

Abril 2018 - ISSN: 1696-8352

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA REUTILIZACIÓN, RECICLAJE Y PROCESAMIENTO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO¹

Sebastián Vásquez Pozo²

epcurillop@utn.edu.ec

Leandro L. Lorente Leyva³

lllorente@utn.edu.ec

Carlos A. Machado Orges³

camachado@utn.edu.ec

Yakcleem Montero Santos³

ymontero@utn.edu.ec

Israel D. Herrera Granda³

idherrera@utn.edu.ec

Ecuador

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Sebastián Vásquez Pozo, Leandro L. Lorente Leyva, Carlos A. Machado Orges, Yakcleem Montero Santos e Israel D. Herrera Granda (2018): "Estudio de factibilidad para la reutilización, reciclaje y procesamiento de neumáticos fuera de uso", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (abril 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/04/reutilizacion-neumaticos.html>

RESUMEN

Debido a la vital importancia que representa garantizar la permanencia de las empresas en el mercado a lo largo del tiempo, el inversor debe tener un alto grado de posibilidades de no fracasar al momento de implementar su negocio asegurando que será viable económicamente, se procedió a realizar la presente investigación con la finalidad de conocer la factibilidad económica que representa la apertura de una planta de procesamiento de neumáticos fuera de uso dentro de la ciudad de Ibarra, efectuando una serie de pasos

¹ El artículo es un resumen y tiene como fuente el informe de tesis "Estudio de factibilidad para la reutilización, reciclaje y procesamiento de neumáticos fuera de uso en la ciudad de Ibarra", realizada por los autores Vásquez Pozo, Sebastián y Lorente Leyva, Leandro L. (2017), alojado en el repositorio de la Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7279>.

² Graduado de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica del Norte - UTN, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Ingeniería Industrial, Ecuador.

³ Profesores Investigadores de Universidad Técnica del Norte - UTN, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Ingeniería Industrial, Ecuador.

que empiezan por la revisión bibliográfica para encontrar una metodología que permita desarrollar un estudio de factibilidad, misma que determinó la realización de un estudio de mercado como primer punto el cual arrojó resultados favorables en búsqueda de una demanda a satisfacer y que fue de : para granulado de caucho la demanda en los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 será de 284, 509.2, 775.2, 1082.9, 1178.8 ton/año respectivamente y para el acero reciclado en los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 de 100, 176, 263.45, 363.3 y 391.3 ton/año respectivamente, valores que permiten ver un panorama positivo para desarrollar el producto.

Como segundo punto planteado se desarrolló un estudio técnico, el cual permite la búsqueda de la maquinaria adecuada para el cumplimiento de la demanda, analizando y proponiendo la compra de una línea de procesamiento de neumáticos fuera de uso que posee una capacidad de procesamiento de 0,6 ton/hora, misma que es considerada adecuada para cumplir con las expectativas planteadas en el estudio de mercado.

Como último paso se propuso un estudio financiero que contiene un análisis exhaustivo de los indicadores desarrollados en éste acápite y que permitirán concluir si el proyecto es viable o no, para ello se realizó la evaluación de los resultados obtenidos y que fueron : VAN=364 336.21; R B/C = 2.51 ; TIR =27% y PRI = 1.30, y que de acuerdo al análisis de los criterios de evaluación de un proyecto de inversión, la planta de procesamiento de neumáticos fuera de uso está lista para su puesta en marcha, ya que el proyecto resulta rentable y factible.

Palabras Claves: Estudio de factibilidad, reciclaje, procesamiento, neumáticos fuera de uso, tasa interna de retorno, valor actual neto, razón beneficio costo.

Clasificación JEL: B41, D24, E22, G11, G12

ABSTRACT

Due to the vital importance of ensuring the permanence of companies in the market over time, the investor must have a high degree of possibility of not failing at the moment of implementing their business, ensuring that it will be economically viable, proceeded to carry out the present investigation with the purpose of knowing the economic feasibility of the opening of a plant of processing of tires out of use inside the city of Ibarra, carrying out a series of steps that start with the bibliographical revision to find a methodology that allows to develop a feasibility study, which determined the completion of a market study as the first point which yielded favorable results in search of a demand to satisfy and that was: for rubber granulation demand in the years 2018, 2019, 2020, 2021 and 2022 will be 284, 509.2, 775.2, 1082.9, 1178.8 ton / year respectively and for recycled steel in 2018, 2019, 2020, 2021 and 2022 of 100, 176, 263.45, 363.3 and 391.3 tons / year, respectively, which allow us to see a positive outlook for developing the product.

As a second point, a technical study was developed, which allows the search for the appropriate machinery for the fulfillment of the demand, analyzing and proposing the purchase of an out-of-use tire processing line that has a processing capacity of 0.6 ton / hour, which is considered adequate to meet the expectations raised in the market study.

As a final step, a financial study was proposed that contains a comprehensive analysis of the indicators developed in this section and will allow the conclusion of whether the project is viable or not. For this purpose, the evaluation of the results obtained was: NPV = 364 336.21; R B / C = 2.51; TIR = 27% and PRI = 1.30, and according to the analysis of the evaluation criteria of an investment project, the plant for the processing of out-of-use tires is ready for start-up, since the project is profitable and feasible.

Keywords: Feasibility study, Recycling, Processing, Tires out of use, Internal Rate of Return, Net Present Value, Cost benefit ratio.

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio del Ambiente de Ecuador ha impulsado la propuesta de movilización de neumáticos fuera de uso que consiste en retirar los mismos de vertederos y botaderos del país para que sean entregadas a empresas que manejan su disposición final con el propósito de evitar el inadecuado almacenamiento y la proliferación de plagas. Con este plan se logró que en el año 2014 se movilizaran alrededor de 72652 neumáticos fuera de uso en todas las provincias y cantones del país, mismos que ya están destinados al reciclaje y son usados como materia prima en procesos productivos como generación de asfalto para carretera, fabricación de césped sintético, rompe velocidades entre otros. Esto ha ayudado al estado a manejar de forma eficaz y controlar el problema ambiental y social generado debido a que se alarga la capacidad de los rellenos sanitarios. (Ministerio del Ambiente, 2015)

El sector del reencauche no ha podido cumplir su desarrollo en el país por la falta de cultura de reciclaje en llantas e inadecuado manejo de las mismas. Las empresas reencauchadoras en el país rechazan el 30 % de las carcasas que ingresan a sus instalaciones por lo mencionado anteriormente, se puede considerar que un gran porcentaje de carcasas de llantas que existen en el país no son aptas para este proceso y por eso son arrojadas en lugares abiertos sin darles un uso posterior. (Ministerio de Industrias y Productividad, 2015)

