

# **RECONSTRUCCIÓN DE CARRETILLA TRANSPALETA PARA EMPLEARLA COMO MEDIO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico**

**Autor: Jesús Leyva García**

**Tutor: M. Sc. P. Aux. Ing. Arabel Moraguez Iglesias**

**Julio del 2020**

## DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de diploma a mis padres que fueron los que más aportaron a mi formación como persona, como hombre de bien en la etapa inicial de la vida y marcaron el camino hacia el futuro, y cada obstáculo que me imponga la vida es una meta superior que venceré.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi esposa que tuvo siempre un apoyo incondicional
- A mi tutor M. Sc. P. Aux. Ing. Arabel Moraguez Iglesias, por su dedicación, sabiduría y sabios consejos que me brindó, además de su larga experiencia para la consecución exitosa de este trabajo.
- Al Jefe de Departamento de Ingeniería Mecánica M. Sc. P. Aux. Ing. Alberto Carballo que tanto me ayudó a lo largo de mi carrera y que me facilitó mucha ayuda personal y de su colectivo de profesores que él dirige.
- A mis profesores que me ayudaron y brindaron sus conocimientos durante toda la carrera.
- Mi agradecimiento más profundo y sincero a todas las personas que de alguna manera han contribuido desinteresadamente en mi formación como Ingeniero y en la elaboración de mi trabajo de diploma.
- A mis compañeros de trabajo que siempre estuvieron disponibles en todos los momentos que prescindí de ellos.

## **PENSAMIENTO**

***La calidad cuesta caro, pero más caro nos cuesta producir sin calidad.***

***Che***

## **RESUMEN**

El trabajo tiene como finalidad la reconstrucción de la Carretilla Transpaleta que venía empleándose como medio de carga y transporte cercano de la Fábrica de Cigarros “Lázaro Peña” de Holguín y que fue dado de baja por mal estado de casi la mayoría de sus componentes que no tenían piezas de repuesto para sustituirla. Este artículo fue donado al Departamento de Ingeniería Mecánica para emplearlo como Medio de enseñanza, aprovechando sus partes constitutivas. El autor de este trabajo se dio a la tarea de rediseñar, elaborar la tecnología de fabricación y mantenimiento, así como fabricar los distintos componentes que le faltaban o estaban en mal estado, para posteriormente ensamblarlos y reconstruir, en su totalidad, dicha carretilla, la cual será empleada como medio de trabajo y por qué no, como medio de enseñanza en las clases y laboratorios de la especialidad de Mecánica Automotriz de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín, constituyendo éste el aporte práctico y novedad científica de la tesis.

## **SUMMARY**

The purpose of the work is to rebuild the Pallet Truck that had been used as a means of loading and close transportation of the Cigar Factory "Lázaro Peña" in Holguín and which was decommissioned due to the poor condition of almost all of its components, which were not They had spare parts to replace it. This article was donated to the Department of Mechanical Engineering for use as a Teaching Medium, taking advantage of its constituent parts. The author of this work undertook the task of redesigning, developing manufacturing and maintenance technology, as well as manufacturing the various components that were missing or in poor condition, to later assemble and completely rebuild said truck, the Which will be used as a means of work and why not, as a means of teaching in the classes and laboratories of the specialty of Automotive Mechanics of the Career of Mechanical Engineering of the University of Holguín, constituting this the practical contribution and scientific novelty of the thesis .

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO 7</b>	
<b>1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE IZAJES.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2. ESTADO DEL ARTE QUE CARACTERIZA EL DISEÑO DE LAS CARRETILLAS TRANSPALETAS.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPITULO 2. RECONSTRUCCION DE CARRETILLA TRANSPALETA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. ESTADO TÉCNICO DE LA CARRETILLA TRANSPALETA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. RESUMEN DE LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA.....</b>	<b>20</b>
Operación de desarme inspección visual y defectado técnico del rodillo izquierdo ¡Error! Marcador no definido.	
Operación de desarme inspección visual y defectado técnico del rodillo derecho.. ¡Error! Marcador no definido.	
<b>2.2.1. Operación de desarme inspección visual y defectado técnico de las ruedas traseras22</b>	
<b>2.2.2. Operación de desarme inspección visual y defectado técnico del sistema de elevación .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3. AGRUPACIÓN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LAS PIEZAS Y ELEMENTOS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.1. Aplicación de la pintura como base previa para evitar la corrosión de los elementos.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2. Montaje de todos los elementos de la carretilla .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.3. Limpieza y pintura definitiva de la carretilla transpaleta .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. ¿Cómo implementar un programa de mantenimiento preventivo? .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5. PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA FABRICACIÓN DE RODILLOS, RUEDAS Y VÁSTAGO DE LA BOMBA HIDRÁULICA .....</b>	<b>35</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>

## INTRODUCCION

Desde los comienzos de la humanidad la vida del hombre se ha visto muy ligada al estudio de diversas ciencias, las cuales han contribuido al desarrollo y bienestar del ser humano, entre esas ciencias se encuentra la Ingeniería Mecánica.

Históricamente, esta rama de la ingeniería nació en respuesta a diferentes necesidades que fueron surgiendo en la sociedad. Se requería de nuevos dispositivos con funcionamientos complejos en su movimiento o que soportaran grandes cantidades de fuerza, por lo que fue necesario que esta nueva disciplina estudiara el movimiento y el equilibrio.

También fue necesario encontrar una nueva manera de hacer funcionar las máquinas, ya que en un principio utilizaban fuerza humana o fuerza animal. La invención de máquinas que funcionan con energía proveniente del vapor, del carbón, o de petroquímicos (como la gasolina) y de la electricidad trajo grandes avances, dando origen a la Revolución Industrial a mediados del siglo XVIII (Wikipedia, 2017).

Más adelante surgiría la producción en serie. A principios del siglo XIX en Inglaterra, Alemania y Escocia, el desarrollo de máquinas herramienta llevó a desarrollar un campo dentro de la Ingeniería Mecánica, suministro de máquinas de fabricación y de sus motores (Wikipedia).

En los Estados Unidos de América, la *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*, se formó en 1880, convirtiéndose en la tercera sociedad de profesionales de ingeniería, después de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (1852) y el Instituto Americano de Ingenieros de Minas (1871) (Wikipedia).

Las primeras escuelas en los Estados Unidos para ofrecer una enseñanza de la ingeniería son la Academia Militar de Estados Unidos de América en 1817, una institución conocida ahora como la Universidad de Norwich en 1819, y el Instituto Politécnico Rensselaer en 1825 (Wikipedia).

La educación en Ingeniería Mecánica se ha basado históricamente en una base sólida en matemáticas y otras ciencias exactas, específicamente los principios físicos de Termodinámica, Ciencia de los Materiales, Resistencia de Materiales, Mecánica de Fluidos y el Análisis Estructural, entre otras, para el diseño y análisis de diversos elementos usados

en la actualidad, tales como maquinarias con diversos fines (térmicos, hidráulicos, de transporte, de manufactura), así como también de sistemas de ventilación, vehículos motorizados terrestres, aéreos y marítimos, entre otras aplicaciones (Wikipedia).

Los principales ámbitos generales desarrollados por ingenieros mecánicos incluyen el desarrollo de proyectos en el campo de la ingeniería, que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, fabricación, instalación, montaje o explotación de: equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación, entre otros (Ministerio de Educación Superior: MES, 2019).

En Cuba, como en cualquier otro país, se le brinda gran importancia al estudio y aplicación de la Ingeniería Mecánica en sus diversos campos, logrando grandes avances en la industria para el desarrollo de la ciencia, la técnica y la sociedad.

Como de todos es sabido, el bloqueo económico del país ha incidido negativamente en el desarrollo económico de Cuba, no existiendo ninguna rama de la economía y del comercio que no haya sido afectado por estas razones: ahora recrudecido por la Ley Herm-Bulton.

Por estas razones existen en las industrias infinidad de equipos, medios, herramientas y demás que han sido afectados debido al deterioro y poco insumo de piezas de repuesto disponible, por las razones anteriores, que han incidido que, en muchas ocasiones, se les haya tenido que dar baja técnica a equipos que estaban en funcionamiento.

Este es el caso de la Carretilla Transpaleta, que es un medio de carga y transporte de mercancía que venía explotándose en la Fábrica de Cigarros “Lázaro Peña” de Holguín, que por razones tecnológicas y de carencia de piezas de repuestos e insumos se le tuvo que dar baja técnica y por tanto llevarla para Materias Primas para convertirla en chatarra.

¿Pero, qué es una Carretilla Transpaleta?



Figura 1.1: Carretilla Transpaleta manual o mecánica

En la figura 1 se puede apreciar que ésta no es más que la combinación de elementos hidráulicos de elevación de cargas pesadas, con elementos mecánicos que posibilitan elevar cargas y luego transportarlas a otro lugar conveniente.

En la actualidad existen un sinnúmero de tipos de carretillas que varían desde las más simples, que constituye el objeto de estudio de este trabajo, hasta las más sofisticadas, que son computarizadas y con todos los elementos que posibilitan el izaje y la transportación con más eficiencia y rapidez.

