

# Proyecto para Implementación de una Planta Reencauchadora de Neumáticos para Transporte Pesado

Josué Miguel Gavilanes Triviño <sup>(1)</sup>, Federico Camacho Brausendorff, M. Sc. <sup>(2)</sup>  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción <sup>(1), (2)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
M. Sc. Mechanical Engineering <sup>(2)</sup>  
University of Illinois, Profesor de ESPOL <sup>(2)</sup>  
[jmgavila@espol.edu.ec](mailto:jmgavila@espol.edu.ec) <sup>(1)</sup>, [fcamacho@espol.edu.ec](mailto:fcamacho@espol.edu.ec) <sup>(2)</sup>

## Resumen

*El presente artículo presenta un proyecto para la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos para transporte pesado con una capacidad de 1000 neumáticos por mes. Este estudio tiene como objetivo analizar la teoría relacionada con el reencauchado y su evolución en nuestro país, realizar la ingeniería de proyecto y calcular el presupuesto de implementación y costo de operación anual. En la teoría relacionada con el reencauchado se describe al neumático de transporte pesado, se enumera los procesos de reencauchado que existe, determinando el más adecuado para el diseño de la planta, se hace un análisis de la evolución de este sector en Ecuador y se determina la población objetivo a donde estará dirigido el servicio del reencauche. En la ingeniería del proyecto se termina la ubicación de la planta, se describe cada paso para reencauchar un neumático en frío y los materiales que intervienen en cada proceso, se selecciona al proveedor de la línea de producción mediante un sistema de calificación, se presenta una distribución de planta. Finalmente se determina el presupuesto de implementación, el costo de operación anual, y se evalúa la inversión teniendo como resultado un VAN de \$869.751,42 y un TIR del 25%.*

**Palabras Claves:** Reencauchado en frío, neumático, planta, inversión.

## Abstract

*This paper presents a project to implement a tire retreading company with a capacity of 1,000 tires per month, for heavy vehicles. This study aims to analyze the theory related to the retread of tires and its development in our country, performing project engineering and estimating the budget implementation and annual operating cost. In the theory related to the tire retread, heavy vehicle tires are described, the different processes for tire retread are listed, determining the most suitable for the design of the plant, an analysis of the evolution of the sector in Ecuador is made and target population is determined where the service will be intended for. In Project engineering, the plant location is completed, each step in a cold tire retread and materials involved in each process are described, the provider of the production line is selected using a rating system, and there is a plant distribution. Finally, the budget implementation, and annual operating cost are determined, and investment is evaluated, resulting in a NVP of \$ 869.751,42 and an IIR of 25%.*

**Keywords:** Cold retreading process, tires, plant, investment.

## 1. Introducción

En nuestro país existen 149.507 unidades de transporte pesado (buses y camiones), demandando aproximadamente 1'794.084 neumáticos anuales. El precio de cada neumático varía en función del costo del barril del petróleo, y en promedio cuesta \$600. Energéticamente un neumático de camión necesita 22 galones de petróleo durante su proceso de manufactura, este además al no ser reutilizado genera grandes problemas ambientales al no haber una adecuada cultura de reciclado. El reencauchado de neumáticos se presenta como una vía para alargar la

vida de los neumáticos, reducir el costo de operación del transportista, representa un ahorro energético al usar solamente 7 galones de petróleo en su proceso y reduce los desechos sólidos en los botaderos. El reencauchado de neumáticos es un sector que desde el año 2010 ha ido dando grandes pasos gracias al impulso del gobierno ecuatoriano. El presente estudio proyecta la implementación de una planta reencauchadora de neumáticos. [1]

La primera parte analiza la teoría relacionada con los neumáticos y el reencauchado. Se detalla los procesos de reencauchado que existe, seleccionando uno de ellos, se describen las normas y manuales que

intervienen en el proceso, se estudia el desarrollo del reencauchado en nuestro país. En la parte final se determina cual es la población objetivo de nuestro proyecto.

En la ingeniería del proyecto se desarrolla un estudio técnico para diseñar una planta de reencauchado en frío. Se describe cada etapa del proceso, la materia prima empleada y se selecciona el proveedor de la maquinaria. Se estudia la ubicación y distribución de la planta.