En Ecuador existe una desconfianza por parte de los usuarios para el consumo de neumáticos generados a partir del proceso de reencauche debido a la falta de un control de calidad existente en los mismos ya que en el Ecuador no hay empresas verificadoras con el alcance de la Norma INEN. (Ministerio de Industrias y Productividad, 2015)

Al momento Ecuador cuenta con alrededor de 12 empresas registradas que se encuentran en formando parte del plan de movilización de neumáticos fuera de uso impulsado por el Ministerio de Ambiente del país, donde se presenta el tratamiento de los mismos como primera opción es el reencauche, el cuál en un neumático que ha tenido sus cuidados respectivos a lo largo de la vida útil, se puede alcanzar tres veces la repetición del mismo proceso principalmente en neumáticos de buses y camiones y las no reencauchables y de automóvil deben ser recicladas y posteriormente someterse a otro proceso de trituración y separado de los componentes que forman el neumático del cual se obtiene materias primas para elaboración de diferentes productos viales. (Aguirre, 2014)

Para esto el Ministerio de ambiente cuenta ya con empresas que se dedican a la trituración de llantas, un ejemplo de estas es Rubberaction que es una empresa que brinda una debida gestión y tratamiento de neumáticos usados a nivel nacional desde el lugar de generación de este desecho hasta su transformación

en nuevas materias primas o productos como la fabricación principalmente de polvo asfáltico que sirve para la construcción de vía en el país, sin embargo la misma expresa la necesidad de ayuda por parte del gobierno Nacional para implementar este material ecológico en las carreteras de Ecuador. (Gestión y Reciclaje Integral de neumáticos en el Ecuador, 2015)

Otra de las empresas en Ecuador que se encarga de la disposición y tratamientos de neumáticos fuera de uso es Ecocaucho una organización dedicada a la recolección de neumáticos usados que llegan a los rellenos sanitarios o que se encuentran tirados en terrenos, ríos y lugares abiertos para posteriormente realizar un proceso de renovación del mismo y su principal objetivo es reducir la contaminación ambiental y generar productos para beneficio de las personas. (Grupo Innovador del Caucho, 2011) (EcoCaucho, 2015)

El aumento del parque automotor alrededor del mundo ha crecido notoriamente y como una de las consecuencias de lo mencionado es la generación excesiva de neumáticos usados (Verdejo, 2013), sin embargo muchos países han agotado esfuerzos para emplear métodos que ayuden a reducir la contaminación atmosférica a causa de este problema (Gallego Pico, y otros, 2012), donde los principales métodos de tratamiento utilizados son los reencauches, tratamientos mecánicos, tecnologías para el procesamiento y tecnologías de regeneración (Sanchez Juan, 2012).

La contaminación ambiental a causa de neumáticos fuera de uso representa una de las más crudas e inaceptables realidades existentes en países subdesarrollados y desarrollados (OECD, 2014) siendo este factor constituyente de una gran fuente de contaminación ambiental (Crespo Amoros, Nadal Gisbert, Sanchez Caballero, & Juarez Varón, 2014), esto es un motivo suficiente para que países en el mundo tomen acciones, sin embargo se puede considerar una problemática la recolección o reciclaje de los mismos (Mabood , Jasmín Shaah, & Jabeen , 2012), ya que empresas que se encarguen de este trabajo son escasas y en algunos lugares no se presencia la existencia de las mismas (García-Moya sánchez, y otros, 2013) es por ello que la sociedad decide cometer errores fatales que afectan al medio ambiente (ETRMA, 2011) depositándolos en terrenos baldíos o vertederos generando así un problema más a las personas que habitan el planeta (Lund, 2011), sin dejar a un lado que dentro de ciudades grandes y chicas los depósitos o vertederos ya exceden su capacidad de acumulación de estos residuos demostrando así lo perjudicial que es para el entorno (Tron, 2012) debido a que el neumático consta en su fabricación de materiales no renovables (Miranda, 2006) y es un desecho sólido que demora cientos de años en cumplir un proceso de degradación. (Castells, 2012)

Un factor generador de otro problema que ocurre a menudo en vertederos donde se encuentran depositados los neumáticos fuera de uso son los incendios (Hill & Kolb, 1999), los cuales generan una contaminación increíblemente alta además de problemas en la salud de las personas expuestas a estos gases dispersos en el aire (Davim, 2012) todo esto generado a causa de la falta de una cultura de reciclaje por parte de la sociedad (Universidad de Cuenca, 2014), arrojándolos en cualquier lugar inclusive sin importar que se encuentren al aire libre haciendo que los mismos sean partícipes de brindar lugar a parásitos e insectos portadores de enfermedades mortales además de generar una imagen inapropiada y de insalubridad en las zonas donde son depositados o arrojados (Rivera García, 2014).

Según el Abogado Robinson Viteri Jefe Jurídico de la Agencia Nacional de Tránsito en Ibarra menciona que:

“En los últimos años el aumento de vehículos fue considerable y así lo reflejan las estadísticas de la matriculación vehicular; en el 2009 cerca de ocho mil carros fueron matriculados, únicamente de Ibarra; un año después la cifra superó los 12 mil vehículos, estos valores multiplicados por un promedio de 4 neumáticos que ocupa cada automotor se puede obtener una idea clara de la cantidad de neumáticos generados en Ibarra por parte de los vehículos y al existir únicamente recolección después de cumplir su vida útil y no un tratamiento posterior, se acumulan en vertederos y espacios libres de la ciudad”

Por todo lo anteriormente citado podemos determinar que el problema es la inexistencia de un centro o planta de tratamiento que hace que los neumáticos fuera de uso se sigan almacenando sin recibir tratamiento alguno, acumulándose en lugares abiertos debido a la generación excesiva de los mismos como consecuencia al aumento del parque automotor en la ciudad, por lo que con la ayuda de sus servicios se reducirá los índices de contaminación ambiental generada y la cantidad de desechos almacenados.

2. MARCO TEÓRICO

La concientización de los efectos negativos que causan al medio ambiente la disposición en lugares no adecuados de neumáticos fuera de uso, ayudará de manera significativa a evitar el arrojo indiscriminado de los mismos en lugares abiertos (Sanchez Lozano & Guzman García, 2013), ésta técnica de concientización a la sociedad promoverá que las personas tengan la voluntad de reciclar, darles otros usos y promover el procesamiento de los mismos.