Estos equipos de izaje y transporte han venido evolucionando con el decursar del tiempo, como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 1.2: Carretilla Transpaleta eléctrica



Figura 1.3: Carretilla Transpaleta eléctricas y computarizada

Como resultado de entrevistas realizadas a los profesores de las disciplinas de tecnología, a directivos de la Facultad de Ingeniería, al Jefe del Departamento de Ingeniería Mecánica y al Jefe de la Carrera de ésta especialidad, se ha llegado a concluir que:

- En las últimas décadas, no se ha contado con todos los recursos para el correcto funcionamiento, de las especialidades de la carrera, entre ellas la de Mecánica Automotriz, fundamentalmente en la realización de los distintos laboratorios, tan necesarios.
- Debido a insuficientes presupuestos, no se garantizan la compra de equipamientos modernos, surtidos de tecnologías más avanzadas, debido al alto costo en el mercado mundial.
- Existe un medio de trabajo que fue dado de baja (la Carretilla Transpaleta de la fábrica de cigarrillos de Holguín) y que ha sido destinada para su desguace en Materias Primas.

Por otra parte, en la fábrica de Cigarrillos “Lázaro Peña” de Holguín, se encontraba de baja un equipo: una carretilla traspaleta, y en base al Convenio de Trabajo que tiene el Departamento de Ingeniería Mecánica con dicha entidad se efectuó el traspaso de dicho equipo (descontinuado) al Departamento de Ingeniería Mecánica para emplearlo como medio de enseñanza relativos a las piezas que los constituye.

Así que se pensó, por parte del diplomante, en la posibilidad recuperar esta carretilla traspaleta; no sólo para disponer de un medio de elevación de cargas pesadas para el Departamento de Ingeniería Mecánica en la especialización de Transporte Automotriz, sino también en utilizarla como medio de enseñanza, para los distintos laboratorios que se pueden realizar con ella: de aquí su versatilidad.

Al considerar lo planteado con anterioridad surge la siguiente **Situación Problémica**:

En el Departamento de Ingeniería Mecánica no existe un medio que posibilite elevar y transportar pesos considerables para la disciplina de Máquinas Automotrices, así como un medio de enseñanza real que pueda ser empleado en los laboratorios de esta especialidad.

Es por ello que el **Problema científico** está dado en: **¿Cómo recuperar la Carretilla Transpaleta de manera que ésta pueda ser empleada para el transporte de carga pesadas, así como medio de enseñanza para los laboratorios de Máquinas Automotrices?**

Es por ello que el **objeto de estudio** está dado en: **el proceso tecnológico de diseño y fabricación de piezas.**

Constituyendo su **Campo de estudio: el proceso de diseño y fabricación de piezas para la recuperación de la Carretilla Transpaleta para ser utilizada en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín.**

Por tanto la **Hipótesis** a considerar es: **Si se diseñan y fabrican las piezas afectadas en la Carretilla Transpaleta, así como se realiza un correcto mantenimiento, se prolonga la vida útil y se humaniza el trabajo para ser utilizada en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín.**

Por tanto el **Objetivo** del trabajo está dado en: **diseñar y fabricar las piezas afectadas de la Carretilla Transpaleta, para luego ensamblarlas hasta reconstruir el equipo, así la elaboración de la tecnología del mantenimiento de dicho equipo.**

Para llevar a cabo esta investigación el autor se sustentó a través de las siguientes tareas investigativas:

### **Tareas**

- 1. Realizar el análisis histórico- lógico del proceso de diseño y fabricación de las piezas afectadas en Carretillas Transpaleta.**
- 2. Determinar la viabilidad técnica y financiera de la fabricación de las mismas.**
- 3. Realizar un estudio e identificar cuáles son las piezas afectadas.**
- 4. Diseñar y fabricar las piezas afectadas para su posterior ensamblaje.**
- 5. Establecer la relación costo beneficio de la utilización de las Carretillas Transparentas en la empresa.**

Como toda investigación, en ésta se emplearon los siguientes métodos investigativos:

### **Teóricos**

- **Análisis – síntesis:** Que posibilitó realizar el desarrollo de la investigación y estará presente en todo el proceso investigativo, además de analizar y sintetizar toda la información que se recopile.
- **Histórico – lógico:** Que permitió buscar los datos históricos más relevantes de la utilización de las Carretillas Transpaleta; mediante este método, se estudiaron los ces realizados en las Carretillas Transpaleta en los diferentes modelos, con lo cual se caracteriza su evolución y se puede determinar la tendencia futura para su desarrollo.

- **Hipotético – deductivo:** Que posibilita la constatación de la hipótesis planteada, así como la consecución de las elaboraciones de las diferentes tecnologías en función del tipo de material y maquinarias empleadas para su fabricación.
- **El método de modelación:** que es empleado al analizar los distintos modelos de diseño de piezas para finalmente realizar las modificaciones al nuevo modelo de diseño propuesto.
- El **enfoque sistémico-estructural:** porque permite analizar el desarrollo del proceso de fabricación y ensamblaje objeto de esta investigación.

### **Empíricos**

- **Análisis documental:** en este método se analizarán documentos con el fin de obtener la información necesaria para la realización de la investigación...
- **Experimentación:** Llevado a cabo mediante ensayos en la Fábrica de Cigarros “Lázaro Peña” con algunos equipos de izaje, para comprobar la durabilidad del material empleado.
- **Observación científica:** Que se llevó a cabo en el proceso de experimentación, lo que permitió arribar a conclusiones relativas a las piezas ensayadas.

### **Métodos matemáticos-estadísticos**

- En la realización de los diferentes cálculos técnicos para el diseño y la tecnología de fabricación, así como en el procesamiento de los datos técnicos obtenidos como resultado de la revisión de documentos.

### **Resultado esperado**

Reconstrucción de la Carretilla Transpaleta, para ser utilizada como medio de trabajo y de enseñanza para el Departamento de Ingeniería Mecánica en la Especialidad de Máquinas Automotrices.

Este trabajo tiene como **aporte práctico**, que a través del mismo se diseñó, fabricó y reconstruyó una Carretilla Transpaleta, así como su tecnología de mantenimiento que está dirigida hacia la solución del problema.

La **novedad científica** del trabajo está dada en que, por vez primera, que se tenga noticia, se realiza este trabajo de rediseño y recuperación de este tipo de medio.

## **CAPITULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1. CARACTERIZACIÓN E HISTORIA DE LOS DISPOSITIVOS DE IZAJE**

Al decir de (Cantuña, 2014), (Sosa, 2018), entre otros, los comienzos de los dispositivos de elevación son tan antiguos como el hombre y los primeros que se conocen en la historia fueron: las palancas (de Arquímedes), las poleas, los rodillos y planos inclinados (medios fundamentales empleados en las construcciones de las pirámides de Egipto).

En la actualidad éstos son los conocidos como medios estándar en la elevación de cargas y no dependen de una gran tecnicidad o de maquinaria pesada: poleas, gatos hidráulicos, entre otros (Cantuña).

Pero... ¿Qué se entiende por un equipo de elevación de carga o izaje?

Según el Artículo 2. Del Capítulo 1. Del Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento (RAE), citado por (Cantuña, 2014). Se entiende por aparato de elevación: "(...) aquellos que sirvan para estos fines, cualquiera que sea su forma de accionamiento, tales como ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y transporte continuos, transelevadores, plataformas elevadoras, carretillas de mantenimiento y otros aparatos similares." (p. 4).

Son diversas las razones para el empleo de medios de carga o izaje.

Por ejemplo, cuando en ocasiones las cargas son tan elevadas que no hay disponible maquinaria estándar que permita realizar los movimientos y se debe de diseñar equipos a medida para resolver esta necesidad (Cantuña).

En otros casos se requiere una precisión elevada en los movimientos y para ellos se deben de emplear gatos de cable monitorizados en tiempo real (cuando se requiere precisión en orden milimétrico).

A veces se requiere de maniobras, que bien por no disponer de espacio para emplazar medios estándar, como puede ser en el interior de edificios, por ejemplo; o bien porque la capacidad portante del terreno sea baja, entre otras.

Es por ello que atendiendo a las razones anteriores se pueden determinar los factores que justifiquen el empleo de la ingeniería de elevación, que este diplomante considera al igual que otros autores anteriormente citados que estos factores son:

- Movimiento de grandes cargas: empleo de grúas fijas, puentes, montacargas, entre otras.
- Requeridas de elevada precisión en el ajuste de piezas: equipos de izaje por control automático o computarizado (notas del autor).
- Particularidades de las piezas: por ejemplo, cuando se van a transportar mercancía que están contenidas en contenedores y pales, entre otras (notas del autor).
- Particularidades de la zona de trabajo, como pueden ser: interferencias, obstáculos y capacidad portante del terreno.
- Otros factores técnicos menos frecuentes como pueden ser: temperatura de la zona de trabajo, climatología, presencia de mareas, tiempo disponible, como por ejemplo en una línea férrea en explotación, entre otros (Cantuña, 2014, pp. 8-9)

Según Wikipedia. Carretilla elevadora (2020):

Una carretilla elevadora, grúa horquilla, montacargas (coloquialmente, toro) es un vehículo contrapesado en su parte trasera que, mediante dos horquillas, se utiliza para subir, bajar y transportar palés, contenedores y otras cargas. Se puede, además, usar las horquillas con distintos aparatos de elevación, como eslingas y poleas.

Dada la gran diversidad de configuraciones y tipos de vehículos que existen dentro del campo de la manipulación y elevación de cargas, para tener esta consideración debe ser un vehículo que soporta y transporta la carga en voladizo por delante del eje delantero, y el movimiento ascendente y descendente de la carga se realiza deslizándose por un mástil.

Conviven dentro de esta denominación desde pequeños y compactos modelos apenas diseñados para elevar 1 000 kg hasta grandes versiones —usadas, por ejemplo, en

puertos— capaces de manipular un contenedor cargado (2 x TEU) (o sea, mueven la carga completa de un camión de una sola vez) (p. 1).