Finalmente se determina el presupuesto para la implementación y puesta en marcha de la planta. Se calcula el costo de operación y se realiza una evaluación de la inversión.

## 2. Reencauchado de Neumáticos

El reencauchado de neumáticos es el proceso donde a un neumático usado se le renueva la banda de rodamiento desgastada, hasta tres veces, devolviendo las características de confort y seguridad que tenía cuando era nuevo.

Existen dos métodos para recauchar un neumático: recauchutado en frío y reencauchado en caliente. El proceso de producción en ambos es casi el mismo hasta el momento de colocar el material de la nueva banda de rodamiento y el posterior curado. En el reencauchado en frío se coloca una banda pre-curada a la carcasa pulida, mientras en el reencauchado en caliente en un molde se le da forma a la banda de rodamiento. [2]

### 2.1. Beneficios del Reencauchado

Entre los principales beneficios del reencauchado se tiene:

- El costo por kilómetro de un neumático reencauchado en promedio es un 35% menor que el costo por kilómetro de un neumático nuevo. [3]
- Los neumáticos reencauchados pueden ser utilizados, a la misma velocidad de un neumático nuevo, sin perder seguridad, esfuerzo y comodidad.
- El reencauche se puede hacer en diferentes diseños y labrados sin tener en cuenta el diseño original de la llanta.
- Genera un ahorro en la salida de divisas al disminuir la importación de neumáticos nuevos.
- Se abaratan los costos de transporte: el costo de un neumático reencauchado es entre el 30% y 50% del costo de uno nuevo.
- Al reencauchar reduce en gran cantidad el problema de contaminación de sólidos, cada neumático reencauchado es salvado de formar parte del basurero.

A pesar de todos los beneficios, el reencauchado hasta hace unos años no se desarrollaba en nuestro país por las siguientes razones: [1]

- Desconocimiento del reencauchado.
- Problemas mecánicos de los vehículos.
- Falta de cuidado de los neumáticos.
- Falta de cumplimiento de las leyes de tránsito.
- Falta de regulaciones dentro de las instituciones públicas.
- Mala calidad de ciertos neumáticos.

### 2.2. Tipos de Proceso de Reencauchado

Existen dos métodos de recauchado, en ambos métodos se usan carcasas seleccionados y controladas, estos métodos son:

**Recauchutado en caliente**, después de controlar la carcasa se elimina la superficie de rodamiento raspándola. El material de la banda de rodamiento se aplica directamente por la extrusora sobre la carcasa raspada. A continuación se vulcaniza la carcasa recubierta en el molde caliente correspondiente al perfil deseado a aproximadamente 155-165°C. La banda de rodamiento recibe su perfil de diseño en el molde durante el proceso de calentamiento al igual que ocurre con los neumáticos. [4]

**Reencauchado en frío**, después del control de calidad, se restablece el contorno original de la carcasa raspándola con precisión, solamente en el área de la corona. En la carcasa se coloca una banda de rodamiento pre-curada junto con un cojín sin curar. El neumático así preparado se vulcaniza en autoclave a aproximadamente a unos 98°C y a una presión de 120 psig. [4]

Se determina el proceso de reencauchado en frío por las siguientes razones:

- Permite una mayor gama de diseño final del neumático reencauchado, debido a que las bandas pre-curadas vienen en distintos diseños para las diferentes aplicaciones.
- Permite producir neumáticos reencauchados por lotes, aumentando el volumen de producción en un menor tiempo y reduciendo los costos de producción por unidad.
- Al realizarse el curado a una menor temperatura que el otro proceso, se asegura que no hay un cambio en la propiedad de los compuestos de caucho.