La realización de este estudio es de suma importancia debido a que se justifica con el cumplimiento del objetivo 7 del plan nacional del buen vivir el cual hace referencia a “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”. Es por eso que mediante la inversión para la reutilización, reciclaje y procesamiento de neumáticos fuera de uso se contribuirá a la reducción en los niveles de contaminación existentes en la ciudad de Ibarra, permitiendo así obtener productos que serán usados para diferentes fines. De igual manera podemos mencionar que esta investigación, da cumplimiento con el objetivo 9 del plan nacional del buen vivir que establece la generación de un trabajo digno y estable, impulsando las actividades económicas, garantizando remuneraciones justas, ambientes de trabajo saludable y estabilidad laboral, de esta manera se dará lugar al cumplimiento de las necesidades mencionadas anteriormente.

En la ciudad de Ibarra se puede evidenciar el aumento considerable del parque automotor y por consiguiente la cantidad de neumáticos que generan, mismos que son arrojados en lugares abiertos lo cual afecta de manera significativa el medio ambiente dando lugar a la propagación de enfermedades. Tomando en cuenta que no se puede presenciar una técnica establecida por parte de las autoridades que permita la reutilización y procesamiento de neumáticos fuera de uso, este estudio propone la inversión para dar un tratamiento a los neumáticos que ya no cumplen los parámetros para su recape o reutilización.

Los beneficiarios directos de la realización de este estudio será la sociedad misma, ya que se pretende disminuir los niveles de contaminación, además de pasar a ser un generador de fuentes de empleo y progreso para ciudad de Ibarra, el impulso de las actividades económicas mediante la inversión y promover la industrialización lo cual permitirá dar un paso más al progreso de a la ciudad.

Esta investigación surge a partir de la necesidad de brindar a los habitantes vivir en un ambiente sano que garantice la disponibilidad de espacios libres y buscar la forma y técnicas adecuadas de reutilizar y reprocesar los neumáticos fuera de uso.

Factores macroeconómicos en un proyecto de inversión

Todo proceso de inversión está dentro de una determinada economía real, por tanto, el marco macroeconómico en el que se desenvuelve le afecta directamente en los flujos de caja generados. Así, las variables o factores macroeconómicos que suelen influir en los proyectos de inversión son: (García & Jordà, 2004)

La inflación: la mayor o menor pérdida de valor del dinero en el transcurso del tiempo según sea la tasa de inflación existente.

La fiscalidad: La existencia o no de incentivos fiscales a la inversión.

El progreso tecnológico: una mala estimación del progreso tecnológico puede llevar a la obsolescencia anticipada del objeto de la inversión mucho antes del fin de su vida útil.

Importancia de la elaboración de proyectos de inversión

La realización de proyectos de inversión en sectores productivos de un país o región se convierte en factor fundamental para el desarrollo y progreso de los mismos, es por ello que instituciones de orden financiero y gobiernos estatales destinan una gran cantidad de recursos económicos para financiar o auspiciar proyectos de este tipo (Córdoba Padilla, 2013). Donde los principales inversionistas que son los que ponen en marcha la inversión, obtienen beneficios como la retribución económica o utilidades que nacen a partir de las ventas o comercialización de bienes y servicios generados a partir del comienzo del proyecto. (Fernández Espinoza, 2007)

La elaboración de un proyecto de inversión es considerada como el paso fundamental para la creación de un negocio esto quiere decir que es la semilla que nos permitirá obtener frutos en un determinado tiempo, lo cual permite a empresarios y personas que desean empezar la generación de utilidades a través de la venta de bienes o prestación de servicios tener probabilidades más altas de evitar el fracaso y subsistir en el mercado. (Escalona, 2010)

La formulación, elaboración y análisis de los proyectos de inversión proporciona información que ayuda a cualquier tipo de empresa o persona para el apoyo de tipo gerencial siendo un instrumento fundamental para sacar adelante organizaciones, aumentar el desarrollo económico de la persona o inversores y por supuesto del país donde se desarrolle el mismo, además muestra la viabilidad de seguir adelante o no asegurando así que capitales no se pierdan sin obtener ningún beneficio, es por ello que mediante el análisis del proyecto el inversor tomará la decisión correcta al momento de invertir. (Fuentes, 2012)

Estudio de factibilidad

Tomando en cuenta los análisis de la administración financiera, los elementos que la conforman y sus diversos enfoques; se detalla el procedimiento que se utiliza para realizar el estudio de factibilidad. Este

procedimiento consta de 3 etapas:

Etapas 1: Estudio de mercado

El desarrollo de esta etapa permitirá brindar una información preliminar del proceso inversionista propuesto para ubicar al investigador en qué consiste la inversión, cómo se originó, la situación financiera y estratégica del emprendedor. Los aspectos fundamentales a tener en cuenta son:

Estudio de mercado en un proyecto de inversión

En un proyecto de inversión el estudio de mercado es considerado como el punto de partida del mismo ya que primeramente recoge y analiza datos de antecedentes para observar la necesidad y conveniencia de producir y atender una necesidad que se presente en la sociedad, además con el cual se va detallar variables sociales y económicas las cuales son indispensables para continuar con los análisis técnicos, financieros y económicos del proyecto

El cliente industrial.

En la categoría de los consumidores industriales se puede considerar a las empresas que necesitan la oferta de materiales o productos que tienen el propósito de integrar los mismos a su proceso de producción para una posterior transformación y que su demanda viene como consecuencia de una demanda derivada es decir que la satisfacción de su necesidad

La demanda

La demanda se puede definir como la cantidad de productos o servicios que el cliente solicita a una determinada empresa donde el tamaño de la misma depende de lo que solicite el consumidor y que la organización puede satisfacer o no esa solicitud

Oferta

La oferta es la cantidad de bienes y servicios que determinado número de ofertantes o productores puede poner a disposición al mercado dependiendo de la capacidad de cada uno y a un precio determinado

Etapas 2: Estudio técnico

Si el estudio de mercado arroja resultados donde la demanda es suficiente para ofrecer un producto o servicio y cuantificar el volumen de venta y determinar precio, es aquí donde precisamos definir el estudio técnico el cual determina la necesidad de capital y mano de obra para el desarrollo y ejecución del proyecto de inversión. Este estudio busca responder a las preguntas consideradas básicas: ¿cuánto?, ¿dónde?, ¿cómo? Y ¿con qué? Producirá la empresa, así como también lograr la función de producción óptima necesaria utilizando los recursos disponibles de una manera eficiente para lograr el producto o servicio deseado.