Este medio de izaje tiene muchos nombres, según el país, por ejemplo:

- Carretilla elevadora o toro, en España.
- Montacargas, autoelevador, mula o sampi, en Argentina y Uruguay.
- Grúa horquilla, en Chile.
- Montacargas, en Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Nicaragua, Honduras, Panamá, México, Venezuela y la República Dominicana.
- Montacargas o pato (aludiendo al animal), en Perú (Wikipedia, 2020a).
- En Cuba a las más simples o mecánicas-manuales se les dice Carretilla Transpaleta, identificada como el campo de estudio de este trabajo.

## 1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE IZAJES

De la búsqueda realizada en Internet, así como de autores nacionales, entre los que se pueden citar: (Toledano, n.d.), (Nacional & Trabajo, 2017), (Armendariz, 2013), (Cantuña, 2014), (Lugo, 1994), (Pérez, 2018), (Sosa, 2018), (Wikipedia, 2020a), y otros, no se ha encontrado una clasificación en la cual abarque todos los tipos de elevadores más empleados en la industria, y en general en la sociedad.

Este autor considera clasificar los equipos de izajes en función de su movilidad en dos grandes grupos:

- I. Los equipos de izaje estático o sin movimiento de traslación horizontal.
- II. Los equipos de izajes o elevación móviles.

### — Equipos de izaje estático o sin movimiento de traslación horizontal

Dentro del primer grupo se pueden encontrar una infinidad de equipos como pueden ser:

- Elevadores o ascensores, muy empleados en edificios y casas.

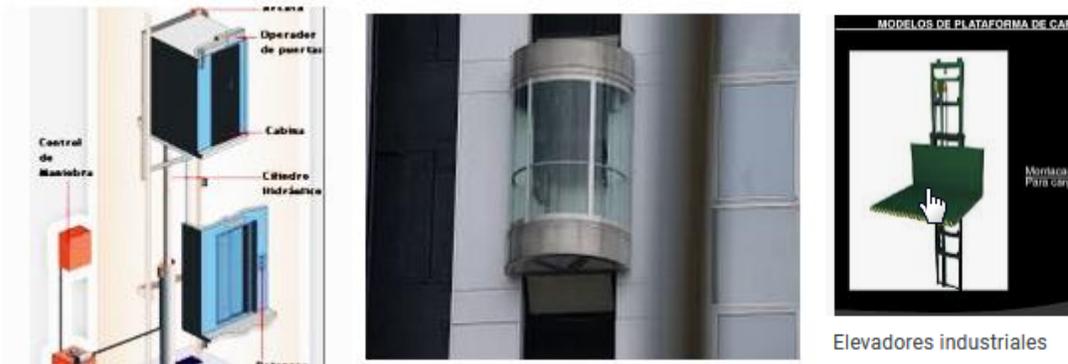


Gráfico 1.1: Tipos de elevadores o ascensores: Fuente: (Wikipedia, 2020b)

- Elevadores de automóviles y equipos automotores en general.



Gráfico 1.2. Elevador automotriz. Fuente: Wikipedia

Estos tipos de elevadores se utilizan mucho en los servicentros y talleres de reparación automotriz.

- Los propios gatos mecánicos e hidráulicos empleados en los automóviles y demás...
- Grúas fijas muy empleadas en la construcción de grande edificios (Wikipedia, 2020b).



Gráfico 1.3. Grúas de carga fijas. Fuente: (Wikipedia).

Estos tipos de grúas se emplean mucho en las construcciones civiles de obras que requieren el izaje de grande pesos a grandes alturas.

## — Equipos de izajes o elevación móviles

Son aquellos que pueden desplazarse o ir de un lugar a otro, éstos pueden clasificarse a su vez en:

- Manuales
- Automotrices
- Eléctricos
- Hidráulicos
- Elevadores de medios de almacenaje, muy empleados en grandes almacenes

Dentro de este grupo se encuentran todos aquellos tipos de elevadores que pueden trasladarse o ir de un lugar a otro llevando la carga que elevan; dentro de éste se pueden citar:

- Elevadores de automóviles y equipos automotores que en general, emplean mandos hidráulicos para efectuar el izaje.



Figura 1.4. Elevador hidráulico manual. Fuente: (Wikipedia)



Figura1.5: Elevadores de carga y personal para almacenes. fuente: (Wikipedia)



Figura 1.6. Montacargas: Fuente (Wikipedia)



Figura 1.7. Carretillas eléctricas. Fuente: (Wikipedia)



Figura 1.8. Carretilla manual o Carretilla Transpaleta. Fuente: (Wikipedia)

Este ejemplo de carretilla es la más sencilla y su sistema de izaje es mediante mando hidráulico manual. Constituyendo éste el objeto de estudio de este trabajo.

### **1.3. ESTADO DEL ARTE QUE CARACTERIZA EL DISEÑO DE LAS CARRETILLAS TRANSPALETAS**

Al decir de Del Pino & Ripoll (1991) plantean el siguiente concepto:

La transpaleta manual es una carretilla de pequeño recorrido de elevación, trasladable a brazo, equipada con una horquilla formada por dos brazos paralelos horizontales unidos sólidamente a un cabezal vertical provisto de ruedas en tres puntos de apoyo sobre el suelo y que puede levantar y transportar paletas o recipientes especialmente concebidos para este uso (p. 6).

El primer prototipo de montacargas fue creado por Tatemán en 1851. Se trataba de una plataforma unida a un cable. Este modelo inspiró a Otis a inventar el ascensor, un elevador con un sistema dentado, que permitía amortiguar la caída del mismo en caso de que se cortara su cable (Del Pino & Ripoll, 1991).

Tiene dos barras paralelas planas en su parte frontal, llamadas “horquillas” (a veces, coloquialmente también llamadas “uñas”), montadas sobre un soporte unido a un mástil de elevación para la manipulación de las tarimas. Las ruedas traseras son orientables para facilitar la maniobra de conducción y recoger las tarimas o pales.

Es de uso rudo e industrial, y se utiliza en almacenes y tiendas de autoservicio para transportar tarimas o palés con mercancías y acomodarlas en estanterías o racks. Aguanta cargas pesadas que ningún grupo de personas podría soportar por sí misma, y ahorra horas de trabajo pues se traslada un peso considerable de una sola vez en lugar de ir dividiendo el contenido de las tarimas por partes o secciones. Su uso requiere una cierta capacitación y los gobiernos de distintos países exigen a los negocios que sus empleados tramiten licencias especiales para su manejo.

Una carretilla elevadora, grúa horquilla, montacargas o, coloquialmente, toro es un vehículo contrapesado en su parte trasera, que —mediante dos horquillas— se utiliza para subir y bajar pales.

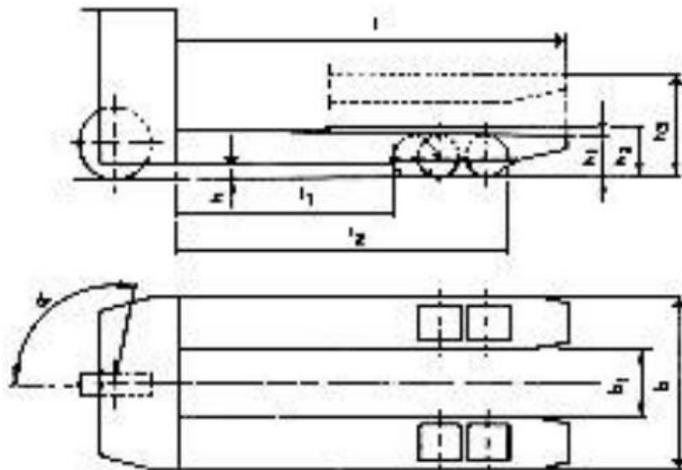


Figura 1.9: Principales características dimensionales de las transpaletas

Las características dimensionales de las transpaletas según la norma UNE 58-427-78 son las siguientes (fig. 9):

Altura de los brazos de la horquilla.

Posición baja.

$h$ : 30 mm mínimo.

$H$ : 186 mm mínimo.

$h$ : 290 mm mínimo.

Posición alta  $h$ : 3 185 mm mínimo.

Separación entre los brazos de la horquilla.

La separación interior  $b_1$  de los brazos de la horquilla será de 180 mm como mínimo.

La separación exterior  $b$  de los brazos de la horquilla estará fijada en función de las medidas correspondientes de las paletas normalizadas, según norma UNE 49901 1,2 R. Las medidas de  $b$  serán las siguientes:

$b = 570$  mm como máximo para las transpaleta correspondientes a paletas cuya anchura de entrada sea 590 mm como mínimo.

$r_b = 690$  mm como máximo para las transpaleta correspondientes a paletas cuya anchura de entrada sea de 710 mm como mínimo.

Longitudes de los brazos de la horquilla (mm)

Tabla 1.1: Longitudes de los brazos

<b>I máximo</b>	<b><math>l_1</math> mínimo</b>	<b><math>l_2</math> máximo</b>
800	488,5	689
1000	589	849
1200	691	974

Siendo:

$I$  = Longitud máxima de los brazos de la horquilla

$l_1$  = Distancia entre el talón de la horquilla y el punto más próximo alcanzado por una rueda trasera

$l_2$  = Distancia entre el talón de la horquilla y el punto más alejado alcanzado por una rueda trasera.

$\alpha$ : Ángulo de giro de las ruedas delanteras.