### 2.3. Normalización

La industria del reencauche existe porque puede producir neumáticos reencauchados seguros y durables como los nuevos. Todo esto se da gracias a que el

proceso de reencauchado se rige bajo normas que suministran información técnica y regulan todos los procesos para un buen reencauchado. Existe una gran cantidad de normas, por lo general cada país que reencaucha posee su propia reglamentación sobre reencauchado, siendo muy parecidas unas a otras. En nuestro país las normas INEN 2581, 2582 y 2616 rigen el proceso de reencauchado, estas son prácticamente nuevas ya que se crearon a partir del año 2011. [5] [6] [7]

Además de las normas existen manuales que proporcionan gran información técnica, así como también consejos y pasos a seguir en cada proceso para reencauchar un neumático. El manual Retread/Repair Process Manual, publicado por TIA (Tire Industry Association) es el de mayor importancia. Existe también otro manual, Industry Recommended Practices Tire Retreading & Repair, este es más una recopilación de varias publicaciones de algunas asociaciones relacionadas con el reencauchado. [2] [8]

#### 2.4. Desarrollo del Reencauchado en el Ecuador

Hasta hace unos años atrás la industria del reencauche en nuestro país no tenía un desarrollo de acorde al gran parque automotor de transporte pesado que existe a nivel nacional. Mercado que genera una demanda de 1.795.744,82 neumáticos anuales. Esto se agudizó cuando en el año 2008 el INTRA, publico cifras de reencauche de varios países donde Ecuador apenas tenía un 20%, cifras muy bajas comparándolas con U.S.A. (100%), Brasil (120%), y menores respecto a nuestros países vecinos Colombia (46%), Perú (33%). [2]

En nuestro país se encuentran instaladas 11 empresas que tienen sus plantas de reencauche, con maquinaria adecuada para esta actividad, estas son: Llantera Oso, Europea, Grupo Durallanta, R. Superior General Tire, Recadina Goodyear, Isollantas, Recamic, Ecuador Goodyear, Cauchos Sierra, Pino Goodyear, Galarza. Hasta el año 2010 las empresas funcionaban al 47% de su capacidad instalada, dejando una producción de 207.000 neumáticos reencauchados al año. Esto ha ido cambiando, la producción en el año 2012 aumento a 269.100 neumáticos reencauchados, esto se debe principalmente al apoyo del gobierno que le ha dado a este sector. [1]

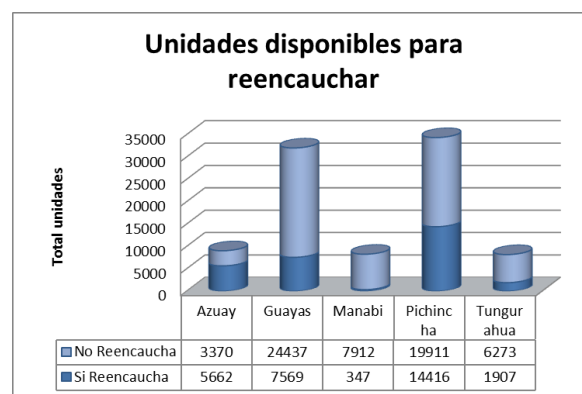
#### 2.5. Justificación del Proyecto

El MIPRO estimo cual es la demanda insatisfecha de neumáticos para transporte pesado en nuestro país realizando un balance entre la oferta y la demanda, esto se muestra en la tabla a continuación.

Años	Demanda	Oferta	Demanda Insatisfecha
2012	1795744,82	873845,67	921899,37
2013	1949281	974337,67	974943
2014	2155944,53	1086386,51	1029558

Por lo que se observa que al aumentar la producción de neumáticos reencauchados, estos ayudaran a reducir la demanda insatisfecha en nuestro país.

Para conocer la población objetivo donde estará destinado la planta, se calculó el lugar donde existe un mayor número de unidades que todavía no reencauchan, en base al número de unidades de transporte pesado que hay por provincia [9], y la producción de neumáticos reencauchado en cada una. Se determinó que en la provincia del Guayas es donde existe mayor número de unidades disponibles para poder reencauchar, por lo tanto nuestra población objetivo va a ser las cooperativas de transporte pesado y buses en la provincia del Guayas. Ver figura 1.



