

# “Diseño de un Sistema para Despaletizar Botellas”

David Álvarez Marín<sup>(1)</sup>, Ernesto Martínez Lozano<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Estudiante egresado de Ingeniería Mecánica,

<sup>(2)</sup>Director de Tesis, Profesor FIMCP

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

<sup>(1)</sup>[david\\_r\\_am@hotmail.com](mailto:david_r_am@hotmail.com), <sup>(2)</sup>[emartinez@gu.pro.ec](mailto:emartinez@gu.pro.ec)

## Resumen

*En presente trabajo se diseñó un sistema despaletizador de botellas de cerveza con el fin de abastecer la demanda del mercado nacional, la empresa cervecera lanzará una nueva presentación del producto debido a que la competencia ya está en el mercado consumidor. El principal problema de comprar un despaletizador en el exterior, son los altos costos tanto de la importación como del mantenimiento ya que las piezas son importadas, y requiere de mucho tiempo. Por ello se requiere la construcción del despaletizador sencillo, fácil de operar, aprovechando materiales, partes y elementos que podemos encontrar en nuestro medio para de esa manera reducir estos costos de importación y ayudar al crecimiento de la industria dentro de nuestro país. En base a los mecanismos conocidos se plantea un diseño tanto de la estructura como del movimiento mediante poleas, engranes y selección de cojinetes que son fáciles de construir, adquirir y también para su posterior mantenimiento. Esta máquina será construida en la ciudad de Guayaquil por la cual contribuirá a la economía, producción y desarrollo industrial siendo fabricada en un taller metalmecánico. De esta manera se evita el envío de divisas al exterior y creando nuevas fuentes de empleo*

**Palabras Claves:** Despaletizador de botellas diseñado y construido en Ecuador.

## Abstract

*In this paper was designed a beer bottle depalletizer to supply the domestic market demand, the beer company will launch a new product presentation because the competition is already in the consumer market. The main problem with buying a depalletizer abroad is the high costs of both imports and maintenance due to the parts are imported, and it takes to much time. Therefore requires the construction of a simple depalletizer, easy to operate, building materials, parts and components that can be found in our industrial market for these thus reducing import costs and helping the develop of the industry within our country. Based on known mechanisms design arises from the structure and the movement of pulleys, gears and bearings selection are easy to build, acquire, and also for subsequent maintenance. This machine will be built in the city of Guayaquil which will contribute to the economy, industrial production and development being made in a metalworking shop. This avoids sending foreign currency abroad and creating employment.*

**Keywords:** Bottles depalletizer designed and built in Ecuador

## 1. Introducción

El propósito general de esta tesis es de diseñar un sistema despaletizador para botellas al granel para la compañía Cervecera que permita que las botellas recibidas de parte del fabricante de botellas y que se reciben en palets, pasen directamente a la línea de embotellado sin ser encajonadas.

Con la necesidad de mantenerse en el mercado esta compañía lanzo al mercado un nuevo formato de su producto (cerveza) debido a que la competencia introdujo una presentación similar, por lo que se

presentaron problemas al realizar el embotellado de este envase debido a la cantidad de envases requeridos. Se requiere de muchas personas y de mucho tiempo para colocar las botellas de este nuevo envase en la línea de embotellado.

El presente trabajo demostrará la viabilidad tanto técnica, como económica y financiera de la construcción de un despaletizador con materiales, partes y elementos, que podamos encontrar en el mercado nacional para disminución de los costos de las importaciones y el tiempo que requiere para posteriores repuestos o mantenimientos.

## 2. Generalidades

Las máquinas de despaletizado son muy importantes en la industria del envasado y producción en línea de botellas de bebidas como agua, gaseosas, jugos, bebidas energizantes y licores.

Para esto se requiere un proceso semi-automatizado o completamente automatizado pues de otra forma los costos de estas bebidas serían elevados para ser pagados por el consumidor final. El tipo de máquina que se utiliza varía dependiendo del material de la botella y la capacidad de producción que el cliente requiere en acorde a la demanda en el mercado.

Actualmente todas las industrias más importantes del mundo de producción de bebidas, cuentan con sistemas semi-automáticos, automáticos o robotizados tanto para su despaletizado como su envasado y embalaje del producto. De esta manera reducen sus costos en mano de obra y aumentan su producción ya que las maquinas realizan el trabajo autónomamente.

