y reutilizarlas en sus procesos de envasado. Esta logística inversa, lleva años de implementación y llega significativamente a colmados y centros de acopio.

La empresa Industrias Zanzíbar S.A., única en el país que se dedica a fabricar envases de vidrio, especialmente botellas y botellones, representando entonces el 100% de la rama de producción nacional. En la actualidad esta empresa interpuso un recurso de amparo contra la Comisión Reguladora de Prácticas Desleales y Medidas de Salvaguarda.

La empresa reclama que la importación de envases de vidrio se suspenda, ya que sus principales clientes están importando de manera masiva que se dice que es aproximadamente el 75%, desde Panamá y el Caribe, a causa de las características del Tratado de Libre Comercio, trayendo consigo la realidad de 50 millones de botellas almacenadas, 180 empleados suspendidos y la posible clausura de dicha empresa.

Cabe destacar que las botellas recicladas en Duquesa son compradas a RD\$ 25.00 el saco que contiene aproximadamente 60 botellas. En los colmados y centros de acopio regularmente se compran 3 botellas por RD\$1.00.

A finales del año 2020 en el municipio de Pedro Brand, se apertura una planta de vidrio con miras a renacer la industria del vidrio en la República Dominicana al firmar un acuerdo con la Cervecería Nacional Dominicana. Caribbean Glass Industry, ubicada en la Zona Franca Intercontinental (municipio Pedro Brand), comienza sus operaciones con un acuerdo en el cual Cervecería Nacional Dominicana se compromete a recibir que al menos el 70% de sus botellas sean manufacturadas en la industria dominicana, dejando de importar alrededor de 230 millones de botellas para el envase de sus productos.

I.2. Reciclaje en la Zona Colonial

El Ayuntamiento del Distrito Nacional, ADN, ejecutó en el Centro Histórico de la Ciudad de Santo Domingo, comúnmente conocido como la Zona Colonial, durante los años 2012-2014, el Proyecto ReViMe, Reciclaje para una Vida Mejor, auspiciado por el Consorcio Bacino Salerno I de la Región de Campania, Italia, bajo el financiamiento de la Unión Europea.

El Proyecto ReViMe tuvo como objetivo general mejorar las condiciones higiénico-ambientales del entorno de la Zona Colonial y por ende contribuir al incremento de la calidad de vida de los munícipes, a través de implementar un sistema de gestión y manejo sostenible de los residuos sólidos urbanos del territorio, con un giro ambiental y económicamente viable.

Finalizada la etapa de ReViMe como proyecto, el Ayuntamiento del Distrito Nacional ha asumido el compromiso y la responsabilidad de continuar dicha dinámica como programa permanente, añadiendo sus actividades en el marco del Programa Operativo del Centro Histórico.

I.3. Tipos de procesos de reciclaje

El tipo de reciclaje depende mayormente del tipo de residuo que se quiere reciclar o procesar. De manera general, podemos clasificarlos en cuatro grupos: reciclaje mecánico, reciclaje químico, reciclaje energético y reciclaje biológico.

I.3.1. Reciclaje mecánico

El reciclaje mecánico consiste en trocear el material a reciclar y extrudirlo para realizar granza reciclada y luego transformarla. Este tipo de reciclaje se utiliza mucho en la clasificación de residuos mezclados y en el reciclaje del plástico. Las etapas del reciclaje mecánico son:

- **Limpieza:** se acondiciona la materia a reciclar para obtenerla de manera adecuada, sin suciedad o sustancias que puedan dañar tanto las máquinas como al producto final.
- **Clasificación:** se selecciona y separa la materia prima a reciclar mediante técnicas de separación basadas en métodos físicos, tales como: técnica de flotación-hundimiento, las cuales se basan en la diferencia de densidad; utilización de disolventes, técnicas espectroscópicas, técnicas electroestáticas, técnicas basadas en la incorporación de marcadores químicos, entre otras.
- **Trituración o molienda:** se propone obtener un tamaño de grano adecuado gracias a cuchillas de acero inoxidable.

- **Lavado:** se elimina cualquier tipo de suciedad o impureza mediante lavado, aclarado y centrifugación o secado. Luego se vuelven a moler y a secar los residuos.
- **Extrusión del material:** se realiza este proceso para obtener la granza, mediante la homogenización por fundición del material, y luego se moldea la masa creada en forma de filamentos.

Finalmente, el material se enfría con agua hasta que se solidifique para formar “pellets”. La granza que quede húmeda se pasa por una centrifuga y una vez seca, se pasa a través de una corriente de aire con dirección a una tolva, donde se van llenando los sacos.

I.3.2. Reciclaje químico, biológico y energético

El reciclaje químico incluye técnicas y procedimientos que implican cambios en la estructura química del material. Se busca la descomposición del polímero para la obtención de monómeros. Ejemplos de este tipo de reciclaje son la pirólisis, hidrogenación, craqueo térmico, disolución, hidrólisis, metanólisis y glicólisis.

El reciclaje biológico es toda operación de tratamiento que busca la degradación de toda la materia orgánica en presencia o en ausencia de oxígeno. Estos tratamientos pueden emplearse con la materia orgánica separada en origen o con la materia orgánica sin separar, utilizando procesos mecánicos complementarios en este último caso.

En el reciclado energético se trata del reciclaje de materiales cuyo fin es el aprovechamiento energético. Se trata de residuos que no pueden ser clasificados y recuperados, bien por imposibilidad técnica o económica, y en lugar de llevarlos a vertedero se aprovechan de este modo. Ejemplo de esto son la incineración de residuos, pirólisis y gasificación.

I.4. Tipos de reciclaje según el residuo

El reciclaje, en la actualidad, se ha diversificado en diferentes tipos de residuos, tales como papel y cartón, textiles, bio residuos, pilas y baterías, metales, tierras y escombros, reciclaje de agua, reciclaje de aparatos electrónicos y eléctricos y el reciclaje de vidrio.

I.4.1. Reciclaje de papel, cartón y textiles

En el caso del papel y del cartón, una vez estos residuos llegan a la planta, en una máquina llamada “pulper” se mezclan con agua, se utilizan aditivos para darle más resistencia y blancura y se retiran los impropios, como tintas, grapas, entre otros. Después se tira esta pasta de papel en un tamiz que forma una “alfombra” y pasa por bobinas que la secan.

Los textiles recopilados y que no puede ser reutilizados, se deshilachan para ser parte de otros productos, como mantas, materiales de insonorización o trapos de uso industrial, de lo contrario, su destino final es incineración con recuperación de energía.

I.4.2. Reciclaje de residuos orgánicos o bio residuos, reciclaje de escombros y reciclaje del agua

Los residuos biodegradables los podemos encontrar en los sectores doméstico y comercial y pueden ser de origen animal o vegetal: restos de alimentos y cocina, restos de poda, entre otros. Su reciclaje es totalmente biológico y se busca estabilizar toda la materia y su higienización. Sin distinción, si el tratamiento es anaeróbico o aeróbico, una población microbiana utiliza toda esta materia como “alimento” ayudando a su degradación y transformándolo en un producto con valor para la agricultura.

En el reciclaje de escombros, estos residuos proceden de obras y edificaciones, así como minería y movimientos de tierras. Su reciclaje comienza con una primera separación de materiales, que quita los más voluminosos. Después pasa por un tamiz que separa los residuos por tamaño. El siguiente paso es quitar pequeños residuos impropios, y en este paso se utilizan chorros de aire para separar según su densidad ya sea papel, plástico, entre otros. Después pasa por un imán que separará todos los materiales férricos del resto. Por último, se tritura el residuo consiguiendo un material homogéneo.

Para el reciclaje del agua, es necesario implementar diferentes tratamientos físico-químicos y biológicos. El primer paso es retirar los residuos sólidos que se encuentren mediante rejillas y tamices. El siguiente paso es tratar al agua con reactivos químicos para eliminar los sólidos que por su tamaño reducido no han podido eliminarse en la primera fase. El próximo paso consiste en introducir bacterias en el agua para que conviertan la materia orgánica disuelta en ella en flocos, de los cuales sí pueden ser separados mediante decantación.

Por penúltimo, se aplica un especial tratamiento químico para eliminar del agua los restos de fosfatos, virus y gérmenes y con la desinfección culmina el proceso resultando un agua apta para su uso y consumo.

I.4.3. Reciclaje de pilas y baterías, chatarra y aparatos electrónicos

Estos residuos como las pilas y las baterías son potencialmente peligrosos y contaminantes debido a la presencia de metales pesados. Los mismos, son sometidos a un proceso mecánico para una trituración refrigerada. Después se lava con agua y pasa por una mesa vibratoria que hace posible la separación de los metales férricos, no férricos, plástico, papel y polvo de pilas. Este polvo sufre un proceso hidro-metalúrgico que con ayuda de otros reactivos consigue recuperar los diferentes componentes.

Los metales considerados como chatarra, pueden ser una mezcla, o no, de metales férricos y no férricos. Los primeros contienen hierro como el acero y los segundos no contienen hierro como son el aluminio, el cobre. Se llevan a cabo mediante un proceso de reciclaje mecánico, mediante separaciones, cribados y corrientes de Foucault para separar los diferentes residuos. Finalmente se trituran y ya están listos para usos posteriores.

La mayoría de los residuos de aparatos electrónicos, reciben un reciclaje mecánico con el fin de separar los diferentes materiales para su clasificación y valorización. La dificultad se encuentra en aquellos aparatos que contienen fluidos o sustancias que son muy contaminantes para el medio ambiente y sobre todo con la capa de ozono, como lo son los gases clorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, entre otros compuestos orgánicos volátiles, que son los de tipo de hidrocarburo, tales como neveras y congeladores.

SEGUNDA PARTE

MARCO LEGAL

Capítulo II: Lineamientos legales y locales aplicables

Por la naturaleza de este Proyecto, es muy importante tomar en cuenta los aspectos legales para la implementación del mismo, ya que el manejo de residuos sólidos se ha convertido en una problemática que en los últimos tiempos ha preocupado a muchos ciudadanos, legisladores y funcionarios. Por ello, se ha tomado en consideración realizar una revisión de las leyes 64-00 que es la Ley General de Medio Ambiente de la República Dominicana y Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos (225-20).

II.1. Ley General de Medio Ambiente de la República Dominicana (Ley 64-00)

De acuerdo a la novedad de este proyecto, al momento las leyes dominicanas medioambientales no poseen una aplicación directa. Sin embargo, por poseer características en común a proyectos similares, se puede conocer la aplicabilidad de esta ley a este proyecto. Según el artículo 41, acápite 14, la aplicabilidad de esta ley se pudiera tratar como una empresa de reciclaje. Una vez sabido que este proyecto debe registrarse mediante esta ley, el Capítulo IV De La Evaluación Ambiental debe ser tomado en cuenta como punto de partida para legalizar esta propuesta.