**Figura 1. Unidades disponibles para reencauchar**

### 3. Ingeniería del Proyecto

El lugar donde estará ubicada la planta es la ciudad Guayaquil por una razón importante: cuenta con aproximadamente con el 89% de cooperativas de camiones y buses de toda la provincia del Guayas. Se consideró el parque industrial Inmaconsa como el terreno donde estará ubicada la planta de reencauchado de neumático, este se ubica en las siguientes coordenadas: -2° 6' 41.53" S, -79° 56' 30.19" W. [10]

#### 3.1. Producto a Elaborar

El producto que se va a elaborar son neumáticos reencauchados para transporte pesado, con las mismas características de seguridad y confort de un neumático nuevo. Las principales dimensiones de los neumáticos que se van a reencauchar se presentan en la tabla 2.

TABLA 2 DIMENSIONES DE NEUMÁTICOS		
Aro	Radial	Convencional
20''	8.25R20-10R20-11R20-12R20	900-20 / 1000-20 / 1100-20/ 1200-20
25''	11R22.5-12R22.5-295 / 75R22.5-275/80R22.5-295/80R22.5-315/80R22.5	-

El diseño final de la banda de rodamiento dependerá tanto de la posición del neumático, como en la superficie de operación, en general estas se clasifican en:

- Regional: Para camiones que se transportan en caminos con múltiples cuestas, curvas en calles asfaltadas.
- Gran ruta: Camiones que hacen largos recorridos en autopistas.
- Mixto (on/off): Para camiones que se transportan dentro y fuera de la carretera.
- Fuera de carretera (off): Camiones utilizados en terrenos difíciles como en canteras, en obras o en minas, actividades de alta exigencia.
- Urbano: Camiones que hacen cortos recorridos en calles asfaltadas dentro de un perímetro urbano.

### 3.2. Materia Prima

La materia prima principal utilizada en el proceso de reencauchado es el neumático usado (carcasa). Estos neumáticos deben de ser para transporte pesado, aro 20'' y 22,5''. Otras materias primas se usan en las distintas etapas para reencauchar un neumático en frío, estas son:

- Caucho de reparación.- Caucho que sirve para llenar huecos hechos durante la reparación de un neumático. Se la aplica con una pistola extrusora.
- Cemento.- Suministra protección a la superficie pulida para evitar la oxidación y contaminación de los componentes de un neumático. Utilizada en el proceso de cementación.
- Cojín.- Es un material de caucho sin vulcanizar utilizado como una capa de unión entre la nueva banda de rodamiento y la carcasa. Utilizada en el proceso de embanado.
- Banda Precurada.- Banda de rodamiento de caucho vulcanizada que posee el diseño y el ancho de acuerdo y uso futuro del neumático. Se la utiliza en el proceso de embanado.

Además se emplean otras materias primas que se usan en el proceso de reencauchado en frío, estas son:

parches de reparación usadas cuando se repara un neumático; pintura de caucho negro para darle una mejor apariencia al neumático reencauchado.

### 3.3. Proceso de Reencauchado en Frío

El proceso de reencauchar un neumático comienza desde la recepción de los neumáticos usados, ya sean que estos provengan del cliente o del vendedor. Es necesario llevar un registro al momento de recibir la carcasa, este debe contar con información del cliente, marca del neumático, tipo de banda de rodamiento, número de veces reencauchado, diseño de banda que se desea. El proceso detallado una vez que se recibió y se registró el neumático (ver figura 2), consta de los siguientes pasos:

- Inspección Inicial
- Raspado
- Reparación
- Cementación
- Embanado
- Encamisado
- Curado
- Inspección Final