El proyecto que se, tiene como objetivo diseñar un sistema de despaletizado para botellas al granel. El problema radica en que se requiere un proceso semi-automático para la alimentación de botellas de 225cm<sup>3</sup> de capacidad, a una línea ya existente debido a que actualmente se realiza este proceso de despaletizado y encajonado pero de forma manual por lo que se requiere reducción de costos tanto en la mano de obra como en el tiempo empleado por botella paletizada.

Adicionalmente otro problema radica en que este tipo de máquinas son construidas en el exterior por lo que su importación, instalación, puesta a punto y posteriores mantenimientos son muy costosos tanto por el tiempo de espera como en el precio de transportación y los impuestos de desaduanización.

Hasta ahora no existe un proveedor de este tipo de máquinas a nivel nacional la cual facilitaría la demanda del cliente.

### 2.1 Importancia y Justificación

En el año 2000 se instala una nueva empresa cervecera en nuestro país debido al gran crecimiento en el consumo de este producto que según los datos de la CCN (Compañía de Cervecerías Nacionales), desde 1983 hasta el 2003, el promedio de consumo de cerveza anual por persona fue de 28 litros, cifra muy baja si la comparamos con la de Francia (41 litros por habitante), los Estados Unidos (64 litros), Suiza (77 litros), Dinamarca e Inglaterra (90 litros cada uno).

Con esto se prueba que el consumo de cervezas a nivel nacional va en aumento en acorde al crecimiento demográfico, por lo que se requerirá posteriormente ampliaciones en la planta de producción y por ende, la utilización de este tipo de maquinas automáticas o semi-automáticas.

## 2.2 Alternativas de Solución

Entre las alternativas que se plantean es la adquisición del mecanismo en el exterior o su fabricación en un taller de metalmecánica en el país acorde a la producción necesaria de botellas por hora requeridas por el cliente. También se hará una comparación con el sistema actual que tiene la empresa, esto es, el sistema de encajonado manual.

### 2.2.1 Comprar el Mecanismo

El precio de este mecanismo despaletizador tiene un costo que oscila desde los 52.000€ para una capacidad de 2000 botellas por hora es decir desde los \$ 68.500 que no incluyen los costos de desaduanización, instalación y puesta punto del mecanismo. El costo total del mecanismo traído e instalado para la producción requerida por el cliente sería de \$ 120.000

### 2.2.2 Diseño y Construcción del Mecanismo

Este mecanismo producido en el país con los materiales que tenemos a nuestro alcance tanto para su realización y para su mantenimiento debe tener un costo de \$ 45000 ya que son materiales que podemos encontrar en el mercado, tanto como para su estructura, fabricación de engranajes, rodamientos, rodillos, motores y controles eléctricos.

## 3. Diseño del Sistema de Despaletizado

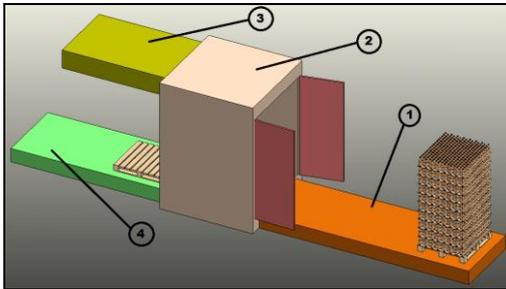
Una vez hecho el requerimiento, para nuestro diseño consideramos los siguientes factores:

- *Capacidad de la Máquina:* Nuestra máquina a diseñar se requiere una alimentación de 45.000 botellas por hora a la línea de producción.
- *Dimensiones y peso del pallet:* El pallet que contiene las botellas recibidas de la fábrica de botellas de vidrio, que es la materia prima para la máquina, viene con un forro de plástico y sujetado con amarres o zunchos. Su base es de 1.00 m x 1.20 m y de altura 1.90 m. Tiene diez pisos de botellas y en cada uno hay 233 botellas. El peso de este es de 480 Kg y hacen un total de 2330 botellas en todo el pallet.
- *Tipo de ensamblaje:* El ensamblaje a utilizar es de tipo desmontable, es decir empernada, ya que es de fácil y rápido montaje para posteriores mantenimientos.