El artículo 38 (perteneciente al capítulo ya mencionado), define que, ante una pre-aprobación de un proyecto, se requiere una serie de estudios, estos son: la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), evaluación ambiental estratégica, estudio de impacto ambiental, informe ambiental, licencia ambiental, permiso ambiental, auditorías ambientales y consulta pública.

Estas evaluaciones y estudios deben ser costeados por la entidad interesada y será realizada por un equipo multidisciplinario avalado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA, artículo 42) y es esta institución que regirá, según los resultados de las evaluaciones y declaraciones, cómo la institución a proponer realizará sus operaciones (Párrafo 1, artículo 42).

II.2. Ley General de Gestión Integral y Co-procesamiento de Residuos (Ley 225-20)

Esta ley, según el artículo 1 de la misma, tiene como objetivo principal mitigar la generación de residuos, definir su gestión, fomentar la reutilización, el reciclaje y la valoración y regular logísticas de transporte, barrido, disposiciones finales, estaciones de transferencia, centros de acopio y plantas de valorización, con el fin de disminuir gases de efecto invernadero causado por los residuos.

Pasando al artículo 2, podemos definir el campo de aplicación donde especifica que aplica a todas las actividades, procesos y operaciones que generen residuos. El proyecto a proponer no es *per se* un generador de residuos, sino, como ha sido definida por esta ley, es una planta de valorización. De igual forma, es conveniente en ciertas ocasiones tratar este proyecto como un generador, ya que las materias primas serán residuos en general, incluyendo los no valorizables.

II.2.1. Autorizaciones y regularizaciones aplicables

Tomando en cuenta lo anterior, según el artículo 18 sobre la Responsabilidad de la empresa prestadora de servicio, los ítems 1 y 5 específicamente, así como el artículo 116. enuncian que la empresa debe de estar autorizada por obligatoriedad por el Ministerio de Medio Ambiente (MIMARENA) y el Ayuntamiento. Asimismo, debe declarar el tipo, cantidad, costos, tarifa del servicio, origen, tratamiento y destino de los residuos.

Los artículos 69 y 70 definen con más amplitud estos temas, donde el artículo 69 enuncia que necesitan autorización los centros de acopio, tratamiento, valorización y disposición final de residuos urbanos, así como cualquier modificación en las instalaciones e infraestructura. Mientras, el artículo 70 define los datos requeridos por el Ministerio para solicitar autorización de manejo de residuos urbanos. Son los siguientes:

- 1) Datos generales de la persona física o jurídica, que incluyan nombre o razón social y domicilio legal.
- 2) Nombre y firma del representante legal de la empresa.
- 3) Usos del suelo autorizados en la zona donde se pretende instalar la empresa, plano o instalación involucrada en el manejo de los residuos y croquis señalando ubicación.
- 4) Descripción e identificación de los residuos que se pretenden manejar.
- 5) Descripción del proceso, de los equipos y de las instalaciones de acuerdo al tipo de servicio y de residuo que se va a gestionar.
- 6) Programa de capacitación del personal involucrado en el manejo de residuos.
- 7) Programa de mantenimiento de los equipos.
- 8) Plan de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales y accidentes.

El artículo 71, especifica que la empresa interesada obtendrá su autorización en al menos 5 años, donde se definirá el plazo de vigencia impuesto por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La regularización de la infraestructura de manejo de residuos se detalla en el artículo 73, el cual aclara que es entera decisión y emisión del Ministerio la planificación de este manejo.

Cualquier proyecto que requiera la consideración en la rentabilidad positiva en la importación de residuos, el artículo 75 de esta ley define que deben requerir autorización del Ministerio, exceptuando bajo cualquier condición o manejo los residuos peligrosos.

II.2.2. Contribuciones y/o aportes monetarios-legales

Según el artículo 36, se debe realizar una contribución especial para la gestión integral de residuos que será en base a los ingresos de la empresa. Estos fondos tienen el fin de ser una fuente de solvencia para mitigar los efectos negativos del actual sistema de disposición de residuos. Estos aportes serán de la siguiente forma:

Rango de ingresos (RD\$)	Contribución - RD\$	Contribución - USDS
De 0 a 1.0 Millón	500	9
De 1.0m a 8.0m	1,500	26
De 8.0m a 20.0m	5,000	88
De 20.0m a 50.0m	30,000	526
De 50.0m a 100.0m	90,000	1,579
Mayor de 100.0m	260,000	4,561

Tabla II.1. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana. Tabla de contribuciones según rango de ingresos, recuperada de la Ley General de Gestión Integral y Co-procesamiento de Residuos. 2020.

Estos aportes serán considerados en la factibilidad y rentabilidad del Proyecto propuesto, una vez definidos los ingresos para determinar el rango aplicable.

II.2.3. Gestión Administrativa

Mediante el artículo 77 sobre los tipos de modelo de gestión, este proyecto se ha definido como un modelo tipo 3 o Alianzas público-privadas, donde el proyecto propuesto tendrá el acceso a asesorías, experiencias, y recursos del sector privado que se refiera a la gestión de los residuos sólidos urbanos.

II.2.4. Logística de transporte y manejo de recolección de residuos sólidos urbanos

El artículo 94 sobre Prestadores de servicios privados enuncia que tanto el servicio de transporte como recolección de sólidos urbanos está obligado a ser presentado ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA) y del Ayuntamiento aplicable. Además, debe presentarse al Ministerio un reporte semestral sobre las actividades de dichos servicios, donde debe incluirse lo siguiente:

- 1) Cantidad o volumen y tipos de residuos sólidos urbanos que recolectaron y transportaron.
- 2) El nombre y número de registro del generador.
- 3) El nombre y número de registro del sitio donde fue tratado, valorizado o dispuesto, incluyendo las estaciones de transferencia en el caso de que los residuos vayan directamente a allí.

Los vehículos en el cual los residuos serán transportados deben poseer dispositivos especiales para atrapar lixiviados, deben ser cerrados o cubiertos para evitar derrames de residuos (artículo 97). En el caso de que los residuos tengan un gran volumen, el artículo 98 de la presente ley enuncia que deben ser transportados y recolectados por ayuntamientos y juntas de distrito municipales, quienes implementarán un servicio especial para estos fines. También pueden manejar esta situación prestadores de servicios que estén previamente autorizados por el MIMARENA.

II.2.5. Tratamiento de residuos y Valorización eco-energética

Según el artículo 124, el tratamiento de residuos ya sea sólidos urbanos o de manejo especial y peligrosos, deben ser mediante procesos de transformación física, química o fisico-química. Estas operaciones deben ser obligatoriamente aceptadas y autorizadas por el Ministerio para su implementación. En caso de alguna emergencia o accidente durante la operación, deben ser considerados en un plan de contingencia previo y los daños son entera responsabilidad de los responsables del proceso de tratamiento.

Por otra parte, el artículo 125 sobre el tratamiento de los residuos orgánicos, éstos serán tratados mediante proceso de indigestión o compostaje. Dichos procesos son de aprovechamiento energético y enriquecimiento de los suelos y vegetación. Según lo establecido en los Párrafos I y II, los de residuos de origen animal, pueden ser tratados mediante biodigestores y el biogás resultante puede ser aprovechado como fuente energética. En cuanto a los residuos vegetales, pueden ser destinados al compostaje. La ley sugiere, incluso, su comercialización como forma de ingreso e incentivo a la población a nuevas alternativas ecológicas.

Como se establece en el Párrafo III del artículo 116, las plantas de valorización de residuos pueden manejar tanto residuos orgánicos como inorgánicos. En caso de que se vea la potencialidad de realizar compostaje o aprovechamiento energético de los residuos orgánicos segregados en los procesos propuestos en este Proyecto de Grado, el artículo 117 enuncia que solo se considerará como planta de valorización energética a las que posean una capacidad de potencia instalada de hasta 100 mega watts, sin discriminar el tipo de tecnología de generación eléctrica usada, siempre y cuando no atente contra el cumplimiento legal del sector eléctrico.

Según el Párrafo I de este mismo artículo, le será permitido hibridar del combustible fósil como fuente de energía primaria, siempre que los residuos orgánicos sólidos presenten al menos el 30% como fuente primaria y el combustible fósil, el restante 60% (como tope).

TERCERA PARTE

MARCO METODOLÓGICO

Capítulo III: Diseño de Planta

La planta de segregación de residuos urbanos requiere de diversas especificaciones, comodidades y características con el fin de llevar a cabo operaciones eficaces y un producto final con alta calidad. Para ello, se definirán el terreno, diseño, recomendaciones para la localización de la planta, así como el diseño de los procesos que se llevarán a cabo en el interior de dicha facilidad.

III.1.2. Maquinarias

Las maquinarias a necesitar para la puesta en marcha de este proyecto se presentan a continuación. Es importante señalar que ciertas mejoras deben realizarse conforme el proyecto vaya avanzando para eficientizar los procesos, embellecer la facilidad y proporcionarle más valores agregados en la materia de aporte medioambiental.

Nombre	Unidades
Separador óptico de materiales	2
Correas transportadoras	30 metros
Separador de screens con discos	1
Separador para vidrio	1
Moledora de vidrio	1
Ciclón industrial	1
Separador de corriente de Eddy	1
Separador con correa magnetizada	1
Clasificador de aire	1
Abanico industrial impulsor	2

Nombre	Unidades
Tubería de acero inoxidable (10 pulg de diámetro)	30 ft
Tambor mezclador rodante	2
Embaladora para plástico y aluminio	2
Embaladora para cartón y papel	2
Humidificador de 3L	1

Tabla III.1. Paulino, M. Maquinarias recuperadas a partir del proceso de Reciclaje de Corriente Simple. Costos de maquinarias recuperados en alibaba.com. 2021.

Capítulo IV: Metodología

Para el conocimiento de la viabilidad y rentabilidad de este proyecto, se realizarán estudios diversos. Estos estudios son cruciales para los diferentes análisis de factibilidad, las cuales determinarán la implementación de este trabajo de grado. Además, se propone un proceso de reciclaje ideal para residuos no previamente separados y del rediseño del mismo, con el fin de acoplarse a las condiciones de segregación de residuos actuales y locales existentes.