El ángulo de giro de las ruedas (o rueda) delanteras a está fijado en  $90^\circ$  como mínimo a una parte y otra del eje longitudinal de la transpaleta.

La transpaleta está formada por un chasis metálico doblado en frío, soldado y mecanizado.

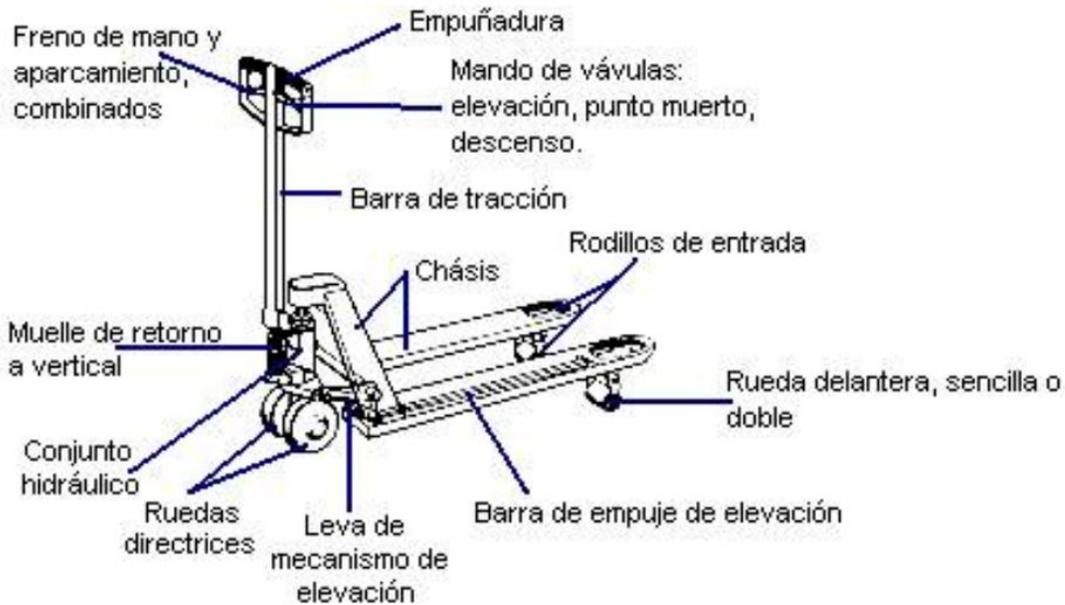


Figura 1.10: Partes principales de una transpaleta. Fuente. Catálogo de equipo de la Empresa.

En el cabezal se articula una barra de tracción que sirve para accionar la bomba de elevación de la transpaleta y para dirigirla. El chasis de la horquilla puede elevarse respecto al nivel del suelo mediante una pequeña bomba hidráulica accionada manualmente.

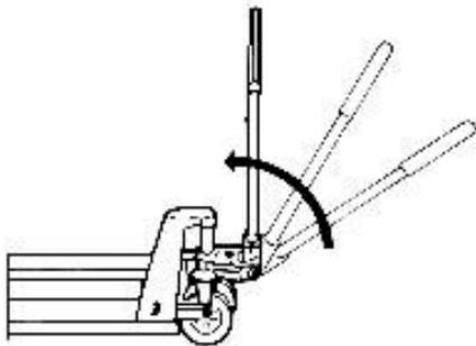


Figura 1.11: El movimiento alternativo de la barra timón acciona la bomba de elevación

La palanca de control del sistema hidráulico tiene tres posiciones que sirven para elevar, bajar y situar en punto muerto o de reposo.

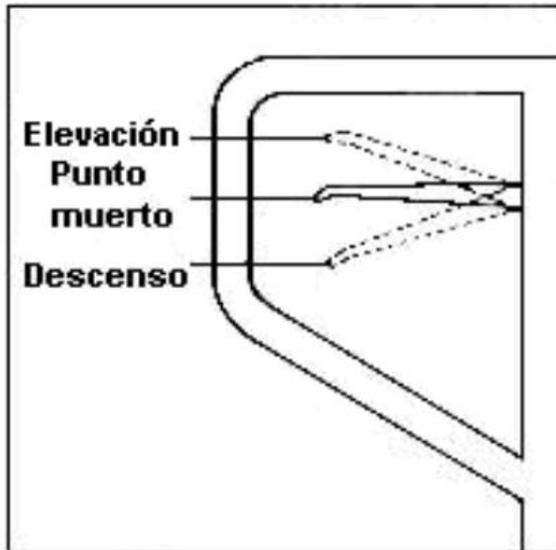


Figura 1.12: Palanca de control del sistema hidráulico

La parte de la máquina donde se encuentra la bomba de elevación, la articulación de la barra de tracción, el freno, el eje transversal con el anclaje de los tirantes de los rodillos y la rueda gemela o doble de dirección constituye la parte anterior de la máquina, mientras que la horquilla con los rodillos de carga se denomina parte posterior.

Los rodillos pueden ser de cuatro materiales básicamente: acero, nylon, goma y derivados plásticos especiales (UNE, 1978).

El peso propio oscila entre los 60 y 90 kg, con una capacidad nominal de carga que va desde los 1 000 a los 3 000 kg (UNE).

El chasis de la transpaleta en posición de trabajo, que deja las horquillas a 85 mm de altura sobre el suelo, se introduce bajo la paleta o carga unitaria a elevar, a continuación situando el mando de válvulas en la posición elevación y mediante el movimiento alternativo de la barra de tracción se acciona la bomba de elevación de una forma variable que va desde 12 emboladas para unos 2 000 kg de carga nominal.

Para el caso de elevación de hasta 200 kg existe un sistema de elevación rápida que mediante una o dos emboladas son suficientes para elevar la carga y que sólo actúa en estos casos; de esta forma la paleta y su carga pierden contacto con el suelo siendo soportado todo el peso por el chasis.

En esta posición la paleta y su carga son transportadas y guiadas mediante la barra de tracción sobre la que el operario realiza la tracción.

Una vez efectuado el recorrido, la operación de descenso se realiza normalmente por control manual mediante una palanca situada en el extremo superior de la barra de tracción, siendo esta operación independiente del peso de la carga transportada.

Las transpaletas son el origen de bastantes accidentes laborales que tienen como consecuencias lumbalgias, hernias, heridas en las piernas y tobillos y aplastamientos y pinzamientos en pies y manos; atentan tanto a los operarios que las manejan como a otros que se encuentren en sus proximidades.

Los riesgos más frecuentes son los siguientes (UNE, 1978):

- Sobreesfuerzos debidos al transporte de cargas demasiado pesadas, para la propia carretilla, así como para la persona que debe moverlas.
- Esfuerzo de elevación de una sobrecarga que conlleva un esfuerzo de bombeo demasiado elevado.
- Superficie de trabajo en mal estado.
- Bloqueo de las ruedas directrices o porteadoras.
- Atrapamientos y golpes en extremidades inferiores y superiores debidos a: Caída o desprendimiento de la carga transportada; mala utilización de la transpaleta que permite los golpes o atrapamientos con el chasis o ruedas directrices estando estas desprotegidas.
- Atrapamiento de personas o cizallamiento de dedos o manos al chocar contra algún obstáculo la barra de tracción de la transpaleta.
- Caídas al mismo nivel debidas a deslizamiento o resbalamiento del operario durante el manejo de la transpaleta por mal estado de la superficie de trabajo.
- Choques con otros vehículos.
- Choques contra objetos o instalaciones debido a que las superficies de movimiento son reducidas o insuficientes.
- Caídas a distinto nivel debido al espacio de evolución reducido para la carga o descarga de un camión que disponga de portón trasero elevador o desde un muelle de descarga elevado.

Es importante considerar ante estos posibles riesgos, tanto los aspectos materiales de inseguridad, así como la carencia de formación y adiestramiento de los operarios en su utilización.

A manera de conclusión de este capítulo se puede considerar que a lo largo de la historia del hombre éste ha necesitado el empleo de los distintos medios de izaje, desde los más simples, como: las poleas, planos inclinados, gatos mecánicos, entre otros, hasta los más modernos y sofisticados que van desde las carretillas elevadoras, hasta los elevadores, grúas y medios de izaje mucho más complejos, tanto por mandos hidráulicos, eléctricos y la combinación de éstos, así como los medios de izaje computarizados: todos en función de resolver problemas de elevación y transportación de las cargas, mercancías y del propio hombre.

También se definió la clasificación de los diferentes tipos de medios de izaje, fundamentalmente clasificados, primeramente, según si éstos tenían movimiento de traslación o no: el primer caso se clasificaron como móviles y los segundos como fijos.

Dentro de los medios de izaje móviles más simple se definió a la Carretilla Transpaleta Manual que constituye el objeto de estudio del presente trabajo.

## CAPITULO 2. RECONSTRUCCION DE CARRETILLA TRANSPALETA

### 2.1. ESTADO TÉCNICO DE LA CARRETILLA TRANSPALETA

Durante el curso actual se recibe la tarea de reconstruir la Carretilla Transpaleta que se encuentra en el laboratorio automotriz la misma nunca se ha podido utilizar en clases prácticas en el desarme y arme por el nivel de deterioro que se encuentra como son falta de pintura, corrosión, atascadura en partes móviles y rodamientos, suciedad y alto grado de vejez.

### 2.2. RESUMEN DE LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA

Para desempeñar el trabajo con mayor organización y obtener una mejor calidad del mismo fue necesario dividirlo por etapa las cuales fueron.