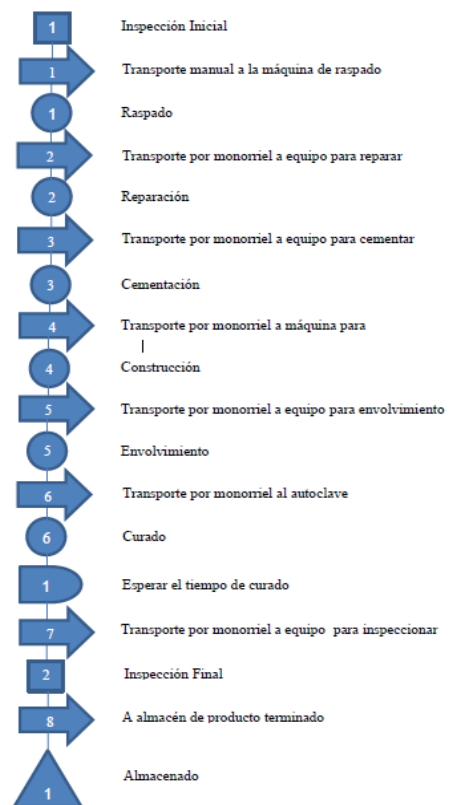


Figura 2. Diagrama de Flujo de Proceso Reencauchado en Frío

### 3.4. Selección de Maquinaria

La cantidad de maquinarias y equipos necesarios para cumplir con la producción de 1000 neumáticos reencauchados mensuales, se determina en función del

análisis de la velocidad de producción de cada uno, ver tabla 3.

<b>TABLA 3. TIEMPOS DE OPERACIÓN</b>			
Proceso Sub-Proceso	Tiempo (min)	Velocidad (neu/hora)	Producción Mensual
Inspección Inicial	5	12	1920
Raspado	6	10	1600
Cardeo	4	15	2400
Reparación	8	8	1200
Cementación	3	20	3200
Llenado de cardeo	6	10	1600
Embanado	6	10	1600
Envolvimiento	3	20	3200
Enllantamiento	4	15	2400
Curado	11	5	880
Inspección Final	4	15	2400
Pintado	4	15	2400

### 3.5. Tamaño de la planta

El tamaño de la planta está en función de factores que están relacionados entre sí y limitan la capacidad de producción. Estos son [11]:

- Tamaño de la planta y el mercado: Existe un gran mercado de transporte pesado que no reencaucha sus neumáticos en la provincia del. Por lo que este no sería un limitante para el tamaño de planta.
- Tamaño de la planta y los suministros e insumos: El tiempo de almacenado de ciertas materias primas usadas en algunas fases del proceso de reencauchado, como el cemento, es limitado. Por lo tanto es una limitante para el tamaño de planta. Además de la falta de materia prima principal: el neumático usado.
- Tamaño de la planta y la disponibilidad de capital: Este factor viene limitado por la capacidad del equipo clave: el autoclave. El equipo clave es el equipo más costoso y se vende en capacidades estándar. Por lo tanto se debe aprovechar el 100 % de su capacidad. Entre los distintos proveedores de maquinaria se distingue tres distintos tamaños estándar de autoclave: 10 a 12 neumáticos por ciclo, 14 a 16 neumáticos por ciclo y 24 a 26 neumáticos por ciclo.

Siendo este último factor el más importante, ya que se desea tener una máxima capacidad de producción con una mínima inversión. En la tabla 4 se podrá apreciar la capacidad mensual en los distintos tamaños y el precio de cada autoclave. Se tomó en cuenta que cada autoclave trabaja dos ciclos por día, y se labora 20 días al mes. Se puede observar en la tabla 4 que se puede

obtener una máxima producción (880 neumáticos mensuales) con una mínima inversión (\$66.364), usando un autoclave de capacidad de 22 neumáticos. Por lo que se diseña una planta con capacidad de 1000 neumáticos mensuales, producción que se alcanzaría con horas extras.

<b>TABLA 4. COSTOS DE AUTOCLAVES SEGÚN SU CAPACIDAD*</b>			
Capacidad (neumáticos)	10/12	14/16	22/24
Producción diaria	20/24	28/32	44/48
Producción Mensual	400/480	560/640	880/960
Costo (F.O.B.)	\$48.904	\$51.874	\$66.364

\* Costo del proveedor de maquinaria COPÉ. [12]

### 3.6. Criterios de evaluación del proveedor

Se consultaron varios proveedores de maquinarias, las cuales ofertaron líneas completas de producción, estos son: ACTEN (Malaysia), COPÉ (Brazil), Geotang (China). Para seleccionar el proveedor de la maquinaria se establecieron criterios que deberán cumplir para ser elegido como proveedor. [12] [13] [14]. Estos criterios son:

**Técnicos.** La elección de un determinado proveedor deberá garantizar la producción deseada para nuestra planta de 1000 neumáticos mensuales. Además este criterio evalúa a los proveedores en varios aspectos que podrían afectar el nivel de producción en un futuro, así como la facilidad de operación de la maquinaria dependiendo el grado de automatización que tenga. Los puntos que evalúa este criterio son:

- Facilidad de incrementar la producción: En el caso que se quiera expandir la planta, será necesario comprar otros equipos, principalmente un autoclave. Para ellos será necesario que el sistema de monorraíl se adapte a los nuevos equipos.
- Capacidad de producción: Debe cumplir una producción mensual de 1000 neumáticos mensuales, laborando los 20 días al mes, o que se acerque más a la producción deseada para así trabajar menos horas extras.
- Nivel de automatización: Aunque la mayoría de operaciones interviene mucha mano de obra, es importante el control que tengan los equipos para hacer más confiable el proceso.

**Costos.** Uno de los puntos vitales de la evaluación de proveedores es el de costos. Este criterio no solamente evalúa el costo de la maquinaria, sino que toma en consideración los costos relacionados con la

puesta en marcha de la planta, y los costos de operación la planta. Los puntos que evalúa este criterio son:

- Bajo costo de equipos y sistema de transporte: Se considera el costo de los equipos necesarios para la línea de producción, mostrados en la tabla 2.8. Así como el sistema de monorraíl para transportar los neumáticos durante el proceso.
- Bajo costo de producción: No se considera el costo de materiales empleados, este es independiente de que maquinaria se use. El costo de energía es el principal rubro, y más que el autoclave es calentado por un sistema eléctrico. Mientras menor tenga de potencia instalada el autoclave, menor costo en electricidad. Además se considera el costo de mantenimiento.
- Bajo costo de instalación: Este punto considera el costo de la instalación mecánica, e instalación eléctrica para poner en funcionamiento la planta.

**Calidad.** De nada sirve tener un proveedor con costos bajos, si la calidad de la maquinaria que nos está vendiendo es mala. Este aspecto es importante ya que evalúa eso, y además los servicios que ofrece una vez hecha la compra. Este criterio evalúa detalladamente los siguientes aspectos:

- Tiempo de garantía: Mientras exista un mayor tiempo de garantía, existirá un soporte en el caso de que exista algún daño en la maquinaria y esta necesite ser cambiada.
- Capacitación a nuestros operadores: Es fundamental que los operadores sean capacitados por personal especializado respecto al uso de los equipos y maquinarias para la correcta operación de las mismas.
- Servicio post-venta: En cualquier momento que se requiera técnicos especializados, el proveedor debe estar dispuesto a enviar un técnico para solucionar cualquier problema.

### 3.7. Maquinaria Seleccionada

En base a una matriz de calificación, evaluando a cada proveedor en los distintos criterios y sub-criterios, se selecciona a la compañía ACENT de Malaysia como proveedor de la línea de producción completa. En las siguientes tablas se muestran las distintas características de cada una de la maquinaria que componen la planta de reencauchado.

TABLA 5. REVISADORA DE NEUMÁTICOS	
Tamaño	1,2m Lx0,6mWx0,9m H
Peso	700 kg
Potencia del motor	1,5 hp

TABLA 6. RASPADORA DE NEUMÁTICOS	
Tamaño	2,2mLx2,3mWx2,45m H
Peso	2000 kg
Potencia del motor	20 hp

TABLA 7. REPARADORA DE NEUMÁTICOS	
Tamaño	1,2mLx0,76mWx1,0m H
Peso	100 kg
Potencia del motor	1 hp

TABLA 8. CONSTRUCTORA NEUMÁTICOS	
Tamaño	1,5mLx2,3mWx2,2m H
Peso	1450 kg
Potencia del motor	2 hp

TABLA 9. EQUIPO ENVELOLVIMIENTO	
Tamaño	1,6mLx1,3mWx1,75m H
Peso	600 kg
Presión de trabajo	6-8 bar

TABLA 10. EQUIPO ENLLANTAMIENTO	
Tamaño	2,4mLx1,06mWx1,0m H
Peso	300 kg
Presión de trabajo	6-8 bar

TABLA 11. AUTOCLAVE	
Tamaño	9,5m Lx2,2mWx2,5m H
Peso	6500 kg
Automatización	Controlado por tablero
Otro	Doble calentamiento Vapor-electricidad

### 3.8. Distribución de Planta

El terreno donde estará ubicada la planta tiene una dimensión de 100mx80m. Las áreas en consideración para la distribución de planta fueron las necesarias para su correcto funcionamiento, además en un futuro permitirán si las condiciones del mercado se dan, una expansión de la planta. Está constituido por tres áreas principales: área de producción, áreas administrativas y parqueadero.