IV.1. Métodos de factibilidad

- Beneficio neto actualizado

$$\text{Beneficio actualizado} = \text{Beneficios anuales} \times \text{Factor de actualización} \quad \text{Ec. II.1}$$

- Costo actualizado

$$\text{Costo actualizado} = \text{Costo de inversión} \times \text{Factor de actualización} \quad \text{Ec. II.2}$$

- Flujo de efectivo

$$\text{Flujo de efectivo} = \text{Beneficios anuales} - \text{Costo de inversión} \quad \text{Ec. II.3}$$

- Tasa Interna de Retorno

$$\text{TIR} = \text{tasa interna menor} + (\text{taza de interna mayor} - \text{tasa interna menor}) \quad \text{Ec. II.4}$$

$$\text{TIR} \geq \text{costo de inversión y/o } \text{TIR} \geq 0 = \text{el proyecto es factible}$$

- Valor Actual Neto

$$\text{VAN} = \text{beneficios actualizados} - \text{costos actualizados}$$

Ec. II.5

$$\text{VAN} \geq 0 = \text{el proyecto es factible}$$

- Tasa mínima aceptable de rendimiento

Ec. II.6

$$\text{Inflación actual del país (I)} + R \times I \text{ (donde } R = \text{Utilidad/Inversión inicial)} + r \text{ (tasa del préstamo escogido)}$$

$$\text{TIR} > \text{TMAR} = \text{se acepta el proyecto}$$

IV.2. Proceso de Reciclaje de Corriente Simple (Single Stream Recycling)

El proceso de reciclaje de corriente simple o por su nombre en inglés Single Stream Recycling se refiere a un sistema de segregación de residuos en el cual todas las clases de material reciclable como metal, papel, plásticos, vidrio, etc., están en un mismo contenedor, sin requerir segregación previa. Luego estos materiales son colectados y transportados a una facilidad donde son segregados y procesados.

Cuando ya están procesados, cada material se comprime y se transporta a diferentes facilidades en las cuales se especialicen en el reciclaje de cada material correspondiente. La segregación de los materiales varía ligeramente, constando de humanos y máquinas como correas movilizadoras o conveyors, coladores o screens, aire forzado, imanes e equipos instrumentales de identificación del material.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo explicando de manera breve, general y sistemática el funcionamiento del proceso original de reciclaje de corriente simple:

Para la población dominicana, este tipo de proceso sería una excelente alternativa para el inicio de un futuro con cultura de reciclaje. En nuestro país la costumbre de reciclar aún no ha sido arraigada, lo cual, con la implementación de este tipo de proceso de reciclaje, se pueden mitigar las problemáticas actuales sobre la basura y el manejo de los vertederos, a la vez que incentiva al pueblo dominicano a reciclar y se generaría nuevas plazas de empleo para los dominicanos.

IV.2.2. Desventajas del proceso de reciclaje de corriente simple

El proceso de reciclaje propuesto, posee un costo agregado por la segregación de tantos residuos con características y exigencias tan distintas entre sí que es necesario concentrarse en cada uno por separado. A diferencia de los demás procesos de reciclaje, los residuos llegan a las facilidades previamente segregados casi en su totalidad, lo cual reduce costos de operación.

La mayor desventaja de este proceso de reciclaje es que la calidad de algunos materiales que se han almacenado en los contenedores mientras esperan su tratamiento en la planta, pueden ir perdiendo su calidad, como es el caso de los desechos orgánicos y su facilidad al descomponerse.

IV.2.3. Diagrama de proceso del reciclaje de corriente simple (Single Stream Recycling)

A continuación, se presenta el diagrama de proceso correspondiente al reciclaje de corriente simple, con algunas mejoras incluidas para incrementar la calidad de los materiales para su venta como materia prima:

Diagrama de Flujo del Reciclaje de Corriente Simple (Single Stream Recycling Process)

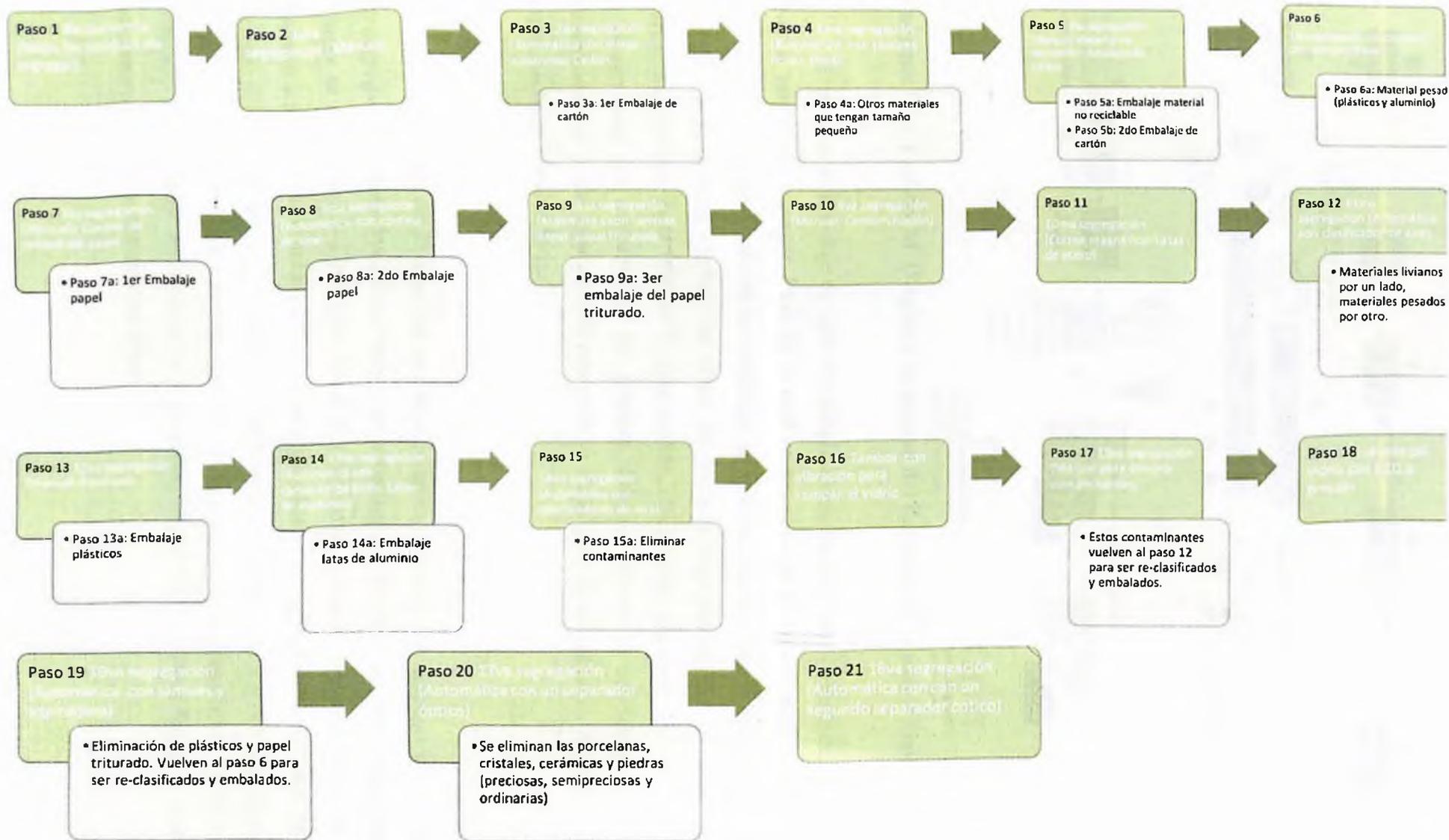


Diagrama IV.1. Paulino, M. Flujograma del Proceso de Reciclaje de Corriente Simple. 2021.

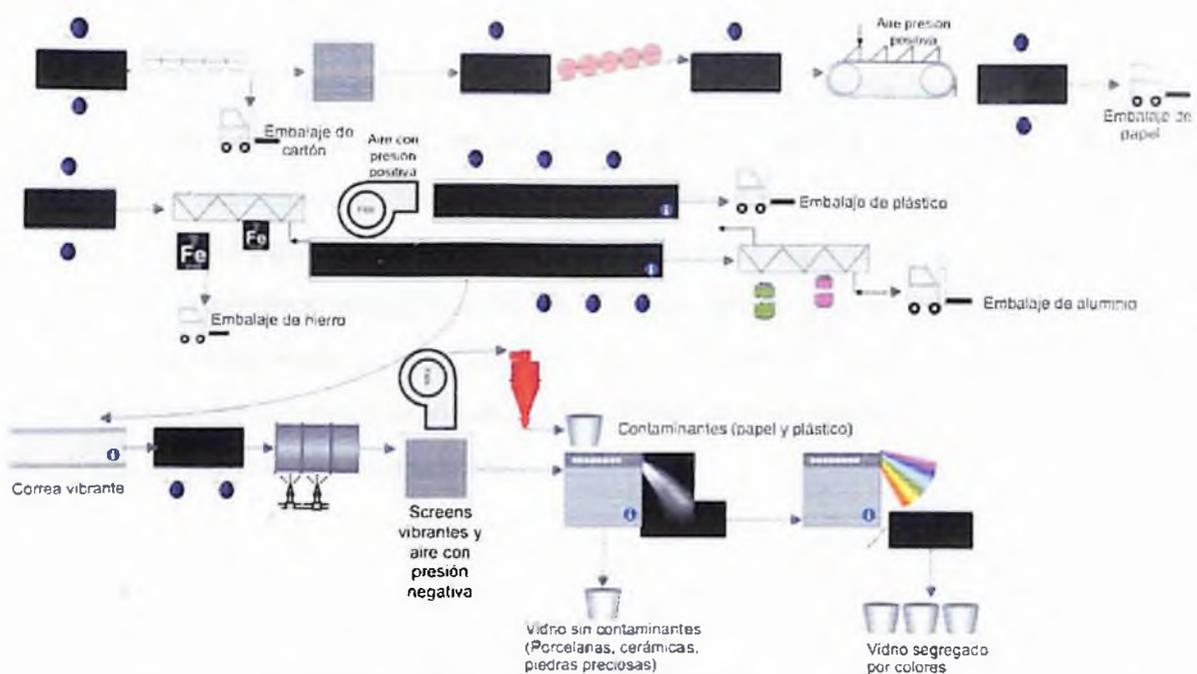


Diagrama IV.2. Paulino, M. Diagrama de proceso del Reciclaje de Corriente Simple. 2022.

El proceso de reciclaje de corriente simple comienza en el recibimiento de la materia prima (toda la basura sin segregar, Paso 1), la cual se descarga en un área destinada para tales fines (tipping floor). Luego, mediante montacargas, la materia prima se introduce en las correas para dar inicio a la primera segregación (Paso 2). En esta segregación, con la ayuda de manos operadoras, eliminan materiales de un gran tamaño, objetos muy punzantes que puedan presentar un riesgo para las maquinarias del proceso. Dichos objetos se consideran parte de los “contaminantes” y son apartados en esta primera etapa para ser clasificados manualmente y son almacenados en contenedores.