1. Determinación del estado técnico y realización del defectado de todos los elementos de la carretilla transpaleta.
2. Agrupación, limpieza y mantenimiento de las piezas y elementos.
3. Aplicación de la pintura como base previa para evitar la corrosión de los elementos.
4. Montaje de todos los elementos de la carretilla
5. Limpieza y pintura definitiva de la carretilla transpaleta
6. Proceso tecnológico para la fabricación de, Rodillos, Ruedas y Vástago de la bomba hidráulica.
7. Plan de mantenimiento para mantener el equipo en buen estado.

En la siguiente tabla 2.1, se muestra el orden de las operaciones y observaciones o resultados que conlleva a cada operación para la defectación del rodillo izquierdo

Tabla 2.1. Operación de desarme inspección visual y defectado técnico del rodillo izquierdo

Operaciones	Observaciones o resultados
Desarme	Se desarmo en su totalidad
Inspección visual	Se observa falta de pintura, corrosión, suciedad, deterioro y alto grado de vejez.
Defectados de los componentes	El rodillo ya perdió todo el revestimiento de goma o poliuretano por tantos años de servicio, Los rodamientos estaban atascado y

	alto nivel de corrosión el tornillo y tuerca dañado.
Aplicación de mantenimiento correctivo a los componentes.	No se pudo recuperar el rodillo por el alto nivel de deterioro, hay que fabricarlo. No se pudo recuperar los rodamientos por el alto nivel de deterioro. No se pudo recuperar el tornillo y tuerca.
Prueba de funcionamiento de los componentes.	Los componentes no funcionan en su totalidad debido a los defectos encontrados en los diferentes elementos.
Arme de los componentes	Los componentes se armaron pero sigue presentando problemas.
Prueba de funcionamiento del subsistema	El subsistema no trabaja en su totalidad.

En la tabla 2.2 se puede apreciar los pasos u operaciones a seguir, así como las observaciones realizadas en cada uno de ellos para el defectado técnico del rodillo derecho.

Tabla 2.2. Operación de desarme inspección visual y defectado técnico del rodillo derecho.

Operaciones	Observaciones o resultados
Desarme	Se desarmo en su totalidad
Inspección visual	Se observa falta de pintura, corrosión, suciedad, deterioro y alto grado de vejez.
Defectado de los componentes	El rodillo ya perdió todo el revestimiento de goma o poliuretano por tantos años de servicio, Los rodamientos estaban atascado y alto nivel de corrosión el tornillo y tuerca dañado.
Aplicación de mantenimiento correctivo a los componentes.	No se pudo recuperar el rodillo por el alto nivel de deterioro, hay que fabricarlo. No se pudo recuperar los rodamientos por el alto nivel de deterioro. No se pudo recuperar el tornillo y tuerca.
Prueba de funcionamiento de los componentes.	Los componentes no funcionan en su totalidad debido a los defectos encontrados en los diferentes elementos.
Arme de los componentes	Los componentes se armaron pero sigue presentando problemas.
Prueba de funcionamiento.	El subsistema no trabaja en su totalidad.
Prueba de funcionamiento del subsistema.	El subsistema no trabaja en su totalidad.

### 2.2.1. Operación de desarme inspección visual y defectado técnico de las ruedas traseras

Según se muestra (en Tabla 2.3), el orden de las operaciones y las observaciones o resultados que de ella se derivan.

Tabla 2.3. Operaciones de inspección visual y defectado técnico de las ruedas traseras.

Operaciones	Observaciones o resultados
Desarme	Se desarmo en su totalidad
Inspección visual	Se observa falta de pintura, corrosión, suciedad, deterioro y alto grado de vejez.
Defectado de los componentes	El rodillo ya perdió todo el revestimiento de goma o poliuretano por tantos años de servicio, Los rodamientos estaban atascado y alto nivel de corrosión el tornillo y tuerca dañado.
Aplicación de mantenimiento correctivo a los componentes.	No se pudo recuperar el rodillo por el alto nivel de deterioro, hay que fabricarlo. No se pudo recuperar los rodamientos por el alto nivel de deterioro. No se pudo recuperar el tornillo y tuerca.
Prueba de funcionamiento de los componentes.	Los componentes no funcionan en su totalidad debido a los defectos encontrados en los diferentes elementos.
Arme de los componentes	Los componentes se armaron pero sigue presentando problemas.
Prueba de funcionamiento.	El subsistema no trabaja en su totalidad.

### 2.2.2. Operación de desarme inspección visual y defectado técnico del sistema de elevación

Para llevar a cabo este paso, se requiere seguir las operaciones dadas en la tabla 2.4, con sus correspondientes observaciones o resultados:

Tabla 2.4. Operaciones de inspección visual y defectado técnico del sistema de elevación

Operaciones	Observaciones o resultados
Desarme	Se desarmo en su totalidad el sistema de elevación.
Inspección visual	Se observa falta de pintura corrosión, suciedad, deterioro, alto grado de vejez.
Defectado de los componentes	Se observa que el sistema hidráulico no funciona de hace un buen periodo de

	tiempo no tiene aceite por lo que el sello hidráulico se dañó, la bomba manual no funciona, el vástago de bombeo manual tiene un alto nivel de corrosión, hay que reconstruirlo todo.
Aplicación de mantenimiento correctivo a los componentes.	En el mantenimiento se logra salvar el vástago aplicando todo lo que corresponde en este caso, hay que fabricar el sello.
Prueba de funcionamiento de los componentes.	Los componentes funcionan pero no en su totalidad.
Arme de los componentes	Se arma todo el sistema hidráulico.
Prueba de funcionamiento.	El sistema no funciona.

### **2.3. AGRUPACIÓN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LAS PIEZAS Y ELEMENTOS**

Una vez efectuado el desmontaje de los elementos y parte de la carretilla transpaleta, se procede al mantenimiento de las partes principales.

Fue necesario eliminar el óxido y la suciedad con un cepillo de acero y lijado manual, completando el trabajo con estopa y lija fina para las superficies que los requirieron, se le aplicó petróleo y después nafta a las partes móviles en su conjuntos, para así eliminar la suciedad que aún existía en bujes y uniones móviles, logrando la total suavidad.

Los rodamientos, por el tiempo sin mantenimiento y sin darle uso, estaban atascados y a un nivel de corrosión que habían perdido hasta las propiedades mecánicas, por lo que no se pudieron salvar y hubo que sustituirlo por otros que estaban en buen estado.

Los nuevos rodamiento empleados fueron de uso, los cuales independientemente del tiempo de trabajo no tenían ni juegos axiales ni radiales; a los que se le dio un buen mantenimiento y se le aplicó grasa de copilla, ya que ésta es más resistente al agua y a la suciedad.

De esta forma quedaron los demás elementos con el engrase adecuado. Se debe añadir que todos los elementos se encontraban atascados debido a la falta de uso y por no tener un plan de mantenimiento y conservación adecuada.

El sistema hidráulico de elevación, se puede decir que: se encontraba sin aceite hidráulico, el sello dañado y a todo se le aplica un buen mantenimiento con el objetivo de salvar la

mayor parte de ese sistema: solo se dañó el sello hidráulico y el vástago de la bomba manual y fue sustituido por otros similares en buen estado.

También hay que añadir que se diseñó y se fabricaron las dos ruedas y los dos rodillos.

### **2.3.1. Aplicación de la pintura como base previa para evitar la corrosión de los elementos**

Se pintó el conjunto de la Carretilla Transpaleta con pintura base para evitar que en el transcurso del montaje haya corrosión. Este proceso se realiza con pintura anticorrosiva, posteriormente se preparó un aparejo con talco industrial y pintura con el objetivo de eliminar las irregularidades.

### **2.3.2. Montaje de todos los elementos de la carretilla**

En el proceso de montaje lo primero que se montó fue el sistema de dirección y de elevación o hidráulico en su conjunto, se debe añadir que en este sistema se monta: el sello hidráulico y el vástago muelle de retorno, la barra de tracción con sus ruedas traseras, que fueron fabricadas y se le hecha aceite hidráulico.

Seguidamente se ensamblaron los rodillos delanteros con sus respectivos ajustes, de esta forma quedan montados todos los sistema en su conjunto.

### **2.3.3. Limpieza y pintura definitiva de la Carretilla Transpaleta**

Se procede a una correcta limpieza, se eliminaron las grasas residuales y las suciedades que pudieron aplicarse durante el montaje y por último se le aplican la pintura definitiva.

## **2.4. Objetivos del mantenimiento**

El mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

Cuando se habla de reducir los costos de producción, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.

2. Reducir los costos de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimientos en los momentos más apropiados.
3. Incrementar la vida útil de los equipos (Pérez, 2018).

Unos de los objetivos evidentes del mantenimiento es el de procurar la utilización de los equipos durante toda su vida útil. La reducción de los factores de desgastes, deterioros y rotura garantiza que los equipos alcancen una mayor vida útil. A continuación se relacionan los tipos de mantenimiento escogiendo el indicado para la máquina o equipo.

Este diplomante considera al igual que (Pérez, 2018), que los objetivos del mantenimiento son:

- **Objetivos del mantenimiento:**
  - Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes.
  - Reducir la gravedad y consecuencias de las fallas que no se puedan evitar.
  - Evitar tiempos muertos inútiles o paradas de máquinas y equipos.
  - Evitar accidentes y lesiones de cualquier tipo.
  - Eliminar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
  - Mantener los bienes productivos en condiciones seguras de operación, esto realizado de manera eficiente y eficaz.
  - Alcanzar y prolongar la vida útil de los bienes (pp. 32-33).