- **Estudio técnico**

Objetivo: Delimitar las condiciones operativas (técnicas) para la fabricación del producto o servicio. Este estudio se hace para obtener una noción bastante aproximada del indicador Oferta para satisfacer la

Demanda estimada en la etapa anterior. La información obtenida asociada a la capacidad posteriormente, por interés de la investigación, se transformará en Costos y Activos.

El estudio técnico comprende de tres elementos fundamentales: (Córdoba Padilla, 2013)

- Tamaño de proyecto.
- Localización del proyecto.
- Ingeniería del proyecto.

Etapas 3: Evaluación Económica-Financiera

Del análisis económico se obtiene como resultado la correspondiente evaluación económica. En este punto es importante resaltar que el análisis económico deberá efectuarse siempre en primer lugar sin considerar financiación ajena. Es decir, se simula que el proyecto se financia sólo con recursos propios. Este planteamiento tiene por objeto determinar si el proyecto de inversión es bueno o malo en sí mismo.

Conocido el cash-flow del proyecto a lo largo del horizonte temporal, se procede a realizar su evaluación económica, la cual estriba en valores los tres atributos económicos del proyecto: liquidez, rentabilidad y riesgo económico.

Cálculo de la Liquidez. Es la capacidad del proyecto para transformar en dinero sus activos sin incurrir en pérdidas de principal. El cual se mide como:

Período de Recuperación de la Inversión promedio (PRIp).

$$PRIp = \frac{\text{Inversión Inicial (II)}}{\text{Entrada Promedio de Efectivo (EPE)}}$$

Donde:

$$EPE = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Flujos de Efectivo}}{\text{Años de Vida del Proyecto}}$$

Período de Recuperación real (PRIR).

Mientras menor sea el PRI, el proyecto será mejor. Es conveniente compararlo con proyectos similares en el mercado.

Cálculo de la Rentabilidad. Es la capacidad del proyecto para generar un excedente o un rendimiento al inversor

Excedente bruto (EB). Se calcula como:

$$EB = \sum_{i=1}^n \text{Flujos de Efectivo} - \text{Inversión Inicial}$$

Un proyecto será tanto más rentable cuanto mayor sea su excedente bruto. Lógicamente este debe ser

mayor que cero.

Valor actual neto (VAN). Este indicador difiere del anterior en que incorpora el valor cronológico del dinero en el cálculo, aplicando la actualización de los flujos de los períodos futuros para traerlos todos al momento actual. De esta forma, todos los flujos estarán en pesos del mismo año y serán perfectamente sumables. La expresión sería:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{\text{Flujos de Efectivo}}{(1+k)^i} - II$$

Donde:

K es la tasa de actualización, de descuento o el costo de oportunidad aparente del dinero para el inversor y ente caso sería el interés generado por el banco que emitió el préstamo.

Un proyecto se considera factible cuando el VAN es mayor o mucho mayor que cero.

Razón Beneficio – Costo (R B/C). Da como resultado el flujo de efectivo actualizado que se obtiene por unidad monetaria de inversión inicial, se puede expresar como,

$$R_{B/C} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\text{Flujos de Efectivo}}{(1+k)^i}}{\text{Inversión Inicial}}$$

El proyecto es factible cuando $R_{B/C} \geq 1$.

Tasa interna de rendimiento (TIR). Es el tipo de interés compuesto que retribuye al proyecto a lo largo del horizonte temporal. La TIR expresa la rentabilidad porcentual que se obtiene del capital invertido.

Criterio de decisión: un proyecto es factible si la TIR es mayor o igual que el costo de capital (k).

Neumático

El neumático o también conocido como goma o llanta, es un producto fabricado en base al caucho que es colocado en la rueda de un vehículo necesario para el rodamiento del mismo y que tiene contacto directo con el suelo. Del neumático depende en buena medida el comportamiento dinámico del vehículo: es decir, cómo se mueve el vehículo sobre el terreno. (Luque Rodríguez, Álvarez , & Vera, 2008)

Una de las características básicas del neumático es la elasticidad, que es la responsable de que el neumático pueda soportar los enormes esfuerzos que le exige nuestra conducción diaria. También la durabilidad, que garantice que el neumático será capaz de realizar sus funciones durante una dilatada vida útil. Además, su agarre debe ser correcto sobre seco y sobre mojado. (Luque Rodríguez, Álvarez , & Vera, 2008)

Composición del neumático

La complejidad de la forma y de las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir se traducen en una cadena de materiales que lo componen, donde el principal componente es el caucho que ocupa

aproximadamente la mitad de su peso. A continuación se detalla en la tabla la composición que conforma un neumático. (Castells, 2012)

Tabla 1. Composición del neumático.

COMPUESTO	PORCENTAJE
CAUCHO	47
NEGRO DE HUMO	22
ACERO	16
TEXTILES	5
VARIOS (S, ceras, antioxidantes)	10
SUMA TOTAL	100

Disposición final del reprocesamiento de neumáticos fuera de uso mediante la trituración mecánica.

Para la fabricación de asfalto

Cuando son utilizados con el propósito de fabricar asfalto para las carreteras, los neumáticos usados son triturados y añadidos tanto al asfalto como a los aglomerados de base para utilizarse en carreteras. Esta mezcla usualmente se realiza a una temperatura de 375°C. El porcentaje aproximado de neumático triturado que se utiliza es el 3% de la mezcla. (Castells, 2012)

Para rellenos de césped artificial

El caucho granulado, obtenido a través del reciclaje y procesamiento de neumáticos usados, sirven como materia prima ideal para los fabricar canchas de césped artificial, ya que otorgan a ese tipo de instalaciones de un mayor confort y seguridad contra caídas o accidentes durante los juegos.

El granulado de caucho se suele utilizar de dos formas para el proceso productivo de las canchas de césped sintético: (Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados, 2013)

- Como relleno de fibra sintética junto a áridos
- Como capa de absorción de impacto.

Para suelos de seguridad o parques infantiles

Cuando se trata de construcciones de áreas de juegos o espacios infantiles, las reglamentaciones de edificación conllevan a cumplir con los reglamentos de normas de seguridad. Es por ello que se suele utilizar caucho granulado proveniente de neumáticos fuera de uso para evitar lesiones entre los niños.