Con la ayuda de separadores de discos rotatorios (Paso 3) los cartones y cajas de cartón son segregados y pasan inmediatamente a ser embalados y almacenados. Por consiguiente, con tamices de alrededor 1.5-2 pulgadas de tamaño de malla, una parte del papel (papel de tamaño pequeño y secos) y otros materiales de tamaño pequeños son separados (Pasos 4-4a). En una 4ta segregación, manualmente se separan los materiales que no se reciclan (contaminantes) y posibles restos de cartón que pueden aún quedar que en esta etapa del proceso (Paso 5). El cartón es embalado con los cartones embalados y embalados en el Paso 3 (Paso 5a), y el material no reciclable se embala y se almacena (Paso 5b).

El papel es uno de los materiales más difíciles de clasificar, ya que, si éste se encuentra mojado por el lixiviado se queda adherido a los demás materiales o a las maquinarias. En una 5ta segregación con tamices con un tamaño de 1.5-2 pulgadas de tamaño de malla para clasificar (en una segunda vez) el papel, cayendo en una correa ubicada debajo de los tamices para luego ser almacenados momentáneamente (Paso 6). En el primer plano, quedan los materiales plástico y metales, considerados como pesados (Paso 6a) que continuarán el curso del proceso mediante correas transportadoras y serán explicados más adelante. Sin embargo, es importante señalar que ambas líneas de proceso son momentáneas.

En la 6ta segregación (Paso 7), manualmente se verifica si el papel posee otros contaminantes (materiales distintos al papel o no derivados del papel) y se realiza el primer embalaje de este material (Paso 7a). Comúnmente el papel se ve afectado por el lixiviado o cualquier otro líquido. Es por ello que en el Paso 8 se realiza una 7ma segregación mediante cortinas de aire comprimido. Con este proceso, el papel es secado de forma rápida, y al mismo tiempo es segregado una cuarta vez.

El papel es embalado o almacenado momentáneamente (dependiendo el volumen de cada producción). Para asegurar que el papel ha sido totalmente clasificado y no existen riesgos de que este material se convierta en un contaminante para los próximos procesos, se realiza en una 9na segregación con tamices finos el papel triturado y se embala una última vez (Paso 9). En el paso 10, manualmente se realiza una eliminación manual de contaminantes (posibles restos de papel, cartón y otros).

En esta etapa del proceso, solo restan 4 materiales: metales (hierro y aluminio), plásticos y vidrio (y posibles etiquetas de papel, proveniente de las botellas). Comenzando por el hierro, las latas y otros materiales de hierro son elevados y atraídos por una correa magnetizada suspendida que los segrega en fracciones de segundos, los transportan y los almacenan en un contenedor para luego ser embalados (Paso 11). Con una cortina de aire, se segregan los materiales livianos, como los plásticos, de los pesados, como el aluminio y el vidrio (Paso 12). Por un lado, los plásticos pasan por una segregación manual (Paso 13), se embalan y se almacenan.

Los demás los materiales van transportándose por correas, mientras, las latas de aluminio son elevadas y segregadas gracias a una correa suspendida cargada con corriente de Eddy, ideal para atraer los materiales en aluminio (Paso 14). Los materiales de aluminio son transportados mediante esta correa, directamente a los contenedores para ser embalados y finalmente ser almacenados. Posiblemente algunos materiales no deseados estén presentes en esta etapa.

Es por ello, que en el Paso 15 se realiza una segregación manual, eliminando contaminantes que puedan encontrarse en el proceso. Dichos contaminantes, manualmente se colocan al paso 12 del proceso para ser debidamente clasificados o eliminados, según aplique (Paso 15a). A esta etapa, solo debe de restar por segregación el vidrio, cristales, piedras preciosas, porcelanas, cerámicas y demás derivados.

Por tanto, en el Paso 16, aprovechando la fragilidad del vidrio ante los demás materiales, se procede a reducir el tamaño del mismo mediante un tambor vibratorio, para así en el Paso 17 poder eliminar posibles etiquetas que suelen quedar adheridas en botellas o contenedores de vidrio u otros contaminantes que puedan encontrarse. Estos contaminantes son eliminados o reclasificados, según aplique.

El vidrio y demás materiales proceden a lavarse en el paso 18 mediante un tambor giratorio que posee un chorro de agua a presión de un lado. En una 16va segregación, con la ayuda de tamices y aspiradoras se logra eliminar los dos materiales ofensores de este proceso: el papel y el plástico (Paso 19). Estos materiales finalmente son re-clasificados volviendo al Paso 6 (si es necesario) o son segregados manualmente para ser embalados.

El vidrio es el material que más se puede aprovechar en comparación con los demás, ya que es posible reciclarlo al 100%, es decir, cuantas veces se desee reciclar sin presentar mínimamente degradación o deterioro en su estructura o funcionamiento. Sin embargo, una de las limitantes de la clasificación del vidrio son algunos materiales que suelen confundirse con el vidrio o no son tomados en cuenta, careciendo de una segregación total y efectiva, provocando que este material no pueda venderse a un precio justo. Por ello, en los Pasos 20 y 21 son totalmente dedicados a la segregación el vidrio y a su vez, dividirlo en colores.

En el Paso 20 se propone utilizar una máquina que es capaz de discriminar el vidrio delante de piedras preciosas, cerámica, barro y porcelana. Dicha máquina le emite un haz de luz a los materiales que, por la forma de respuesta de cada material a esa emisión, puede identificarse y, al mismo tiempo, segregarse entre vidrio y los demás materiales. Originalmente, el proceso de reciclaje de corriente culmina hasta este paso.

No obstante, debido al conocimiento de la importancia del gran aprovechamiento posible que se puede lograr con el vidrio, la autora de este Proyecto de Grado propone un paso adicional: Luego que ya obtenemos puramente vidrio (sin contaminantes), con una máquina de funcionamiento muy similar al Paso 20, segregaremos el vidrio por colores: ámbar, verde, transparente (incoloro), y los demás colores pocos comunes, como el rojo y el azul, serán segregados en conjunto. Potencialmente el precio de los *cullets* (o grajeas) del vidrio aumenta, además de poseer o no contaminantes, es debido a su color. Por ejemplo, el vidrio incoloro o transparente se vende mucho más caro en comparación a los demás, debido a la amplia variedad de opciones que pueden aprovecharse.

CUARTA PARTE

CÁLCULOS, CONCLUSIONES
Y RECOMENDACIONES

IV.3. Cálculos

Para el conocimiento del costo total de la inversión de este proyecto y su factibilidad y rentabilidad, se tomará en cuenta: gastos de acondicionamiento de terreno y construcción de la facilidad, nómina de empleados, costos de transportación, mobiliario, maquinarias y los permisos ambientales y gubernamentales necesarios para establecer este proyecto en un caso real.

Los costos de acondicionamiento y construcción de la facilidad serán inferidos en el caso de un terreno virgen con vegetación, con las características ya descritas en el capítulo II. En cuanto a la transportación se refiere, con la inversión de un par de camiones recolectores para iniciar este nuevo sistema de segregación de residuos. A continuación, se desglosan los costos para la implementación (inversión inicial) de este proyecto.

IV.3.1. Maquinarias y mobiliarios

Nombre	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Separador óptico de vidrio por color	2	\$US 12,000.00	\$US 24,000.00
Correas transportadoras	3 mts	\$US 20.00	\$US 60.00
Separador de screens con discos	1	\$US 6,000.00	\$US 6,000.00
Separador óptico para vidrio	1	\$US 10,000.00	\$US 10,000.00
Moledora de vidrio	1	\$US 2,233.00	\$US 2,233.00
Ciclón industrial	1	\$US 10,000.00	\$US 10,000.00
Separador de corriente de Eddy	1	\$US 5,676.86	\$US 5,676.86
Separador con correa magnetizada	1	\$US 1,000.00	\$US 1,000.00
Clasificador de aire	1	\$US 12,000.00	\$US 12,000.00
Abanico industrial impulsor	2	\$US 190.00	\$US 380.00
Tubería de acero inoxidable (10 pulg de diámetro)	30 ft	\$US 586.00	\$US 586.00
Tambor mezclador rodante	2	\$US 2,000.00	\$US 4,000.00

Nombre	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Embaladora para plástico y aluminio	2	\$US 1,000.00	\$US 2,000.00
Embaladora para cartón y papel	2	\$US 4,000.00	\$US 8,000.00
Humidificador de 3L	1	\$US 200.00	\$US 200.00
Total			\$US 86,675.86

Tabla IV.1. Paulino, M. Maquinarias recuperadas a partir del proceso de Reciclaje de Corriente Simple. Costos de maquinarias recuperados en alibaba.com. 2021.

Mobiliario			
Nombre	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Sillas rotatorias	10	\$US 180.00	\$US 1,800.00
Mesa ejecutiva	1	\$US 340.00	\$US 340.00
Escritorios de oficina	4	\$US 50.00	\$US 200.00
Counter recepción	1	\$US 1,086.00	\$US 1,086.00
Total			\$US 3,426.00

Tabla IV.2 Paulino, M. Costos de mobiliario recuperados de la tienda online alibaba.com. 2021.

IV.3.2. Transportación y Equipos de Protección Personal (EPPs)

Transporte			
Nombre	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Montacargas eléctricos de 1 ton	4	\$US 4,100.00	\$US 16,400.00
Furgones	2	\$US 2,200.00	\$US 4,400.00
Camiones	2	\$US 2,750.00	\$US 5,500.00
Diesel (gls/mes)	1000	\$US 3.53	\$US 3,530.00
Total			\$US 29,830.00

Tabla IV.3 Paulino, M. Costos de medios de transporte recuperados de la tienda online alibaba.com.2021. Costos de combustible tomados de la página oficial del Ministerio de Industria y Comercio. 2021.

Equipos de Protección Personal			
Nombre	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Overalls (Enterizos)	35	\$US 30.60	\$US 1,071.00
Botas de Seguridad	35	\$US 32.57	\$US 1,139.95
Guantes de Seguridad Anti-Cortaduras	45	\$US 2.98	\$US 134.10
Lentes de Seguridad	45	\$US 2.38	\$US 107.10
Cascos de Seguridad	40	\$US 7.16	\$US 286.40
Tapones de Oídos	60 pares	\$US 2.32	\$US 6.96
Mascarillas	1000	\$US 14.00	\$US 14.00
Total por mes			\$US 2,759.51

Tabla IV.4 Paulino, M. Costos de equipos de protección personal (EPPs) recuperados de la tienda online alibaba.com. 2022.