Es importante acotar cómo están clasificados los mantenimientos según el Dr. Hechavarría (2017) que este diplomante toma como referente:

#### **2.4.1. Mantenimiento Correctivo**

Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presenta en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible. Puede decirse que es el más costoso de todos los sistemas de mantenimiento. Es

prácticamente imposible no utilizar este sistema, porque siempre pueden ocurrir roturas imprevistas. Se trata de disminuir sus efectos en la mayor medida.

#### **2.4.2. Mantenimiento Periódico**

Este mantenimiento se realiza después de un período de tiempo relativamente largo (entre seis y 12 meses). Su objetivo general es realizar reparaciones mayores en los equipos. Para implementar este tipo de mantenimiento se debe contar con una excelente planeación y una coordinación con las diferentes áreas de la empresa para lograr que las reparaciones se efectúen en el menor tiempo posible.

#### **2.4.3. Mantenimiento Programado**

Este tipo de mantenimiento basa su aplicación en el supuesto de que todas las piezas se desgastan en la misma forma y en el mismo período de tiempo, no importa que se esté trabajando en condiciones diferentes.

Para implementar el mantenimiento programado se hace un estudio de todos los equipos de la empresa y se determina con la ayuda de datos estadísticos de los repuestos y la información del fabricante, cuáles piezas se deben cambiar en determinados períodos de tiempo. Además, el historial de los equipos, proporciona información muy importante al respecto, sobre las piezas críticas, tiempos de trabajo y cualquier información sobre el funcionamiento de la máquina.

En este mantenimiento está el inconveniente de que determinadas partes del equipo se deben desarmar o retirar aunque estén trabajando sin problemas, para dar cumplimiento al programa de mantenimiento.

#### **2.4.4. Mantenimiento Preventivo**

Primero que todo se definirá el concepto de Mantenimiento Preventivo.

Al decir de Pastor (1997), citado por Pérez (2018) y que este postulante asume, se define a este tipo de mantenimiento como: “(...) es una técnica científica del trabajo industrial, que en especial está dirigida al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresarias.” (p. 33, citado por Pérez (p. 37)

La historia de este tipo de mantenimiento está ligada a la Segunda Guerra Mundial, debido a las aplicaciones militares. En esta evolución el mantenimiento preventivo consiste en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento (Pérez, 2018).

El mismo básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, sustentado en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y su historia. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias: engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, entre otras.

El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye las siguientes actividades:

- Inspección periódica de activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en una etapa incipiente (Pérez).

Este diplomante considera al igual que Pérez (2018) que las ventajas de este tipo de mantenimiento están dadas en:

### **Ventajas del mantenimiento preventivo**

- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y, por lo tanto, el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, se reduce con ello la inversión de capital y aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.

- Cumplimiento con los cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto del costo por mantenimiento.
- Conocer los índices de productividad por sector (pp. 46-47).

### **Alcance del mantenimiento preventivo**

- Un buen programa de Mantenimiento Preventivo (MP en lo adelante) incluirá la mayor parte de los bienes físicos de la planta; se asegurará de incluir funciones estacionales del equipo mismo.
- El MP es relativamente moderno, el desarrollo y aceptación que ha tenido en los últimos tiempos ha supuesto el que se haya aplicado, en ocasiones, un poco indiscriminadamente.

### **Justificación del mantenimiento preventivo**

Los datos sobre la distribución de descomposturas son básicos e importantes. Las distribuciones de tiempo entre descomposturas muestran la frecuencia con la cual las máquinas funcionan sin necesidad de repararlas, por un número determinado de horas de operación que comúnmente se presentan como distribuciones de fracción de tiempo entre descomposturas que excede a un tiempo de funcionamiento.

Estas distribuciones tienen diferentes formas, dependiendo de la clase de equipo de que se trate. Por ejemplo, una máquina sencilla con pocas piezas móviles tenderá a descomponerse a intervalos casi constantes, a partir de su última reparación; es decir, muestra una variabilidad mínima en su distribución del tiempo libre entre descomposturas (pp. 46-48).

Este tipo de mantenimiento tiene una importancia en que realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

En el mantenimiento preventivo se confecciona un programa de actividades, que tienen como objetivo anticiparse a las fallas en el equipo. Define cuáles actividades se deben realizar cuando el equipo está funcionando o detenido.

Por las características anteriormente mencionadas fue este tipo de mantenimiento el aplicado en este trabajo.

#### **2.4.5. Mantenimiento Predictivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles, pudiendo con ello anticiparse la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.

Básicamente, este tipo de mantenimiento consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiecen a fallar o a dañarse.

El mantenimiento predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o en la instalación donde se aplica, en la evolución de una determinada variable que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

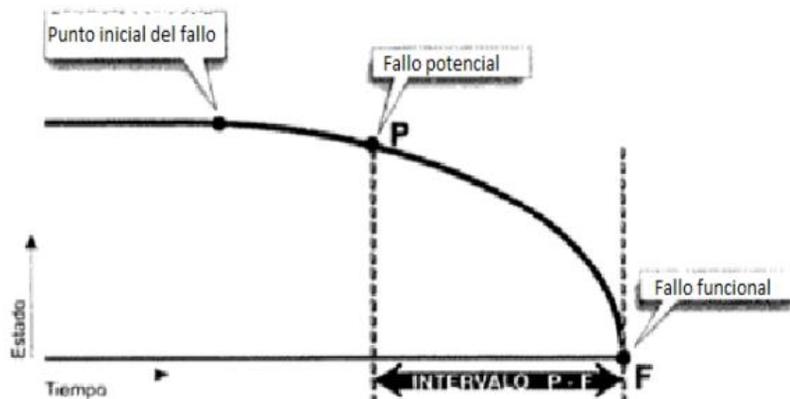
Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el sistemático, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad completa, un número de kilómetros, unas horas de funcionamiento, entre otras.

Pero siempre las mismas y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que ocupa, no define ninguna periodicidad completa; si no que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes que se produzca el fallo (Pérez, 2018).

En correspondencia con (Pérez), se considera que:

Muchos autores han intentado explicar este tipo de mantenimiento preventivo con la siguiente curva P-F; en la que simbolizan como la variable medida va evidenciando un determinado nivel de deterioro a partir del punto P, para que, antes de que esta falle, punto F, se produzca la intervención (p. 33).

## FALLOS POTENCIALES, EL INTERVALO P-F



*Un fallo potencial es un estado físico identificable que indica que está a punto de producirse un fallo funcional o está ocurriendo ya.  
El intervalo P-F es el tiempo transcurrido entre un fallo potencial y su empeoramiento hasta que se convierte en un fallo funcional.*

Figura 2.13: Fallos potenciales, el intervalo P-F, Fuente: Caterpillar American Company. Manual de mantenimiento. p. 42., citado por (Pérez, 2018, p. 34)

Este diplomante considera al igual que Pérez que la mayor dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es:

- En primer lugar, la localización de dicha variable identificadora.
- En segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles.

El mantenimiento predictivo debe verse complementado por la utilización de técnicas estadísticas. No es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia del operador o del técnico.

Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallas, y a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema basados en las condiciones presentes que se están midiendo (Pérez, 2018).

En la siguiente tabla 2.5 se puede apreciar las técnicas predictivas más usuales que se llevan a cabo, las variables, las técnicas de diagnosis y el tipo de instalación o equipo en que se llevan a cabo:

Tabla 2.5. Técnicas predictiva más usuales. Fuente: MONCHY, Francois. Teoría y práctica del mantenimiento industrial. p. 52, citado por (Pérez, 2018, p. 36).

TÉCNICAS PREDICTIVAS MÁS USUALES, VARIABLES IDENTIFICATIVAS Y EQUIPOS O INSTALACIONES DE APLICACIÓN		
Variable identificadora a medida	Técnicas de diagnosis	Tipo de instalación o equipo
Vibraciones	Medición de vibraciones Impulsos de choque Analizador de frecuencias	Maquinaria rotativa
Viscosidad, partículas y degradación de Lubrificantes	Monitorización del color Oxidación Análisis espectroquímicos	Reductores, cajas de cambio, motores térmicos, compresores
Temperatura	Termografía Pintura térmica Adhesivos de bandas	Sistemas estáticos, térmicos, eléctricos y electrónicos
Valor óhmico y capacidad	Medida de resistencia Ondas de choque Corrientes de absorción, conducción y reabsorción	Motores eléctricos
Fugas	Detectores de ultrasonidos Gases halógenos Líquidos coloreados (trazadores) Detectores de grietas	Depósitos y tuberías
Grietas	Fluido magnético Resistencia eléctrica Corrientes inducidas Ondas ultrasónicas Ondas de radiación	Estructuras metálicas y equipos estáticos
Ruidos	Estetoscopio Radioscopio	Maquinaria rotativa
Corrosión	Ultrasonidos Detector de gas Radioscopio, magnetoscopio	Depósitos, tuberías, cráteres, calderas, etc.
Obstrucciones	Radioscopio Indicador de presión	Tuberías, válvulas, depósitos, racores
Deformaciones, doblados	Escalas Indicadores de nivel Teodolitos	Tuberías

#### 2.4.6. Mantenimiento Proactivo

Cuando la empresa se ha comprometido con la calidad y ha implementado el mantenimiento preventivo y predictivo, es necesario buscar una mayor productividad a un menor costo, para ello el mantenimiento proactivo selecciona aquellos lubricantes y procedimientos óptimos donde se logra incrementar la producción, disminuyendo los costos directos de energía y prolongando la vida útil de los equipos (Hechavarría, 2017).