Para la elaboración de este tipo de pisos, se aplica una gran cantidad de caucho granulado mezclado con aglomerantes y pinturas específicas para ese proceso. El granulado de neumáticos fuera de uso (NFU), se encuentra libre de acero y elementos textiles. (EcoCaucho, 2015)

Para elementos viales

Muchos de los países a nivel europeo utilizan elementos fabricados en base al caucho granulado, para mantener la seguridad vial, dentro de los cuales se puede considerar productos como: (EcoCaucho, 2015)

- Topes de estacionamiento
- Rompe velocidades
- Divisores de vía
- Para pisos de caucho

La empresa Ecocaucho se caracteriza por la fabricación de elementos útiles para el hogar y negocios que ofrezcan seguridad, confort al momento de utilizarlos y dentro de cuales podemos encontrar: (EcoCaucho, 2015)

- Pisos para animales
- Pisos para el hogar
- Pisos para zonas de juego
- Pisos para gimnasios
- Pisos para zona de seguridad industrial
- Peso de neumáticos

El neumático de por sí es un elemento complejo que contiene gran cantidad de materiales y proporcionan un peso diferente para cada tipo de ellos, es por eso que se ha definido en la siguiente tabla el peso promedio de acuerdo a los rines: (Castells, 2012)

Tabla 2. Peso de neumáticos según su rin

Tipo de neumático	Rines	Peso promedio
Auto y camioneta	R12	8 KG
	R13	
	R14	
	R15	
	R16	
	R17	
Bus y camión pesado	R20	55KG
	R22.5	
	R24	

Vehículos matriculados en la agencia de tránsito de la ciudad de Ibarra

Según el Abogado Robinson Viteri Jefe Jurídico de la Agencia Nacional de Tránsito en Ibarra menciona que:

“En los últimos años el aumento de vehículos fue considerable y así lo reflejan las estadísticas de la matriculación vehicular:

Tabla 3. Cantidad de vehículos matriculados por año en la ciudad de Ibarra

Año	Cantidad de vehículos matriculados	Neumático por vehículo	Total de neumáticos
2014	10116	4	40464
2015	11127	4	44508
2016	12029	4	48116

Fuente: (Movilidad del Norte, 2016)

Disposición de los neumáticos fuera de uso en Ecuador

En el Ecuador de todos los neumáticos importados y fabricados nacionalmente, únicamente el 35 % de los mismos son destinados para el reencauche y el porcentaje restante se desechan en basureros o quebradas sin tener una disposición final de los neumáticos. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Empresas en el Ecuador utilizan granulado de caucho como materia prima.

- Ecocaucho
- Fui reciclado
- Eurograss
- Siderúrgica Tungurahua
- Aceros industriales H.G.B.

3. RESULTADOS

Se detalla a continuación la aplicación del procedimiento descrito:

Etapas 1: Estudio de mercado

Identificación del servicio

La planta para el procesamiento de neumáticos fuera de uso, está destinada para la obtención de materia prima que a través del reciclaje de la ciudadanía en general y la fabricación principalmente de granulado de caucho busca satisfacer necesidades de empresas que utilizan este producto para la creación de canchas de césped sintético, instrumentos viales y pistas de atletismo, además de buscar la creación y puesta en marcha de este proyecto para lograr una reducción en los niveles de contaminación producidos en la ciudad de Ibarra por la acumulación de estos desechos sólidos en vertederos y basureros

Producto

El producto está relacionado directamente a la actividad por la cual se va a generar ingresos para la planta de procesamiento de neumáticos fuera de uso, a partir de eso se determina los recursos indispensables y necesarios para ejecutar dicha actividad, el tipo y nivel de capacitación con la que deben contar los empleados, la maquinaria, la organización, el modo de trabajo, el tiempo en el que se ha de elaborar y ejecutar.

- **Caucho granulado de 1 a 5mm**

Es el producto más solicitado por las industrias y que se obtiene a través de la utilización de trituradoras calibradas a las medidas solicitadas se obtiene este tipo de producto.

- **Acero reciclado**

Es obtenido a través de la separación de los componentes del neumáticos que por medio de imanes sostienen el metal y lo mantienen unidos a los mismos para luego únicamente recogerlos y almacenarlos para su venta.

Obtención de materia prima

Para el procesamiento de neumáticos fuera de uso se necesita como materia prima los neumáticos usados que ya se encuentren dados de baja y no tengan la posibilidad de realizar un reencauche, para esto se propone el incentivo a dueños de vehículos y expendedores de llantas de la ciudad dirigirse al centro donde va estar ubicada la planta a depositar todos los neumáticos fuera de uso que se encuentren en su propiedad y recibir la cantidad de un dólar con cincuenta centavos por cada neumático que lleven:

Tabla 4. Total de neumáticos existentes en la ciudad de Ibarra

Año	Cantidad de vehículos matriculados	Neumático por vehículo	Total de neumáticos
2015	23691	4	94764
2016	26863	4	107452
2017	30351	4	121404

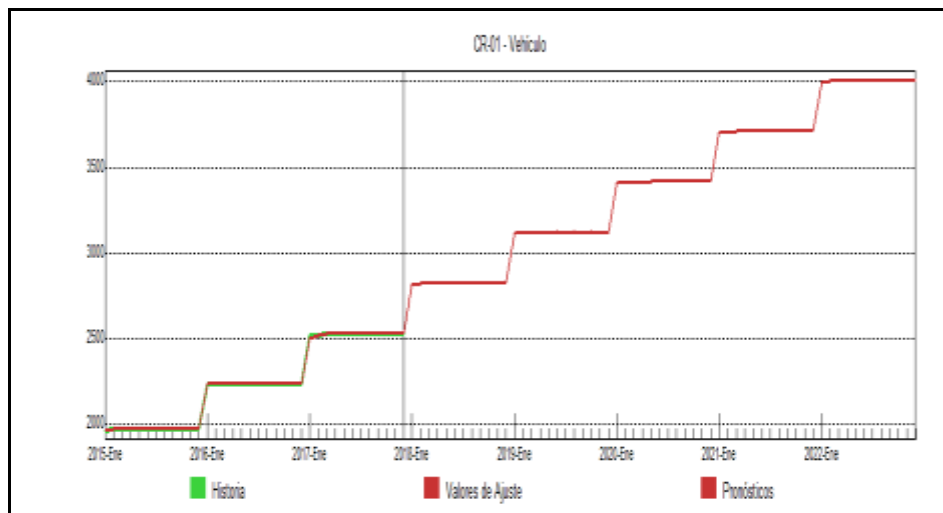


Figura 1. Pronóstico para obtención de materia prima en los 5 años de duración del proyecto

Identificación de la demanda

Para la identificación de la demanda se ha tomado en cuenta cinco clientes que se han considerado potenciales, los cuales se encuentran con la disposición de comprar el producto que ofrece “Recillantas” y son empresas que utilizan el mismo como materia prima para la fabricación de sus productos, además que su demanda se encuentra insatisfecha y buscan proveedores que puedan suplir sus órdenes de pedido completas, a tiempo y promociones que faciliten su compra.