IV.3.3. Análisis de Locación, Costos de Producción y Plan de Producción

En esta parte del capítulo se establecerá el plan propuesto para producir los bienes que genera este proceso y los costos que conllevan producir dichos bienes. A modo de obtener una estimación más realista y exacta, se ha decidido fundamentar estos cálculos en una locación recomendada.

IV.3.3.1. Análisis de Locación

El proyecto propuesto en este Proyecto de Grado puede ser aplicado y adecuado en cualquier parte del país. Sin embargo, para realizar los cálculos de factibilidad, es necesario realizar un análisis de locación y proponer gastos de compra o alquiler de una nave o establecimiento.

Mediante una encuesta realizada a personas que residían en Las Américas (Zona Oriental y sectores aledaños), Ciudad Real (y sectores aledaños) y Haina (y sectores aledaños); se evaluaron los siguientes aspectos: sistema energético, accesibilidad (condiciones de las vías y formas de acceso), sistema de agua y recogida de basura. Además, se le concedió a los encuestados un espacio para que, opcionalmente, opinaran libremente sobre su sector.

La calificación se tomó en cuenta del 1 al 10, teniendo al 1 como la más baja y al 10 como la más alta. Los resultados descritos a continuación:

Comodidades	Haina (y zonas aledañas)	Las Américas (y zonas aledañas)	Ciudad Real (y zonas aledañas)
Sistema energético (1 al 10)	3	7	9
Condición vial (“Pésimo estado”, “Regular” y “En excelente estado”)	Regular	Regular	Regular-En excelente estado
Accesibilidad (“Solo hay una forma de llegar”, “De 2 a 3 maneras”, “Más de 3 maneras”)	De 2 a 3 maneras	De 2 a 3 maneras	Más de 3 maneras
Sistema de Agua (1 al 10)	1	8	7
Recogida de Basura (1 al 10)	4	5	8
Comentarios relevantes	“Mucha delincuencia, muchos jóvenes en malos pasos.”	No hay comentarios disponibles.	“Hay muchos estancamientos automovilísticos.”

Tabla IV.5. Paulino, M. Análisis de locación realizada mediante encuestas a los habitantes de dichas zonas. 2021.

A raíz de esta encuesta, la locación más apropiada por las amenidades que posee es Ciudad Real y zonas aledañas. Además, esta locación posee una gran ventaja para este proyecto en específico: una gran cercanía al vertedero más importante de Santo Domingo: el Vertedero de Duquesa, reduciendo así los costos de transportación significativamente.

Se encontró una nave industrial en la Av. República de Colombia (fotos debajo) que se tomó como punto de referencia y de estimación para este análisis de factibilidad. Dicha nave posee las siguientes características:

Características y Amenidades de la Nave	
Terreno (en metros cuadrados, m ²)	2,695
Tipo de altura	Doble altura
Materiales de Construcción Utilizados	Alucín en el techo, paredes en block y piso en concreto vaciado resistente.
Estacionamientos	Disponibles para vehículos, camiones y contenedores, de forma individual.
Otras amenidades	<ul style="list-style-type: none"> - Rampas para contenedores y camiones. - Garita de seguridad y cámaras de seguridad en toda la facilidad. - Portón eléctrico. - Espacio disponible para futuras ampliaciones.



Imagen IV.1. Imágenes de las amenidades y características de la planta recomendada. Imágenes recuperadas de la página Locanto, Venta de nave industrial doble altura en el Distrito Nacional. 2021.

IV.3.3.1.2. Levantamiento Energético de la Planta

El consumo energético de los equipos se tomó de las especificaciones del fabricante de las maquinarias. Dichos valores están definidos como “consumo energético unitario” y el consumo total dados en 8 horas de operación, expresados como “consumo energético total”.

Maquinaria	Consumo energético unitario (kW)	Consumo energético total (kW/h)
Separador óptico para vidrio por color	250	2000
Correas transportadoras	30	240
Separador de screens con discos	45	460

Maquinaria	Consumo energético unitario (kW)	Consumo energético total (kW/h)
Separador óptico para vidrio	250	2000
Moledora de vidrio	110	880
Ciclón industrial	15	120
Separador de corriente de Eddy	20	160
Separador con correa magnetizada	20	160
Clasificador de aire	100	800
Abanico industrial impulsor	50	400
Tambor mezclador rodante	10	80
Embaladora para plástico y aluminio	11	88
Embaladora para cartón y papel	11	88
Humidificador de 3L	15	120
Iluminación	115	920
Total	1052	8516

Tabla IV.6. Paulino, M. Maquinarias recuperadas a partir del proceso de Reciclaje de Corriente Simple. Consumo energético de las maquinarias recuperados por cada manufacturero descrito en la ficha técnica de las maquinarias, encontrado en alibaba.com. 2021.

Este proyecto puede ser aplicado en cualquier provincia del país. El precio energético oscila por región y, a su vez, por sector. Por tanto, una vez determinada la localidad del proyecto, estos costos pueden ser estimados:

Maquinaria	Consumo energético unitario (kW)	Consumo energético total (kW/h)	Costo energético por kW/h
Separador óptico para vidrio por color	250	2000	11363.67
Correas transportadoras	30	240	1437.27
Separador de screens con discos	45	460	2678.07

Maquinaria	Consumo energético unitario (kW)	Consumo energético total (kW/h)	Costo energético por kW/h
Separador óptico para vidrio	250	2000	11363.67
Moledora de vidrio	110	880	5046.87
Ciclón industrial	15	120	760.47
Separador de corriente de Eddy	20	160	986.07
Separador con correa magnetizada	20	160	986.07
Clasificador de aire	100	800	4595.67
Abanico industrial impulsor	50	400	2339.67
Tambor mezclador rodante	10	80	534.87
Embaladora para plástico y aluminio	11	88	579.99
Embaladora para cartón y papel	11	88	579.99
Humidificador de 3L	15	120	760.47
Iluminación	115	920	5272.47
Total	1052	8516	RDS 49,285.29
Total en US\$			US\$ 860.88

Tabla IV.7. Paulino, M. Consumo energético de las maquinarias recuperados por a partir de cada fabricante descrito en la ficha técnica de las maquinarias. Cálculos energéticos encontrados en la Resolución SIE-060-2020TF de la Superintendencia de Electricidad sabiendo que, por la localidad, el costo unitario es de RD\$83.67 de cargo fijo más RD\$5.64 por cada kW/h. 2021.

IV.3.3.2. Costos de producción

A continuación, se presentarán los gastos rutinarios necesarios para poner en marcha y mantener la planta en constante operación. Estos son: Gastos de servicio de agua y alcantarillado, gastos legales y nómina. Al culminar con el desglose de todos estos gastos, se presentará un resumen de todos los gastos ya mencionados y los antes descritos en sub-acápites anteriores.

IV.3.3.2.1. Gastos de servicio de agua y alcantarillado

Gastos de agua		
Necesidad	Cantidad	Unidades de medida
Cisterna de capacidad de 10,000 gls (45.4609 m ³)		
Precio unitario de CAASD	4	(RD\$/m ³)
Costo Total (Para 45.46 m ³ /Mes)	181.84	(RD\$/m ³)
Precio Total US\$/Mes	3.18	(US\$/m ³)

Tabla IV.8. Paulino, M. Cálculos de servicio de agua realizado a partir de la Estructura Tarifaria de la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD). 2021.

IV.3.3.2.1. Gastos de registro de nombres, impuestos y permisos legales-ambientales

Nombre	Costo Unitario (US\$)
Registro Nombre Comercial (ONAPI)	\$US 83.41
Registro de Rótulo (ONAPI)	\$US 110.78
Rentas Internas (DGII)	\$US 30,393.01
Monto de Constitución (CCYP)	\$US 829.69
Registro de Emblema (ONAPI)	\$US 110.78
Calificación Industrial en Proceso de Instalación (ProIndustria)	\$US 87.34
Registro de Lema Comercial (ONAPI)	\$US 95.11
Permiso y/o Constancia Ambiental (MIMARENA)	\$US 104.80
Certificado de Registro de Impacto Mínimo (MIMARENA)	\$US 34.93
Total	\$US 31,849.85

Tabla IV.9. Paulino, M. Cálculo de servicio de agua realizado a partir de los requerimientos de Pro Industria, la Dirección General de Impuestos Internos (DGII), Cámara de Comercio y Producción (CCYP), el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA) y la Oficina Nacional de la Propiedad Industrial (ONAPI). 2021.

IV.3.3.2.2. Nómina

Posición	Empleado						Empleador			
	Salario	AFP	SFS	ISR	Total de retenciones	Salario Neto	ARL	SFS	AFP	INFOTEP
Gerente de Calidad y Manufactura	\$US 2,500.00	\$US 71.75	\$US 76.00	\$US 409.36	\$US 557.11	\$US 1,942.89	\$US 27.50	\$US 177.25	\$US 177.50	\$US 0.00
Gerente de Seguridad, Higiene y Medioambiente	\$US 2,500.00	\$US 71.75	\$US 76.00	\$US 409.36	\$US 557.11	\$US 1,942.89	\$US 27.50	\$US 177.25	\$US 177.50	\$US 0.00
Supervisor de Producción	\$US 1,000.00	\$US 28.70	\$US 30.40	\$US 52.72	\$US 111.82	\$US 888.18	\$US 11.00	\$US 70.90	\$US 71.00	-
Ing. Analista de Seguridad, Higiene y Medioambiente	\$US 850.00	\$US 24.40	\$US 25.84	\$US 29.32	\$US 79.56	\$US 770.45	\$US 9.35	\$US 60.27	\$US 60.35	\$US 8.50
Encargado del almacén	\$US 600.00	\$US 17.22	\$US 18.24	-	\$US 35.46	\$US 564.54	\$US 6.60	\$US 42.54	\$US 42.60	\$US 6.00
Analista Cuentas por pagar/cobrar	\$US 750.00	\$US 21.53	\$US 22.80	\$US 14.19	\$US 58.52	\$US 691.49	\$US 8.25	\$US 53.18	\$US 53.25	\$US 7.50
Analista de Mercado	\$US 670.00	\$US 19.23	\$US 20.37	\$US 2.35	\$US 41.95	\$US 628.05	\$US 7.37	\$US 47.50	\$US 47.57	\$US 6.70
Analista de Ventas	\$US 670.00	\$US 19.23	\$US 20.37	\$US 2.35	\$US 41.95	\$US 628.05	\$US 7.37	\$US 47.50	\$US 47.57	\$US 6.70
Colaboradores	\$US 500.00	\$US 14.35	\$US 15.20	-	\$US 29.55	\$US 470.45	\$US 5.50	\$US 35.45	\$US 35.50	\$US 5.00
Total Mensual	\$US 10,040	\$US 288.15	\$US 305.22	\$US 919.65	\$US 1,513.01	\$US 8,526.99	\$US 110.44	\$US 711.84	\$US 712.84	\$US 40.40
Total Anual	\$US 120,480.00	\$US 3,457.78	\$US 3,662.59	\$US 11,035.80	\$US 18,156.17	\$US 102,323.83	\$US 1,325.28	\$US 8,542.03	\$US 8,554.08	\$US 484.80

Tabla IV.10. Paulino, M. Nómina y descuentos aplicables. 2021.