## 2.5. ¿Cómo implementar un programa de mantenimiento preventivo?

Este tipo de mantenimiento debería ser el más usado en las empresas, ya que con él se logra una mayor atención a los equipos y se tienen menores tiempos de paradas.

Para implementar el mantenimiento preventivo, es necesario tener claro qué es lo que vamos a hacer, cómo se hará, cuándo y quiénes lo realizarán. Para llevarlo a cabo es preciso tener un plan de trabajo bien estructurado evitando repetir funciones.

Un programa de mantenimiento deberá abarcar tres grandes áreas de la empresa: lubricación, electricidad-electrónica y mecánica. Estos son los verdaderos pilares de la producción (Hechavarría, 2017).

- **Lubricación:** Se puede afirmar que el 60% de las fallas de un equipo provienen de una lubricación deficiente. Si bien es cierto que en todas partes lubrican no siempre lo hacen bien.

Para que los equipos funcionen correctamente en este aspecto, es necesario conocer a fondo: los lubricantes empleados, sus características, aplicaciones específicas, y vida útil para asegurar así un buen desempeño de las máquinas. En el mantenimiento preventivo se cambian los lubricantes en las fechas establecidas para ello. Es necesario aplicar las grasas en la cantidad necesaria, así como tener el lubricante adecuado para cada mecanismo.

- **Mecánica:** Un buen mantenimiento mecánico trae enormes ganancias porque permite mantener en condiciones de explotación el equipo productivo. El mantenimiento preventivo en la parte mecánica busca que los diversos elementos de máquina trabajen correctamente. Así, se deben hacer inspecciones periódicas para detectar los posibles fallos del equipo y tomar la decisión de corregirlas o esperar el momento planificado para realizar el mantenimiento (Hechavarría).



Figura 2.14. Herrajes metálicos que constituyen la armazón de la Carretilla Transpaleta

Para la fabricación de los rodillos y ruedas se estudia los materiales usados en los países desarrollados y con esa referencia se estudia los derivados del plástico que se pueden encontrar o se fabrican en Cuba.

Los rodillos pueden ser de cuatro materiales básicamente: acero, nylon, goma y derivados plásticos especiales.

## **Obtención del polietileno en HOLPLAST**

Según (Muñoz, 2014), el polietileno puede ser producido por distintos procesos fabriles. Las características del proceso de producción tienen una gran influencia en su estructura. El polietileno de baja densidad (PEBD) se puede obtener usando un proceso a presiones altas, pueden ser por autoclave o en un reactor tubular. El polietileno de alta densidad (PEAD) y el polietileno linear-bajo-densidad (PELBD) son fabricados usando procesos a baja presión. La polimerización surge por el uso de una catalización metálica de transición, por ejemplo, el titanio o el cromo.

El material de los tubos de polietileno de alta densidad de la clase MRS 8 (PE 80) puede ser producido usando un solo proceso de polimerización a baja presión. El polietileno PE 100 en tubos de clase MRS10 (PE 100) son producidos usualmente en plantas de cascadas llamadas de proceso bimodal. El polietileno que se utiliza en la producción de tuberías en Holplast es de alta densidad que se importa de varios suministradores que en el mundo fabrican esta materia prima, fundamentalmente proveedores europeos tales como: INEOS, REPSOL, BOREALIS.

El polietilenos en Holplast se fabrican según la norma UNE-EN 12201-2:2003, la cual es válida para los sistemas de canalización fabricados de polietileno destinado al suministro de agua para el consumo humano; esta norma, además, especifica los métodos de ensayos a utilizar para determinar la calidad del material y sus parámetros (Muñoz).

Los tubos fabricados en Holplast para los sistemas de canalización para el suministro de agua son de color azul o negros con bandas azules que identifican que los mismos son para la conducción de agua (los tubos para la conducción de gas son amarillos o negros con bandas amarillas); la superficie interna y externa del tubo debe presentar un aspecto liso y estar limpias y libres de grietas, cavidades u otros defectos superficiales. Los cortes de los extremos deben ser perpendiculares al aje del tubo (Muñoz).

## 2.6. PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA FABRICACIÓN DE RODILLOS, RUEDAS Y VÁSTAGO DE LA BOMBA HIDRÁULICA

### Ruedas traseras

La figura 2.15 muestra la rueda trasera de la Carretilla.

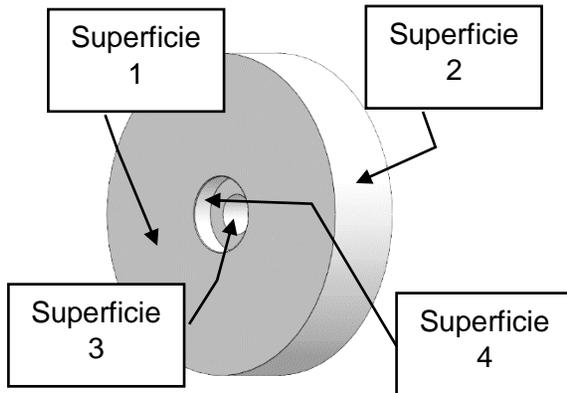


Figura 2.15. Rueda trasera

En la figura 2.15 se muestra la rueda y las superficies a maquinar: la superficie 1 se maquina a ambos lados, de igual forma con el resto de las superficies.

Selección de la ruta tecnológica para el maquinado de la rueda y cálculo de los parámetros del régimen de corte para la fabricación de éstas.

Tabla 2.6. Selección de la ruta tecnológica para el maquinado de la rueda y cálculo de los parámetros del régimen de corte para la fabricación de éstas. Colocación A

Nº superficie	Grado exactitud	Rugosidad superficial en Ra	Tipo superficie	Paso tecnológico
<b>Colocación A (Plato autocentrante)</b>				
1	IT14	12.5- 25	Plana	Refrentado
2	IT14	12.5- 25	Cilindrado	Cilindrado de devaste d-202mm, Cilindrado de semi acabado d - 200mm
3	IT14	25	Taladrar	Pasar broca 25 mm por el centro una pasada.
4	IT12	12.5	Cilindrado	Cilindrado de devaste d- 45 mm , Profundidad 14mm , Cilindrado semiacabado d-47mm

Tabla 2.7. Selección de la ruta tecnológica para el maquinado de la rueda y cálculo de los parámetros del régimen de corte para la fabricación de éstas. Colocación B

Nº superficie	Grado exactitud	Rugosidad superficial en Ra	Tipo superficie	Paso tecnológico
<b>Colocación B (Plato autocentrante)</b>				
1	IT14	12.5- 25	Plana	Refrentado
2	IT14	12.5- 25	Cilindrado	Cilindrado de devaste d-202mm, Cilindrado de semiacabado d - 200mm
3	IT14	25	Taladrar	Pasar broca 25 mm por el centro una pasada.
4	IT12	12.5	Cilindrado	Cilindrado de devaste d- 45 mm , Profundidad 14mm, Cilindrado semiacabado d-47mm

## Rodillos delanteros

Procesos tecnológicos para la fabricación del rodillo delantero (figura 2.16)

1. selección de la máquina y herramienta.
2. Los pasos tecnológicos y los movimientos de trabajo durante el corte.
3. Selección el tipo y material de herramienta de corte.

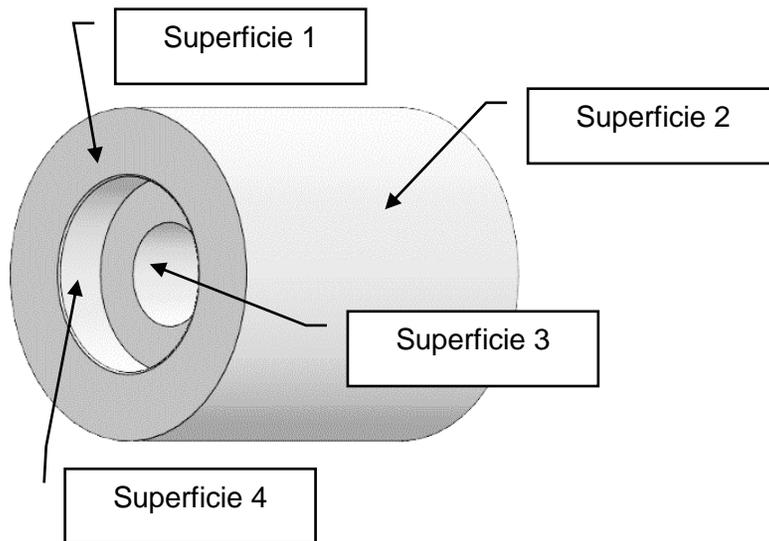


Figura 2.16, Rodillo delantero en isométrico

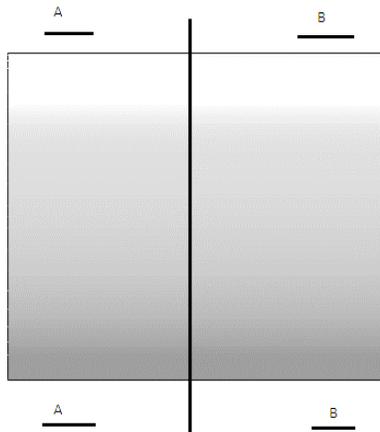


Tabla 2.8. Selección de la ruta tecnológica para el maquinado los rodillos delantero y cálculo de los parámetros del régimen de corte para la fabricación de éstos. Colocación A