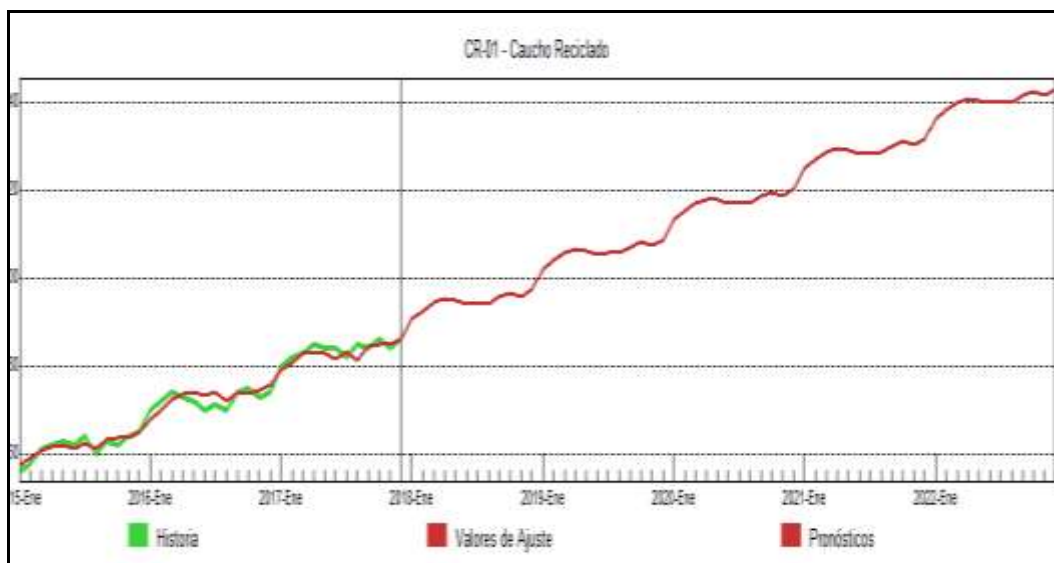


Figura 2. Pronóstico de la demanda de granulado de caucho

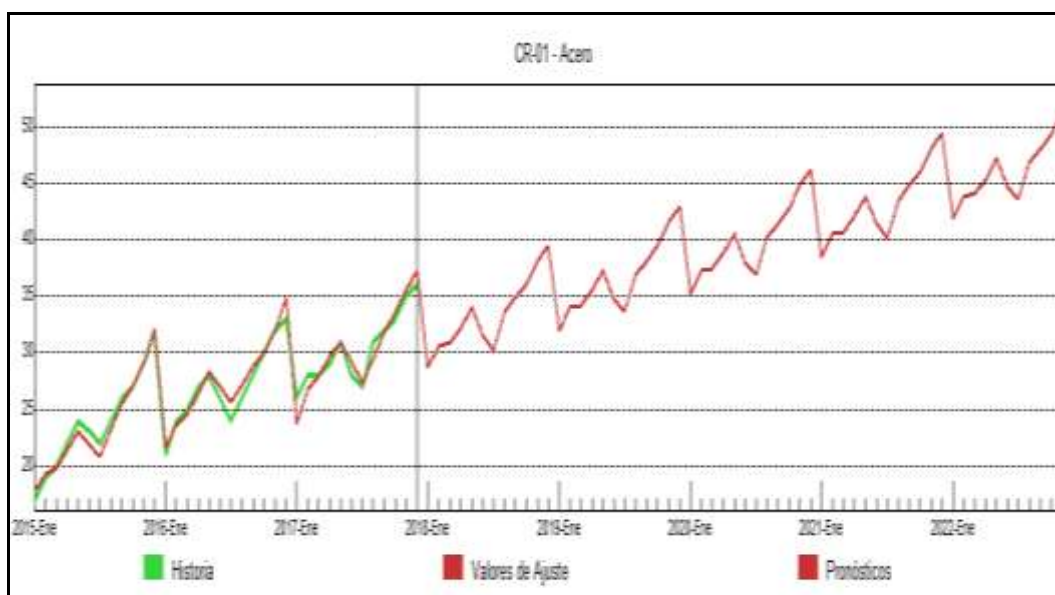


Figura 3. Pronóstico de la demanda de acero reciclado

Teniendo en cuenta los valores de la demanda, se ha optado por tomar un escenario pesimista en el cual se aprovechará el 25% para el año 2018, el 40 % para el año 2019, el 55% para el año 2020, y el 70 % para los años restantes de la demanda anual.

A continuación se mostrará una la tabla resumen de las demandas anuales pronosticadas del granulado de caucho con sus respectivos escenarios pesimistas establecidos con anterioridad:

Tabla 5. Demanda anual pronosticada de granulado de caucho

Año	Demanda anual pronosticada (Toneladas)	Escenario pesimista (25%,40%,55%,70%) (Toneladas)
2018	1136	284
2019	1273	509,2
2020	1410	775,5
2021	1547	1082,9
2022	1684	1178,8

Fuente: (Eurograss, 2017), (Fuireciclado, 2017), (Compañía Ecuador, 2017)

A continuación se detalla la tabla de la demanda anual de acero reciclado pronosticado con sus respectivos escenarios pesimistas:

Tabla 6. Demanda anual pronosticada de acero reciclado

Año	Demanda anual pronosticada (Toneladas)	Escenario pesimista (25%,40%,55%,70%) (Toneladas)
2018	400	100
2019	440	176
2020	479	263,45
2021	519	363,3
2022	559	391,3

Fuente: (Aceros industriales H.G.B., 2017) (Siderúrgica Tungurahua, 2017)

Identificación de la oferta

Es la capacidad que tendrá la planta para cubrir las necesidades de la demanda insatisfecha de los clientes potenciales para ofertar el producto, de acuerdo a la infraestructura, recursos tecnológicos, financieros y humanos.