Posición	Salario	Salario Neto	Cantidad Empleados	Costos Salario
Gerente de Calidad y Manufactura	\$US 2,500.00	\$US 1,942.89	1	\$US 1,942.89
Gerente de Seguridad Higiene y Medioambiente	\$US 2,500.00	\$US 1,942.89	1	\$US 1,942.89
Supervisor de Producción	\$US 1,000.00	\$US 888.18	2	\$US 1,776.36
Ing. Analista de Seguridad, Higiene y Medioambiente	\$US 850.00	\$US 770.45	2	\$US 1,540.89
Encargado del almacén	\$US 600.00	\$US 564.54	1	\$US 564.54
Analista Cuentas por pagar/cobrar	\$US 750.00	\$US 691.49	2	\$US 1,382.97
Analista de Mercado (contratista)	\$US 670.00	\$US 628.05	1	\$US 628.05
Analista de Ventas (contratista)	\$US 670.00	\$US 628.05	1	\$US 628.05
Colaboradores	\$US 500.00	\$US 470.45	15	\$US 7,056.75
Total mensual	\$US 10,040.00	\$US 8,526.99	-	\$US 19,038.91
Total anual	\$US 120,480.00	\$US 102,323.83	-	\$US 228,466.94

Tabla IV.11. Paulino, M. Tabla de resumen de la nómina de empleados y sus costos. 2021.

IV.3.3.2.3. Resumen de costos y costo unitario

Nombre de Costos	Costos por mes
Costos Energéticos	\$US 860.88
Costos de Servicios de Agua	\$US 3.18
Transporte	\$US 3,530.00
Nómina	\$US 17,463.40
Equipos de Protección Personal	\$US 2,759.51
Material Gastable	\$US 125.00
Préstamo (cuotas)	\$US 131,130.57
Costos Publicitarios	\$US 1,000.00
Costos Materia Prima	\$US 45,867.62
Total Costos de Producción [Mensual]	\$US 204,315.14
Costo Unitario	\$US 1.82

Tabla IV.12. Paulino, M. Tabla resumen de costos mensuales. 2021.

IV.3.3.3. Plan de Producción

Para determinar el plan de producción, se analizará la capacidad de producción máxima y mínima de las maquinarias antes descritas, esto es para salvaguardar la integridad de las mismas, evitando exceder su eficiencia y disminuir su productividad. Dichas capacidades serán desglosadas más adelante. El plan de producción será basado en una jornada de 8 horas laborables. Teniendo en cuenta los parámetros antes preestablecidos, el plan de producción se define de la siguiente manera:

Maquinaria	Capacidad de producción unitaria (ton/h)	Capacidad de producción/día (ton/día)
Separador óptico de materiales	15	120
Correas transportadoras	No aplica	No aplica
Separador de screens con discos	5	40
Separador para vidrio	8	64
Moledora de vidrio	5	40
Ciclón industrial	No aplica	No aplica
Separador de corriente de Eddy	6	48
Separador con correa magnetizada	7	56
Clasificador de aire	No aplica	No aplica
Abanico industrial impulsor	No aplica	No aplica
Tambor mezclador rodante	10	80
Embaladora para plástico y aluminio	10	80
Embaladora para cartón y papel	10	80
Humidificador de 3L	No aplica	No aplica
Iluminación	No aplica	No aplica
Total	76	608

Tabla IV.13. Paulino, M. Maquinarias recuperadas a partir del proceso de Reciclaje de Corriente Simple. Capacidad de maquinarias recuperados por cada manufacturero de las maquinarias descritos en alibaba.com. 2020.

Se tomará como base para el plan de producción 0.65 toneladas por hora y 0.15 ton por hora de vidrio que será segregado por colores. Sabiendo que un día operacional equivale a 8 horas laborables, diariamente se estarían produciendo 5.2 toneladas al día, traduciéndose en aproximadamente 1,348,701.74 kg de residuos tratados al año.

Los precios de venta de los materiales a segregar en este proyecto, son los mostrados en la tabla de abajo. Los precios de venta fueron calculados tomando en cuenta como referencia las ganancias recibidas y cantidad de residuos vendidas al extranjero, incluyendo de esta forma los costos de importación realizados en el año 2011. Estos costos y ganancias fueron actualizados al aplicarle una tasa de inflación de 4.5% (acorde a las estimaciones realizadas por Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, MEPYD para el año 2022). Estos cálculos anteriormente mencionados y los demás costos de producción desglosados en la tabla IV.12, conforma el costo unitario o costo unitario base. A este costo unitario base se le agregaron los porcentos de ganancia fueron estimados tantas veces el producto a vender fuese competitivo con el precio de venta del mercado.

Partiendo de que, aproximadamente, se producirán 5.2 toneladas por día (112.391.8 kg/día) de residuos urbanos valorizables y 1.2 toneladas por día de vidrio segregado por colores (1,088.4 kg/día). las ganancias por material o residuo recuperado serían de la siguiente forma:

Material	Precio de Venta (US\$/kg)	Precio Mercado (US\$/kg)	Ganancias (kg/mes)
Plásticos	19.93	9.54	\$US 2,239,507.00
Papel y cartón	1.99	0.15	\$US 223,950.70
Vidrio	44.83	39.67	\$US 5,038,890.76
Hierro y Acero	4.48	3.05	\$US 503,889.08
Color de Vidrio	Precio de Venta (US\$/ton)	Precio Mercado (US\$/ton)	Ganancias (ton/mes)
Transparente o clear	59.78	55.00	\$US 1,709.41
Ámbar o marrón	35.87	45.00	\$US 1,025.64
Verde	35.87	20.00	\$US 1,025.64
Otros colores	8.97	10.00	\$US 256.41
Total Bruto (Vidrio)			\$US 4,017.11
Gran Total Bruto			\$US 8,010,275.75
Total Neto			\$US 7,808,719.59

Tabla IV.14. Paulino, M. Precios calculados desde “Dominican scrap is sold in 44 countries” (“Residuos dominicanos son vendidos en 44 países”) desde la página oficial del Periódico Diario Libre versión USA. 2011. Precios del mercado del material vidrio recuperados de “Markets for Recovered Glass” (“Mercados para vidrio recuperado”), de la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos. 1992.

En el caso puntual del vidrio, al ser un producto 100% reciclable (que puede ser reciclado tantas veces se desea sin degradación de material), toma más valor si el vidrio no contiene contaminantes (piedras preciosas, cerámicas, piedras minerales y porcelana) ventaja que posee el proceso propuesto en este Proyecto. A pesar de esta ventaja, en este Proyecto de Grado, se propuso una mejora al proceso de Reciclaje de Corriente Simple, en el cual el vidrio es segregado por colores, haciendo que este material se valore aún más y generar más ganancias.

IV.3.3.4. Factibilidad y rentabilidad

A continuación, se desglosará el cronograma de inversiones para un año 0 de inversión inicial y 5 años consecutivos de operación. Asimismo, se mostrará la factibilidad o rentabilidad del proyecto a través de los ingresos y egresos estimados, basados en todas las inversiones y ganancias descritas previamente. Para conocer este parámetro, se utilizarán como indicadores la tasa interna de retorno (o TIR), el valor actual neto (o VAN) y la tasa mínima aceptable de rendimiento (o TMAR). Los criterios de aceptación están pautados en el capítulo IV.1.

Inversión Eje	Unidades	Costo Unitario	Costo total	Años Operacionales					
				0 (Año pre-operacional)	1	2	3	4	5
Terrazo y Almacén	1	\$US 2,100,000.00	\$US 2,100,000.00	\$US 2,100,000.00				\$US 25,000.00	\$US 20,000.00
Equipos	13	\$US 86,675.86	\$US 86,675.86	\$US 86,675.86	\$US 5,000.00	\$US 5,000.00	\$US 5,000.00	\$US 45,000.00	
Préstamo inversión			\$US 5,276,337.21	\$US 333,330.57	\$US 333,330.57	\$US 333,330.57	\$US 333,330.57	\$US 333,330.57	\$US 333,330.57
Mobiliario	10	\$US 3,426.00	\$US 3,426.00	\$US 3,426.00				\$US 1,000.00	
Transportación	1	\$US 26,300.00	\$US 26,300.00	\$US 26,300.00					\$US 52,000.00
Total				\$US 2,821,582.85	\$US 1,028,663.34				
Ingresos diferidos									
Electricidad		2DS 6.05/kWh net/h	\$US 860.88	\$US 2,821,582.85	\$US 2,821,582.85	\$US 2,821,582.85	\$US 2,821,582.85	\$US 2,821,582.85	\$US 2,821,582.85
Suministro			\$US 228,466.94	\$US 228,466.94	\$US 228,466.94	\$US 228,466.94	\$US 228,466.94	\$US 228,466.94	\$US 228,466.94
Trabajo de Mano de Obra	\$US 1.00	\$US 5,000.00	\$US 5,000.00	\$US 5,000.00			\$US 5,000.00		
Servicio de Alquiler	27 m ³	RDS 4/m ³	\$US 2.64	\$US 2.64	\$US 2.64	\$US 2.64	\$US 2.64	\$US 2.64	\$US 2.64
Costos Publicitarios			\$US 1,500.00						
Gastos IPR			\$US 2,759.51						
Operación y Mantenimiento		\$US 1,500.00	\$US 1,500.00	\$US 1,500.00	\$US 1,500.00	\$US 1,500.00	\$US 1,500.00	\$US 1,500.00	\$US 1,500.00
Gastos legales y Permisos Ambientales			\$US 31,849.85	\$US 31,849.85					\$US 31,849.85
Total				\$US 2,821,582.85	\$US 1,028,663.34				
Total por año operacional				\$US 5,276,337.21	\$US 3,287,683.01				

Tabla IV.15. Paulino, M. Cronograma de inversiones del proyecto. 2021.