El área de producción está separada de sus alrededores por un camino, con suficiente espacio para la circulación y maniobra de un camión liviano, ya sea que este abastezca la planta de materia prima, deje los neumáticos usados y llevar los neumáticos reencauchados, ver figura 3. Estará dentro de un galpón de área 1885 m<sup>2</sup> y 9m de altura. Consta de las siguientes áreas:

**Almacén de materia prima.** Tiene una superficie de 200m<sup>2</sup>, está diseñado para tener una reserva de tres meses de producción. Una parte de este almacén esta refrigerado, para el almacenamiento del cemento, esta

superficie es de 50 m<sup>2</sup>. Las bandas pre-curadas y el caucho de relleno van apilados sobre pallets hasta 4 niveles de altura. Los cementos van almacenados en tanques dentro del cuarto refrigerado.

**Almacén de neumáticos.** Este espacio almacena tanto los neumáticos reencauchados y los neumáticos usados, tiene una superficie de 695 m<sup>2</sup>, está diseñada para almacenar 1500 neumáticos. Dejando espacio suficiente para su transporte dentro de la planta, además de espacio para la recepción y entrega de neumáticos. Los neumáticos estarán apilados de forma ordenada hasta 8, en el momento que se desee expandir la planta los neumáticos dejarán de estar apilados y se colocarán en estructuras metálicas de hasta tres niveles de altura, almacenando más en menos área y dejando espacio libre de unos 4 m aproximadamente, espacio suficiente para otro autoclave.

**Línea de Producción.** ACTEN el proveedor de nuestra línea de producción recomendó la distribución de los equipos. Se puede identificar que es una distribución por producto, donde los equipos son colocados en serie de tal modo que los procesos sean una continuación del anterior, reduciendo el tiempo ocioso entre proceso. El área de la línea de producción es de 965 m<sup>2</sup>.

Dentro del galpón también se encuentra un área destinada para el taller de mantenimiento de 50 m<sup>2</sup> y una oficina para el jefe de planta 8 m<sup>2</sup>.

En el área administrativa se consideró un espacio adecuado para las oficinas, sala de reunión, comedor, vestidores y baños de producción. Todas estas áreas estarán en una superficie de 330 m<sup>2</sup>. Además existe un área destinada como parqueadero de 560 m<sup>2</sup>.

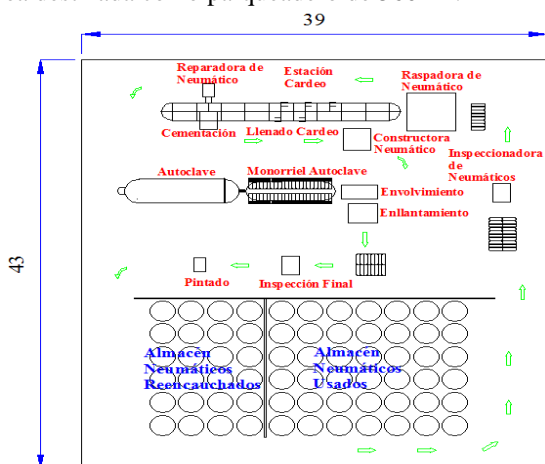


Figura 3. Distribución de Equipos

#### 4. Costos del Proyecto

La inversión necesaria para la implementación de la planta de reencauchado se compone de: activo fijo, activo diferido, y capital de trabajo. Adicional se considera un rubro destinado a cualquier imprevisto que ocurra. Ver tabla 11.