Tabla 6. Identificación de la oferta

Año	Cant. Neumáticos año	Peso por neumático (Ton)	Cant. a procesar (Ton / año)	Caucho ofertar (Tons)	Acero ofertar (Ton)
2018	40330	0,008	322,64	151,64	51,62
2019	57269	0,008	458,16	215,33	73,30
2020	83581	0,008	668,65	314,26	106,98
2021	113503	0,008	908,02	426,77	145,28
2022	122530	0,008	980,24	460,71	156,84

Análisis de la capacidad de planta

Para conocer si se va poder ofertar la cantidad de toneladas que se proyecta durante los cinco años del proyecto se analizará la capacidad de la maquinaria que viene dada por la ficha técnica elaborada por el fabricante que es la variable principal que determinará si se puede o no cumplir con lo que se va ofertar

Tabla 7. Capacidad de la planta

Año	Capacidad de maquinaria kg por hora	Capacidad de maquinaria kg por año	Cantidad a procesar en kg	% utilización maquinaria
2018	600,00	1267200,00	322642,32	25,46
2019	600,00	1267200,00	458155,44	36,15
2020	600,00	1267200,00	668646,72	52,77
2021	600,00	1267200,00	908024,40	71,66
2022	600,00	1267200,00	980240,40	77,35

Resumen de ingresos

Para obtener el total de ganancias que se va obtener de la venta de los productos se procedió a sumar el ingreso de venta por granulado de caucho y de acero reciclado.

Tabla 8. Resumen de ingresos por año

Año	Ingreso
2018	\$ 339.419,72
2019	\$ 481.979,52
2020	\$ 703.416,35
2021	\$ 955.241,67
2022	\$ 1.031.212,90

Etapas 2: Estudio técnico

Macrolocalización

La planta de procesamiento de neumáticos “Recillantas” se encontrará ubicada en Ecuador, en la provincia de Imbabura.

Microlocalización

La planta de procesamiento de neumáticos “Recillantas” se encontrará ubicada en la provincia de Imbabura, en la ciudad de Ibarra, panamericana norte Km 2, sector las tolas de Socapamba a las afueras de la ciudad, en el relleno sanitario del municipio, el cuál dispone de espacio suficiente.

El terreno es propiedad del GAD Ibarra, quién es el auspiciante de la realización de este proyecto, por estas razones se evitará costos de alquiler o de la necesidad de la adquisición de un terreno. Se ha tomado en cuenta dicho lugar ya que se encuentra a las afueras de la ciudad y por ende evitará la molestia causada por el hecho de funcionar maquinaria de alto ruido y vibraciones lo cual es beneficioso para no causar molestias a las zonas residenciales de la ciudad

Selección de proveedores

Para la selección de los proveedores se han tomado en cuenta a todos los expendedores de neumáticos y propietarios de vehículos que al concluir la vida útil de las ruedas procedan a depositarlos en las instalaciones de “Recillantas”, recibiendo un incentivo monetario de un dólar con cincuenta centavos por neumático y así lograr el interés de la ciudadanía para entregar el producto el cual servirá a la fábrica como materia prima para su proceso de producción.

Etapas 3: Evaluación Financiera del proyecto de inversión

Los datos que se presentan en esta etapa, resultan de las etapas precedentes. En la tabla siguiente se presentará los diferentes volúmenes de ventas, los diferentes costos estimados de acuerdo al pronóstico de demanda, dando como resultado los flujos de caja correspondientes a los cinco años de vida útil.

Tabla 9. Estado de Resultados Proyectado.

DESCRIPCIÓN	AÑO				
	2017	2018	2019	2020	2021
Ingresos o Ventas	339.419.7	481.979.52	703.416.3	955.241.	1.031.212
Total ingresos operacionales	339.419.7	481.979.52	703.416.4	955.242	1.031.21
(-) Costos del servicio	168.186.8	204.423.15	253.252.9	308.784	325.536

Utilidad bruta	171.232	277.556.37	450.163.4	646.458	705.676
(-) GASTOS:					
Gastos Administrativos	81.527.4	86.818.4	86.818.4	86.818.4	86.818.4
Gastos de Ventas	4.430.00	230.00	230.00	230.00	230.0
Depreciación	13.999	13.999.	13.999.	13.999	13.999
Total gastos	99.956.42	101.047.42	101.047	101.047	101.047
Utilidad operacional	71.276.48	176.508.95	349.116.	545.410	604.629
(-) Gastos Financieros	70.959.2	70.959.2	70.959.2	70.959.2	70.959.2
Pago de Capital	41.677.22	46.357.57	51.563.53	57.354.1	63.795
Pago de Intereses	29.281.94	24.601.58	19.395.63	13.605	7.164.18
Utilidad antes de impuestos	317.33	105.549.80	278.156.9	474.452	533.670
(-)15 Participación Trabajadores	47.60	15.832.47	41.723.53	71.167.7	80.050.5
Utilidad antes de IR	269.73	89.717.33	236.433.3	403.284	453.619
(-) Impuesto a la Renta	59.34	19.737.81	52.015.33	88.722.4	99.796.3
Utilidad neta (Usd)	210.39	69.979.51	184.418	314.562	353.823

Cálculo de la Liquidez

- **Recuperación del dinero en el Tiempo (Plan).**

$PRI = (\text{Inversión Inicial}) / (\text{Entrada Promedio de Efectivo (EPE)})$

$PRI = 239725.86 / 184598.46$

$PRI = 1.30$

Es decir que la recuperación del capital invertido será a partir de 1 año, 3 meses.

Rentabilidad

- **Excedente Bruto**

Excedente Bruto = - 239.725,86 + 922.922,28

$$= 683.266,22 \text{ USD}$$

- **Valor Actual Neto (VAN)**

En la elaboración del VAN se actualizó los flujos obtenidos en el estado de resultados, empleando la tasa de interés anual que el banco cobró por el préstamo del dinero.

Tasa de interés anual = Costo de Capital (Ck) = 10,13%.

$$VAN = -239725.86 + \sum_{i=0}^n \frac{189.15}{(1.11)^1} + \frac{56562.30}{(1.11)^2} + \frac{134010.09}{(1.11)^3} + \frac{205502.66}{(1.11)^4} + \frac{207814.84}{(1.11)^5}$$

$$VAN = 364.336,21 \text{ USD}$$

- **Razón Beneficio – Costo (R B/C)**

Relación B/C = 604.079,03 / 239.725,86

R B/C = 2.51

Por tanto del resultado obtenido el beneficio es mayor que uno, el proyecto es aceptable; es decir que por cada 1 dólar que se invierta se espera recuperar 2,51 dólares.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

En el desarrollo de la TIR se empleó la fórmula que pone a disposición Microsoft Excel obteniendo como resultado 27%, el cual quiere decir que el proyecto es viable.