Flujo de Caja						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión inicial	\$5,276,337.21					
Flujo Ingresos		\$US 7,911,536.27	\$US 8,030,209.31	\$US 8,150,662.45	\$US 8,272,922.39	\$US 8,397,016.22
Capital de Trabajo		\$US 0.00				
Flujo Egresos		\$US 3,187,683.01	\$US 3,187,683.01	\$US 3,202,683.01	\$US 3,233,683.01	\$US 3,286,542.86
Flujo Efectivo Neto (Flujo de Caja Total)	\$5,276,337.21	\$US 4,723,853.26	\$US 4,842,526.30	\$US 4,947,979.44	\$US 5,039,239.38	\$US 5,110,483.36

Tabla IV.16. Paulino, M. Flujo de caja del proyecto, basado en los ingresos y egresos calculados. 2021.

Evaluación del Proyecto	
TIR	87.49%
VAN	\$US 13,352,729.28
TMAR	26.33%*

Tabla IV.17. Paulino, M. Tabla de indicadores de rentabilidad y factibilidad. *Para el TMAR se tomó en cuenta una tasa de inflación de 4.5% (acorde a las estimaciones realizadas por Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, MEPYD, para el año 2022) y una tasa de préstamo de un 17% (mediante calculadora de estimación de préstamos del Banco Popular Dominicano). 2021.

IV.4. Conclusiones

Acorde a los objetivos general y específicos planteados en este Proyecto de Grado, mediante toda la investigación y cálculos realizados, se puede concluir que:

1. Se ha diseñado una planta de producción apta para clasificar residuos urbanos con capacidad de reciclaje de acuerdo a la situación presente sobre el manejo de residuos de la República Dominicana.

2. Se han identificado los lineamientos legales aplicables a este Proyecto mediante la Ley de Medio Ambiente de la República Dominicana (Ley 64-00) y la Ley de Gestión Integral y Co-procesamiento de Residuos Sólidos (Ley 225-20), ambas promulgadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana, y se han considerado los permisos y certificaciones ambientales y de rentas internas en los presupuestos de inversión para la implementación de este Proyecto.

3. Según lo desglosado en los capítulos anteriores sobre inversiones, costos, planes de producción y ganancias netas conjuntamente a los criterios de aceptación de factibilidad del proyecto establecidos en el capítulo IV.1 y a los resultados mostrados en la tabla IV.16, se puede concluir lo siguiente:
 - La tasa interna de retorno (TIR) es mayor que 0 y es mayor a la inversión, presentando un 87.49%, traduciéndose en la aceptación del proyecto, considerándolo como proyecto rentable o generador de ganancias.

 - El valor actual neto (VAN) es mayor que 0, por tanto, se acepta el proyecto.

 - La tasa mínima de aceptación de rendimiento (TMAR) arrojó un resultado de 26.33%. Al ser comparado con el valor de la TIR (87.49%), se acepta el proyecto ya que la TIR es mayor que la TMAR.

4. Se ha establecido a lo largo de este Trabajo, que este proyecto puede ser implementado en cualquier parte del país. Sin embargo, se recomendó las cercanías del Vertedero de Duquesa como una locación idónea mediante un análisis de locación. Esto con el fin de aterrizar las estimaciones de inversión, reducir costos de logística y transportación de materia prima a la vez de combatir uno de los vertederos más importantes del país de manera positiva al medioambiente.

IV.5. Recomendaciones

Durante todo el proyecto se han descrito las necesidades y herramientas básicas e iniciales para dar inicio a esta propuesta. A continuación, se presentarán algunas recomendaciones que incrementarán las ganancias y eficiencia de este proyecto:

Se recomienda realizar un aprovechamiento de los desechos orgánicos que se encuentran conjuntamente con la materia prima recibida para ser aprovechada como insumo energético alternativo mediante plantas de biogás.

Otra recomendación energética, es el ahorro de energía eléctrica mediante la inversión de paneles solares y disminuir las emisiones de CO₂ proveniente de métodos de servicios eléctricos convencionales. En adición, los interruptores se sugieren ser sensomotrices para aportar a los gastos energéticos y evitar consumos energéticos innecesarios.

Se sugiere que la planta cuente de áreas verdes para embellecer los alrededores de la facilidad, al mismo tiempo que aporta oxígeno al ambiente y refrescar la temperatura, creando un pequeño pulmón verde en la zona y bienestar psicológico en los empleados de la planta.

En cuanto a la localización, el proyecto puede ser aplicado en cualquier parte del país. Sin embargo, se recomienda instalar la planta en las cercanías del Vertedero de Duquesa ya que es uno de los contenedores de basura más importantes del país. El tratamiento del mismo causaría un gran impacto positivo en términos económicos y medio ambientales. Además, reduciría costos en logística y transportación de residuos, brindar empleomanía a la comunidad aledaña del vertedero y fácil vía de acceso a la planta, tanto para suplidores, empleados, clientes, como materia prima.

QUINTA PARTE

REFERENCIAS

Referencias

- Arenas, M. Reciclaje, todo comenzó el día que los griegos descubrieron los vertederos. Recuperado de Ferrovial Blog: <https://blog.ferrovial.com/es/2016/11/reciclaje-comenzo-cuando-los-griegos-descubrieron-los-vertederos/>. 2016.
- Ayuntamiento del Distrito Nacional. Reciclaje en el Distrito Nacional. Recuperado de http://www.adn.gob.do/index.php?option=com_content&view=article&id=217. 2018.
- Ayuntamiento del Distrito Nacional. Programa reciclaje para una vida mejor. Recuperado de http://www.adn.gob.do/index.php?option=com_content&view=article&id=704&Itemid=776. 2018.
- Banco Popular Dominicano. Calculadoras y Pistas Financieras. Recuperado de <https://popularenlinea.com/Personas/Paginas/nosotros/pistas-financieras.aspx#CalcPersLoan>. 2021.
- Biblioteca Digital del Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE). Tipos de vidrio. Recuperado de: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/sec_5.html. 2018.
- Botas de seguridad. Recuperado de: https://www.aliexpress.com/item/1005001623113460.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.37d53cdeRarIj5&algo_pvid=d4eb0cef-4800-4bca-a75d-b69a732b051d&algo_exp_id=d4eb0cef-4800-4bca-a75d-b69a732b051d-0&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2212000016863013241%22%7D&pdp_pi=1%3B32.57%3B-1%3B-1%40salePrice%3BUSD%3Bsearch-mainSearch. 2022.

- Cascos de seguridad. Recuperado de: https://www.aliexpress.com/item/1005001631004315.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.74c91cfdSmk6po&algo_pvid=5fa8c237-4c64-43ab-8920-ff5b5f126565&algo_exp_id=5fa8c237-4c64-43ab-8920-ff5b5f126565-27&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2212000016894813447%22%7D&pdp_pi=-1%3B7.16%3B-1%3B465%40salePrice%3BUSD%3Bsearch-mainSearch. 2022.

- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. Reciclaje mecánico. Recuperado de: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/37/residuos-plasticos/gestion-del-residuo/valorizacion-material/249/reciclaje-mecanico.html>. 2018.

- Deloitte. Dirección General de Impuesto Internos informa una nueva contribución por residuos sólidos. Recuperado de: <https://www2.deloitte.com/do/es/pages/tax/articles/alerta-fiscal-210618.html>. 2021.

- Debitoor. Glosario de Contabilidad: Flujo de efectivo - ¿Qué es el flujo efectivo? Recuperado de: <https://debitoor.es/glosario/definicion-flujo-efectivo>. 2018.

- Diario Libre. Desechos dominicanos se venden a 44 países. Recuperado de: <https://www.diariolibre.com/actualidad/desechos-dominicanos-se-venden-a-44-pases-EDDL292017>. 2011.

- Edeeste. Calculadora comercial. Recuperado de: <https://edeeste.com.do/inicio/calcular-consumo/calculadora-comercial/>. 2021.

- Edenorte. Tarifas. Recuperado de: <https://edenorte.com.do/tarifas/>. 2021.

- Ege-Haina. Definición Costo Total Actualizado. Recuperado de: <http://egehaina.com/glosario/costo-total-actualizado/>. 2018.

- Enciclopedia de Clasificaciones. Tipos de reciclaje. Recuperado de: <https://www.tiposde.org/cotidianos/490-tipos-de-reciclaje/>. 2017.

- Enterizos industriales. Recuperados de: https://www.aliexpress.com/item/1005001590704374.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.22864055tlu3ym&algo_pvid=a49aleed-dd72-403d-9b8f-c14f7829ba60&algo_exp_id=a49aleed-dd72-403d-9b8f-c14f7829ba60-8&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2212000016706055520%22%7D&pdp_pi=-1%3B30.6%3B-1%3B-1%40salePrice%3BUSD%3Bsearch-mainSearch. 2022.

- Estandar de la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas. Autorizaciones Ambientales: Categoría de Proyectos. Recuperado de: <https://eitird.mem.gob.do/autorizaciones-ambientales/>. 2021.

- Falcón, L. Hemerith, W. Estudio de Pre-Factibilidad para la instalación de una planta recicladora de vidrio para la producción de láminas de vidrio en la región de Loreto. Tesis recuperada de: http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5588/Luis_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 2017.

- Friends of Glass. ¿Cuál es la diferencia entre el vidrio y el cristal? Recuperado de: <https://www.friendsofglass.com/es/design-es/cual-es-la-diferencia-entre-vidrio-y-cristal/>. 2017.

- Formalízate. Calculadora de pagos legales para formalizar una empresa. Recuperado de: <https://formalizate.gob.do/calculadora/>. 2021.

- Gautam, C., Yadav, K., Singh, K. "A Review on Infrared Spectroscopy of Borate Glasses with Effects of Different Additives", International Scholarly Research Notices, vol. 2012, Article ID 428497, 17 pages. Recuperado de: <https://doi.org/10.5402/2012/428497>. 2012.

- Guantes de seguridad anticortes. Recuperado de: https://www.aliexpress.com/item/1005003510036637.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.5e656ac3eqn7Py&algo_pvid=7f85e60b-d182-4e47-b65e-bd4068c990a7&algo_exp_id=7f85e60b-d182-4e47-b65e-bd4068c990a7-0&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2212000026110324025%22%7D&pdp_pi=-1%3B2.98%3B-1%3B179%40salePrice%3BUSD%3Bsearch-mainSearch. 2022.

- Leblanc, R. An overview of Single Stream Recycling and its challenges. Recuperado de: [https://www.thebalancesmb.com/an-overview-of-single-stream-recycling-2877728.](https://www.thebalancesmb.com/an-overview-of-single-stream-recycling-2877728) 2018.

- Lentes de seguridad industrial. Recuperados de: https://www.aliexpress.com/item/1005003104299706.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.6fa37bb8t5Vk8R&algo_pvid=c5fe96bd-ae19-4b9a-ad96-00a6e48e8d02&algo_exp_id=c5fe96bd-ae19-4b9a-ad96-00a6e48e8d02-1&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2212000024107535541%22%7D&pdp_pi=-1%3B2.39%3B-1%3B-1%40salePrice%3BUSD%3Bsearch-mainSearch. 2022.