Nº superficie	Grado exactitud	Rugosidad superficial en Ra	Tipo superficie	Paso tecnológico
Colocación A (Plato autocentrante)				
1	IT14	12.5- 25	Plana	Refrentado.
2	IT14	12.5- 25	Cilindrado	Cilindrado de devaste d-82 mm, Cilindrado de semiacabado d -80 mm
3	IT14	25	Taladrar	Pasar broca 25 mm por el centro una pasada.
4	IT12	12.5	Cilindrado	Cilindrado de devaste d- 45 mm , Profundidad 14 mm, Cilindrado semiacabado d-47 mm

Tabla 2.9. Selección de la ruta tecnológica para el maquinado los rodillos delantero y cálculo de los parámetros del régimen de corte para la fabricación de éstos. Colocación B

Nº superficie	Grado exactitud	Rugosidad superficial en Ra	Tipo superficie	Paso tecnológico
Colocación B (Plato autocentrante)				
1	IT14	12.5- 25	Plana	Refrentado.
2	IT14	12.5- 25	Cilindrado	Cilindrado de devaste d-82 mm, Cilindrado de semiacabado d -80 mm
3	IT14	25	Taladrar	Pasar broca 25 mm por el centro una pasada.
4	IT12	12.5	Cilindrado	Cilindrado de devaste d- 45 mm , Profundidad 14 mm, Cilindrado semiacabado d-47 mm

## **2.7. Valoración económica**

Para el estudio de estos resultados y llegar a una conclusión bien precisa se valoraron los precios en el mercado europeo, siendo el principal suministrador y se estudiaron los precios en México y Chile que también ofertan equipos de alta calidad.

Los precios de las carretillas transpaletas estándar en dependencia de la calidad y sus usos múltiples están entre el valor de 250 y 300 euros, la de uso múltiple se encuentran entre 500 y 2 700 euros. Todo esto sin incluir el encarecimiento por el pago de fletes y terceros países.

Los rodillos y ruedas, que son los que más sufren deterioro, están entre 10 y 22 euros, dependiendo de la calidad del material que están fabricados, nylon y poliuretano; en América del Sur y Centroamérica los precios son más elevados. Ídem al anterior párrafo.

Para la reconstrucción de la carretilla los rodillos fueron fabricados a partir del polietileno de alta densidad (PEAD), PE80 y PE100, los cuales se utilizan para fabricar los tubos en Holplast. Es un material reciclable que se vende a Materias Primas a un precio muy bajo por ser el desecho del proceso productivo.

Los gastos son bajos cuando se valora lo que aporta en cuanto a humanizar el trabajo y la sustitución de importaciones y demostrar que si se crean los mecanismos necesarios en las instituciones estatales, se puede generalizar en las industrias del país.

Resulta muy importante acotar la importancia económica que tiene este trabajo, ya que mediante el mismo se sustituyen importaciones al evitar la compra de este medio para utilizarlo como medio de elevación y transporte para las Clases Prácticas y Laboratorios en la especialidad de Máquinas Automotrices, además de constituir un medio de enseñanza real para trabajar en dichas clases.

## **2.8. Impacto social de la inversión**

Resulta obvio la importancia social que requiere la reconstrucción de este artículo que favorece la base material de estudio y medios de laboratorios de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín, por las razones anteriormente explicadas en el anterior epígrafe.

## **2.9. Impacto ambiental de la inversión**

Este impacto obedece al seguimiento de la disciplina tecnológica correspondiente al proceso tecnológico de maquinado al no mezclar las virutas ferrosas con las de otros materiales, a fin de facilitar la recuperación de materias primas.

Por otra parte, se han cumplido las normas medioambientales que exige las industrias en los procesos seguidos de mantenimiento, que obedece al derrame de lubricantes, combustibles y demás elementos que pudiesen contaminar el medio ambiente.

## **2.10. Contribución a los intereses de la defensa del país**

Este es un medio que además de resolver un problema a la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín, también puede ser utilizado, en tiempo de guerra, para el traslado de municiones y armamento en general.

## CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación realizada:

- Se definió la clasificación de los diferentes tipos de medios de izaje, fundamentalmente clasificados, primeramente, según si éstos tenían movimiento de traslación o no: el primer caso se clasificaron como móviles y los segundos como fijos.
- Dentro de los medios de izaje móviles más simple se caracterizó a la Carretilla Transpaleta Manual que constituyó el objeto de estudio del presente trabajo.
- Se realizó el defectado del equipo y a partir de éste se procedió con la fabricación y sustitución de aquellos elementos que fueron considerados debían sustituirse.
- Se logró la reconstrucción de la carretilla transpaleta.
- Se diseñó y se fabricaron los rodillos con polietileno de alta densidad.
- Se reparó el sistema hidráulico en su totalidad.
- Se realizó la valoración económica del trabajo, resultando un aporte a la economía del país en evitar la compra en divisa de equipos como estos.

## **RECOMENDACIONES**

Recomendamos que la propuesta de solución dada se generalice en las industrias y demás centros universitarios donde existan estos tipos de carretillas, además se les realice el mantenimiento propuesto para alargar la vida de los mecanismos y partes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Armendariz, V. (2013). SEGURIDAD EN EL ÁMBITO DE LAS CARRETILLAS ELEVADORAS ( I ). *Sociedad Gallega de Carretillas, S.A. (SOGACSA, 36, 8.*  
[www.issga.es](http://www.issga.es)
- Cantuña, E. G. (2014). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA ELEVADORA ELÉCTRICA CON CAPACIDAD MÁXIMA DE 500 [Kg]. PARA UN TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ.* Proyecto para la obtención del título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Politécnica Nacional de Ecuador.
- Del Pino, T., & Ripoll, V. (1991). *NTP 319: Carretillas manuales: transpaletas manuales. Manual técnico. Carretillas elevadoras.* (Ediciones JS (ed.)).
- ENSARCO. (2020). *Tipos de montacargas.* Esarco: Arquitectura e Ingeniería.  
<https://esarco.es/ascensores/montacargas/>
- Hechavarría, J. R. (2017). *Fundamento de la Ingeniería del Mantenimiento.* Notas de Conferencias. Universidad de Holguín, Cuba.
- Heepke, J. (1951). *Elementos de Máquinas Elevadoras* (LABOR (ed.); Tercera).
- Lugo, C. A. (1994). *Diseño de una plataforma elevadora neumatica.* Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico de la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente de Cali, Colombia.
- MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR, M. (2019). *Plan de Estudio E de la Carrera de Ingeniería Mecánica.*
- Muñoz, L. (2014). *Estudio del uso del polietileno tereftalato (PET) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga.* Repositorio Digital de La Facultad de Ingeniería–UNAM [En Línea].  
<http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2514>
- Nacional, C., & Trabajo, D. E. C. D. E. (2017). *NTP 715 : Carretillas elevadoras automotoras ( III ): mantenimiento y utilización.*
- Pastor, A. (1997). *Gestión integral del mantenimiento* (M. B. Editores (ed.)).
- Pérez, C. F. (2018). *DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO*

DESTINADO A CARRETILLAS ELEVADORAS EN UNA EMPRESA DE ALQUILER DE EQUIPOS INDUSTRIALES [Tesis presentada en opción de la obtención del título académico de Ingeniero Mecánico Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala]. In *Emecanica.Ingenieria.Usac.Edu.Gt*.

<http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/wp-content/subidas/6ARTÍCULO-III-INDESA-SIE.pdf>

Shigley, J. (1970). *Proyecto de Ingeniería Mecánica* (M. Hill (ed.); Tercera).

Shigley, J. (1989). *Manual de Diseño Mecánico* (M. Hill (ed.); Cuarta).

Shigley, J. (1990). *Diseño de ingeniería Mecánica* (McGraw Hill (ed.); Quinta).

SKF. (1972). *Manual de rodamientos SKF*.

Sosa, D. E. (2018). *MODELO DE ASIGNACIÓN DE EQUIPOS MONTACARGAS EN UN OPERADOR LOGÍSTICO EN COLOMBIA*. Trabajo de grado presentado Como requisito para optar al título de Magister en la Universidad Católica de Colombia.

Toledano, M. (n.d.). *Diseño de una plataforma elevadora ligera para un vehículo comercial capaz de facilitar cargas y descarga de mercancía*.

UNE. (1978). *Carretillas de manutención. Transpaleta. Características dimensionales*. (Patent No. Norma UNE 58-427-78.). [https://www.mascus.es/specs/transpaletas-electricas-con.../linde/t-20-sp\\_1149638](https://www.mascus.es/specs/transpaletas-electricas-con.../linde/t-20-sp_1149638)

Wikipedia. (2020a). *Carretilla elevadora*. file:///C:/Users/HP/Desktop/Artículos en PDF/Carretillas elevadoras/Carretilla elevadora - Wikipedia, la enciclopedia libre.htm#Historia

Wikipedia. (2020b). *Clasificación de los elevadores de carga*.

[https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk00uf\\_ILeAv1Vm2Oo8L5NvFVf-h3XQ:1595248101149&source=univ&tbm=isch&q=Clasificación+de+los+elevadores+de+cargas&client=firefox-b-ab&sa=X&ved=2ahUKEwiyyJaj6tvqAhVKT98KHVH8Da8QsAR6BAgKEAE&biw=1280&bih=647](https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk00uf_ILeAv1Vm2Oo8L5NvFVf-h3XQ:1595248101149&source=univ&tbm=isch&q=Clasificación+de+los+elevadores+de+cargas&client=firefox-b-ab&sa=X&ved=2ahUKEwiyyJaj6tvqAhVKT98KHVH8Da8QsAR6BAgKEAE&biw=1280&bih=647)

## ANEXOS