Riesgo económico

Para el análisis de este aspecto de evaluación financiera se ha tomado en cuenta los valores obtenidos desde el estudio de mercado, sin dejar de lado que se fijó un escenario pesimista en la determinación de las ventas esperadas, y en el porcentaje de población que se esperaría obtener por posibles usuarios. Por lo tanto los indicadores financieros como el VAN, TIR, R B/C, están sobre el escenario pesimista y no sería necesario volver a calcular nuevos escenarios, ya que los resultados obtenidos en el estudio determinan que el proyecto es viable económicamente.

El proyecto será aceptado si:

$$VAN > 0$$

$$RB/C > 1$$

$$TIR > CK$$

$$PRI < 5 \text{ años}$$

Los Indicadores de decisión del proyecto de Inversión son los siguientes:

VAN	\$364.336,21
R B/C	\$2.51
TIR	27%
PRI	1.3

CONCLUSIONES

El sistema de ME ayuda a que las entregas sean rápidas, al más bajo precio y la cantidad requerida mediante la mejora el ambiente del trabajo, la eliminación de los siete desperdicios clásicos presentes en cualquier industria.

Después de la revisión bibliográfica, se seleccionó el método para efectuar el estudio de factibilidad planteado por Córdoba Padilla, debido a que es un instrumento que establece técnicas fáciles de aplicar y sencillas de comprender para así dar solución al problema.

En el estudio de mercado realizado se pudo determinar que en el país el nivel de demanda insatisfecha de granulado de caucho y acero reciclado aumenta anualmente, esto se debe a la falta de industrias que procesen neumáticos fuera de uso y que con la creación de la planta “Recillantas” se estima satisfacer esta necesidad en un 55%.

En la realización del estudio técnico se propuso la compra del recurso tecnológico el cual posee una capacidad de producción de 0.6 ton/hora, misma que después del análisis de oferta que se realizó en el estudio de mercado, se puede concluir que la adquisición de esta maquinaria es la correcta porque cumple con las expectativas planteadas en este proyecto en cuestión a ventas.

El desarrollo del estudio financiero permitió ver la viabilidad del proyecto a realizar mediante el análisis de indicadores de evaluación financiera, mismos que al ser calculados fueron comparados con los parámetros que exige la teoría para aceptar poner en marcha un proyecto de inversión, los cuales han arrojado resultados como el VAN: 364.336,21; Relación B/C=2.51; PRI=1.30 y una TIR de 27 % , estos se representan como favorables en gran manera y dan una aceptación para la puesta en marcha de la inversión

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, Á. (2014). Neumáticos, desechos 100% aprovechables. El Universo, pág. P21.

Baca Urbina, G. (2013). Evaluación de proyectos. México: McGraw Hill.

ONUDI. (1994). Manual para la preparación de Estudios de Viabilidad Industrial. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/manual-preparacion-estudios-viabilidad-industrial/manual-preparacion-estudios-viabilidad-industrial.pdf>

Córdoba, P. M. (2013). Formulación y Evaluación de Proyectos. Bogotá: Ecoe.

Botteon, C. N. (2008). Metodología para la evaluación. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.

Casanovas i Villanuevas, A., & Cuatrecasas Arbós, L. (2012). Logística integral. Barcelona: Profit Editorial.

- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES: PROCESOS Y CADENA DE VALOR. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- López, M. J. (1988). Guías Metodológicas para Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos del Sector Agropecuario. Bogotá: IICA Biblioteca Venezuela.
- OMS. (NOVIEMBRE de 2015). ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs348/es/>
- Weston, F. J. (1994). Fundamentos de Administración Financiera. México: Mc Graw Hill.
- Trigo Aizpuru, M. (1997). Evaluación de Proyectos de Inversión.
- Ramos Toledo, G. (1997). Alto Riesgo Obstétrico. QUITO: AFEME.
- Burgos, M. (2009). Mercadeo estratégico, plan de mercadeo, mezcla de mercadeo. México: GTDSA.
- Castells, X. E. (2012). Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Madrid: Díaz de Santos.
- Castro, R., & Mokate, K. (2010). Evaluación económica y social de proyectos de inversión. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2014). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministro. México: McGraw-Hill.
- Compañía Ecuador. (2017).
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). Organización de la producción y dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva. Madrid: Díaz de Santos.
- Escalona, I. (2010). Métodos de evaluación financiera en evaluación de proyectos. México: UPIICSA-IPN.
- García, P. M., & Jordà, L. J. (2004). Dirección Financiera. Catalunya: Univ. Politèc. de Catalunya.
- Gestión y Reciclaje Integral de neumáticos en el Ecuador. (2015). Reciclaje de neumáticos fuera de uso. Obtenido de <http://www.grin.com.ec/2015-cspg>
- Grupo Innovador del Caucho. (2011). Introducción al grupo. Obtenido de <http://giccuencia-ecuador.blogspot.com/>
- Hamilton, M., & Pezo Paredes, A. (2005). Formulación y evaluación de proyectos tecnológicos empresariales aplicados. Colombia: convenio Andrés Bello.
- Hoyo Aparicio, A. (2014). El precio de mercado: ejemplos de aplicación en el análisis histórico. España: Editorial de la Universidad de Cantabria.
- J y M Construcciones. (2017).
- López, L. M. (2010). Fundamentos de Economía, Empresa, Derecho, Administración y Metodología de La Investigación Aplicada a la RSC. España: Netbiblo.
- Lund, H. F. (2011). Manual de Reciclaje. México: MC Graw - Hill Interamericana.
- Mabood, F., Jasmín Shaah, J., & Jabeen, F. (2012). Catalytic Pyrolysis of Waste Plastic and Tyres: Recycling a Step Toward Clean Environment. Alemania: Lap Lambert Academic Publishing GmbH KG.
- Mercado libre. (2017). Obtenido de <http://www.mercadolibre.com.ec>

Ministerio de Industrias y Productividad. (2015). Reusallantas. Obtenido de <http://www.industrias.gob.ec/reusa-llanta/>

Ministerio del Ambiente. (2015). MAE consolida su Plan Nacional de movilización de neumáticos fuera de uso. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-consolida-su-plan-nacional-de-movilizacion-de-neumaticos-fuera-de-uso/>

Verdejo, A. (2013). Neumáticos Fuera de Uso, Un material Aprovechable. Eco Times, 3-4.