- Locanto. Venta de nave industrial doble altura en el Distrito Nacional. Recuperado de: [https://santodomingo.locanto.com.do/ID_4171977133/VENDO-NAVE-INDUSTRIAL-DOBLE-ALTURA-DE-915-Y-2-695-DE-TERRENO-DN.html.](https://santodomingo.locanto.com.do/ID_4171977133/VENDO-NAVE-INDUSTRIAL-DOBLE-ALTURA-DE-915-Y-2-695-DE-TERRENO-DN.html) 2021.

- Mascarilla para el polvillo. Recuperada de: https://www.alibaba.com/product-detail/Dust-Mask-Face-Mask-HEPA-Smart_62503154496.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.4e31373adENvRR&s=p. 2022.

- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. Marco Macroeconómico 2018-2022. Recuperado de:
[https://mepyd.gob.do/wp-content/uploads/drive/UAAES/Marco%20Macroeconomico/\(Mar%202018\)%20Marco%20Macroeconomico%202018-2022%2026-3.pdf](https://mepyd.gob.do/wp-content/uploads/drive/UAAES/Marco%20Macroeconomico/(Mar%202018)%20Marco%20Macroeconomico%202018-2022%2026-3.pdf). 2020.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Manual de Tratamiento Intermedio y Reciclaje. Recuperado de: <http://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/04-Reciclaje-y-Tratamiento-Intermedio.pdf>. 2017.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Resolución No. 11-2016. Recuperado de: <http://ambiente.gob.do/files/Resolucion-No.-11-2016-que-establece-los-Costos-de-Autorizaciones-y-Formularios.pdf>. 2016.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento. Recuperado de:
<https://dgii.gov.do/legislacion/leyesTributarias/Documents/Leyes%20de%20Instituciones%20y%20Fondos%20de%20Terceros/225-20.pdf>.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ley General de Medio Ambiente. 2016.
- Montes, D. Glosario de Términos de Reciclaje. Recuperado de:
<http://www.ingenieroambiental.com/4012/Glosario%20de%20Terminos%20de%20Reciclaje.pdf>
- MSSOptical. GlassColorSort. Recuperado de: <https://www.mssoptical.com/material-sorting-equipment/glass-sorting-equipment/glass-colorsort/>. 2021.

- ONAPI. Registro de lema comercial, nombres comerciales, logo comercial. Recuperado de: onapi.gov.do. 2021.
- Pro Industria. Calificación Industrial en proceso de instalación. Recuperado de: <https://proindustria.gob.do/index.php/servicios/item/261-calificacion-en-proceso-de-instalacion>. 2021.
- Quintanilla, C. Cómo definir el capital autorizado, suscrito y pagado. Recuperado de <https://mag.leancase.co/como-definir-el-capital-autorizado-suscrito-y-pagado/>. 2017.
- Recytrans. Tipos de reciclaje. Recuperado de Recytrans: <https://www.recytrans.com/blog/tipos-de-reciclaje/>. 2015.
- Cámara de Comercio y Producción de Santo Domingo. Registro Mercantil. Recuperado de: <https://www.camarasantodomingo.do/registro-mercantil/Home/Tarifas>. 2021.
- Rodríguez, J. ¿Qué es el Reciclaje? Recuperado de Conciencia Eco: https://www.concienciaeco.com/2012/08/21/que-es-el-reciclaje/#Diferentes_tipos_de_reciclaje. 2012.
- Rodríguez, J. La Historia del Reciclaje. Recuperado de Conciencia Eco: <https://www.concienciaeco.com/2015/05/16/la-historia-del-reciclaje/>. 2015.
- Santa Cruz, E. Fundamentos financieros: el valor actual neto (VAN). Recuperado de Conexionesan: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/>. 2017.
- Sevilla, A. Tasa Interna de Retorno (TIR). Recuperado de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>. 2018.

- Superintendencia de Electricidad. Resolución SIE-060-2020-TF. 2020.
- Tapones para oídos. Recuperados de:
https://www.aliexpress.com/item/1005002321991602.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.7c4d7cb05UMqe0&algo_pvid=c7efcdd2-0429-48d9-a5d0-4c9d39a22877&algo_exp_id=c7efcdd2-0429-48d9-a5d0-4c9d39a22877-3&pdp_ext_f=%7B%22sku_id%22%3A%2212000020076385539%22%7D&pdp_pi=-1%3B2.32%3B-1%3B-1%40salePrice%3BUSD%3Bsearch-mainSearch. 2022.

Glosario

1. **Acopio:** la acción tendiente a reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su recolección, tratamiento o disposición final.
2. **Aluminio:** es un metal que se extrae de un mineral llamado bauxita mediante un proceso eléctrico. Elemento químico de número atómico 13 y símbolo Al, abundante en la corteza terrestre, ligero, tenaz, dúctil y maleable, y posee color y brillo similares a los de la plata.
3. **Ambiente:** conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
4. **Basura:** residuo sólido o semisólido, putrescible o no, con excepción de excretas de origen humano o animal.
5. **Basurero:** sitio o terreno donde se disponen residuos sólidos, sin que se adopten medidas de protección del medio ambiente.
6. **Bauxita:** mineral del cual se extrae el aluminio. Óxido hidratado de aluminio que contiene generalmente cierta cantidad de óxido de hierro y suele ser de color blanquecino, gris, o rojizo.
7. **Beneficio actual neto:** valor actual del beneficio neto proyectado, que ha sido actualizado mediante una tasa de descuento, la cual corresponde al rendimiento o rentabilidad mínima que se espera conseguir.
8. **Biodegradable:** característica de un material que conlleva su desagregación mecánica por procesos biológicos, generalmente de duración superior a veinte meses.
9. **Celulosa:** polisacárido y biopolímero compuesto por moléculas de glucosa, abundante en la madera, papel y algodón.

10. Centro de acopio: lugar destinado a la recuperación y el almacenaje de materiales reciclables.
11. Centro de reciclaje: lugar donde se lleva a cabo la manufactura de productos utilizando materiales recuperados de la corriente de uso o residuos de los procesos de manufactura.
12. Cociente de relación beneficio/costos: relación entre los beneficios obtenidos y los gastos o costos que involucra el proyecto a implementar.
13. Conservación: toda practica orientada a proteger los recursos naturales renovables y no renovables que por causa de su mal manejo están siendo afectados.
14. Contaminación: alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia o la actividad de sustancias que pueden ser de origen químico, físico o biológico, a un medio determinado.
15. Contaminante: toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora y fauna o cualquier elemento natural que altere o modifique su composición o condición natural.
16. Costo actualizado: suma de costos ocurridos en distintas fechas, actualizadas a un instante determinado, mediante la tasa de descuento que corresponda.
17. Desecho: cualquiera materia sólida, líquida, gaseosa o radioactiva que es descargada, emitida, depositada, enterrada o diluida en volúmenes tales que puedan, en una cantidad determinada o indeterminada de tiempo, producir alteraciones en el ambiente.
18. Disposición final: acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

19. **Envase:** componente de un producto que cumple con la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo.
20. **Flujo de efectivo (o flujo de caja):** variación de entrada y salida de efectivo en un periodo determinado.
21. **Granza:** producto obtenido de reciclar plásticos usados y que equivale a los productos plásticos de primera transformación.
22. **HDPE/PEAD:** polietileno de alta densidad que puede ser utilizado para fabricar envases plásticos para leche, jugo y otros productos.
23. **Materias primas:** sustancias que permanecen en su estado natural u original, antes de ser sometida a un procesamiento o proceso de fabricación.
24. **Medio ambiente:** marco animado e inanimado en el que se desarrolla la vida de los seres vivos.
25. **Mineral:** cualquier sustancia inorgánica que ocurra de manera natural en la corteza de la tierra en forma de un sólido cristalino.
26. **PE o polietileno:** polímero que es usado comúnmente para botellas de agua, cañería, revestimiento de papeles, envases, bolsas para residuos. Se presenta en diferentes clases: alta densidad: (HDPE), baja densidad (LDPE) y lineal de baja densidad (LLPE).
27. **PEBD o LDPE:** polietileno de baja densidad.
28. **PET:** polietileno de tereftalato. Poliéster que procede de la polimerización de condensación de ácido tereftálico con etilenglicol.
29. **Plástico:** macromoléculas orgánicas sintetizadas a partir de materias naturales o por síntesis diversas.

30. Polietileno: material polimérico termoplástico, producto de la polimerización del etileno.
31. Proceso: conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo y embalado de productos intermedios o finales.
32. Reciclable: materiales que contienen propiedades físicas o químicas útiles después de servir a su propósito original, que pueden ser reutilizados o re-fabricados para convertirlos en productos adicionales.
33. Reciclaje: proceso mediante el cual los residuos son recogidos, separados y procesados, con el fin de ser utilizados en la elaboración de otro producto o para fabricar el mismo.
34. Reciclaje de corriente simple: proceso de reciclaje en el cual todas las materias a reciclar están en un mismo contenedor, sin segregación previa alguna.
35. Reciclar: proceso mediante el cual se vuelven a utilizar las materias primas de desecho ya usadas, las cuales son transformadas en nuevos productos.
36. Residuo: todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, resultante de un proceso de extracción de la naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar.
37. Residuos orgánicos: residuos pertenecientes a los restos de comida y del jardín. Estos se descomponen por los *desintegradores*.
38. Reuso: proceso que consiste en volver a usar los productos antes de ser descartados.
39. Reutilizar: volver a usar un producto o material varias veces, sin atravesar un proceso de transformación.
40. Separación: segregación de las sustancias, materiales y residuos según su naturaleza.

41. Tasa interna de retorno: tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión.
42. Valor actual neto: indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto o para determinar entre un conjunto de proyectos, cuál es más rentable.
43. Vertedero: paraje donde se vierten basuras o escombros que se utiliza para el depósito controlado de este en la superficie o bajo tierra.
44. Vidrio: sólido duro y frágil, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silíceo con potasa, que es moldeable a altas temperaturas.

SUSTENTANTE

Milvia Paulino.

Milvia Paulino Alvarez

ASESORES

[Signature]

Ing. Qui. Milagros P. López

[Signature]

Lic. Steve T. Martinez

JURADOS

[Signature]

Ing. Qui. María A. Troncoso

[Signature]

Ing. Qui. Maribel Espinosa

[Signature]

Lic. Sandra Miniño

Calificación: 92 A

Fecha: _____

[Signature]
Ing. Qui. Maribel Espinosa
Directora Escuela de Química