TABLA 12. INVERSIÓN TOTAL	
Concepto	Costo
Activo fijo	\$ 882.577,14
Activo diferido	\$ 81.378,96
Capital de trabajo	\$ 70.142,20
Imprevistos	\$ 48.197,80
<b>Total</b>	<b>\$ 1.082.296,1</b>

El presupuesto de operación del primer año, se muestra en la tabla 12. Este considera que el primer año la planta opera al 60% de su capacidad. Este está compuesto de costos de producción, gastos administrativos, gastos de ventas y financieros.

TABLA 13. COSTO DE OPERACIÓN	
Concepto	Costo
Costo de producción	\$ 902.702,24
Gasto administrativos	\$ 65.434,51
Gasto de ventas	\$ 79.913,76
Gastos financieros	\$ 74.224,62
<b>Total</b>	<b>\$ 1.122.275,13</b>

Al realizar la evaluación de la rentabilidad del proyecto se observa que el VAN es de \$869.751,42, siendo mayor a cero. Así mismo el TIR es del 25%, mayor a la tasa TMAR del 15,8%, por lo que con los dos criterios se concluye que el proyecto es aceptable. Además la inversión se recupera aproximadamente en 2,2 años.

#### 5. Conclusiones

Este proyecto beneficiara a distintos sectores. A los transportistas reduciendo el costo de operación hasta un 35%, ofreciéndoles reencauchado de primera calidad y con el mismo rendimiento que un neumático nuevo. Energéticamente constituye un ahorro de 15 galones de petróleo por cada neumático que se reencauche en la planta, en vez de usar un neumático nuevo. Y ambientalmente por cada neumático que la planta reencauche, se evitara que un neumático vaya a parar a algún botadero.

Se seleccionó el proceso de reencauchado en frío como el método de producción de la planta. La principal ventaja de reencauchar un neumático en frío es que permite manejar un mayor volumen de producción con un menor costo de operación.

Se analizó el desarrollo que ha tenido el reencauchado de neumático durante los últimos años en nuestro país, determinando que existe un ambiente favorable para la aparición de nuevas plantas de reencauchado. En los últimos dos años la capacidad de operación de cada planta en promedio aumento de 47% a 62%, gracias al apoyo del gobierno que está impulsando este sector.

Se calculó que la provincia del Guayas es la provincia donde existe un mayor mercado potencial de

buses y camiones disponibles para reencauchar. La planta específicamente va a estar localizada en la ciudad de Guayaquil, posee el 89% de buses y camiones de la provincia del Guayas.

Se diseñó la capacidad de la planta en función del equipo clave, el autoclave. Este es el cuello de botella de la línea de producción, y a la vez el equipo más costoso, por lo que se buscó una mayor producción con una menor inversión. Para eso se eligió un autoclave de 22 neumáticos de capacidad.

La planta estará ubicada vía a Daule en un terreno de 8000m<sup>2</sup>. Constará de áreas para oficinas separadas del departamento de producción. Departamento que estará dentro de un galpón de 1945 m<sup>2</sup>, está conformado por un almacén de neumáticos, materia prima, taller y una oficina para el jefe de producción.

## 6. Referencias

- [1] MIPRO, “Proyecto de Desarrollo Productivo de la Industria del Reencauche en el Ecuador: Reusa Llanta”, pp. 1-34, 2010.
- [2] TIA, Manual de Proceso de Reencauche/Reparación.
- [3] Bandag, “Recauchados de Bandag & Bridgestone”, pp. 5,2011.
- [4] Continental, “Neumáticos de Camión: Nociones Técnicas”, pp. 6-24, 2006.
- [5] INEN-2581. Neumáticos Reencauchados, Definiciones y Clasificación.
- [6] INEN-2582. Neumáticos Reencauchados: Proceso de Reencauche. Requisitos.
- [7] INEN-2616. Neumáticos Reencauchados: Métodos de Ensayo.
- [8] TRIB, Industry Recommended Practices Tire Retreading & Repair.
- [9] AEADE, Anuario 2010.
- [10] Superintendencia de compañías, [www.supercias.gob.ec].
- [11] Baca, Gabriel. Evaluación de Proyectos. 5ta Edición. McGraw-Hill, 2006.
- [12] Maquinaria COPÊ, [www.cope.ind.br].
- [13] ACTEN Group, [www.actengroup.com.my].
- [14] Tire’s Home, [www.ftlmw.com].