### 3.1 Partes Constitutivas del Sistema

El despaletizador se compone de las siguientes secciones que se explican las acciones de cada una:

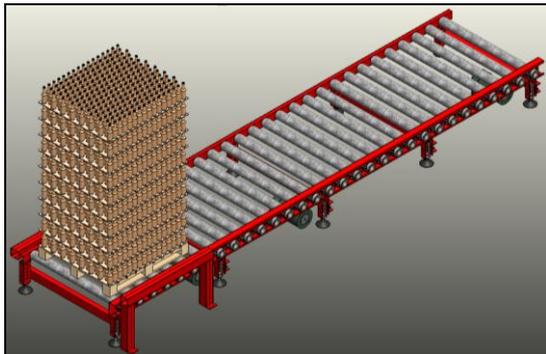
- Alimentación de las Botellas en Pallets (1).
- Elevación del Pallet (2).
- Barrido de las Botellas (3).
- Recolección del Palet vacío (4).



**Figura 1.** Sistema de despaletizado.

#### 4. Alimentación de las Botellas y Pallets

Esta es la parte inicial del proceso que comprende la base con rodillos donde se va a transportar el pallet, los piñones y cadenas con las cuales estarán conectados los rodillos y el sensor para detener o avanzar para alimentar a la máquina según su estado de ocupación.



**Figura 2.** Alimentación de Pallets.

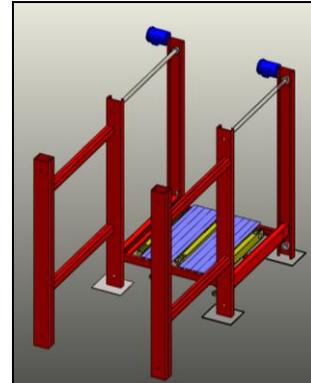
La carga a transportar por cada pallet es de 480 Kg, los cuales se repartirán en los rodillos donde se asentarán para su transporte. Los rodillos seleccionados son tubos galvanizados debido a su protección contra la corrosión y libre de mantenimiento. Estos rodillos estarán asentados en dos perfiles estructurales G, que contendrán a los piñones y cadenas que impulsaran el pallet hacia la alimentación del despaletizador.

#### 5. Elevación del Pallet

El pallet se eleva a medida que cada piso de botellas es empujado hacia la línea de producción, se retira el cartón que separa cada fila de botellas y luego de retirar todas las botellas, el pallet vacío desciende e ingresa a una zona de acumulación donde se

almacenaran temporalmente hasta ser retirados por el monta-carga.

Este sistema requiere de mucha precisión, rapidez y cuidado para el producto.



**Figura 3.** Elevación de Pallet.

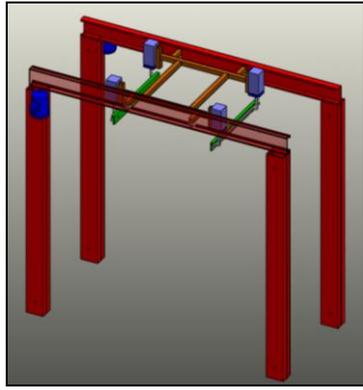
El sistema de elevación comprende la base que hace entrar el pallet al sistema y el movimiento de cada fila a medida que se hace el barrido. Esta base que comprende piñones y cadenas donde se apoyará el pallet para ingresar al sistema, tienen los mismos componentes que el sistema de transporte de pallets.

La distancia que recorre el elevador es diez veces la altura de una botella (190mm), pero se considera esto un poco mayor puesto que este sistema no solo servirá para un tipo de botellas sino para el tipo de botellas que desee el cliente, siempre y cuando este en los parámetros establecidos de peso y dimensiones.

Para el descenso se considera que la velocidad de retorno tiene que ser lo más rápido para continuar con el siguiente pallet. El único peso que tiene el sistema cuando hace el descenso es el del pallet vacío que no se lo considera ya que su valor es muy pequeño en comparación con el peso de las botellas al granel para el cual el sistema está diseñado.

#### 6. Barrido de las botellas

Se empuja cada fila de botellas hacia un transporte. Primero se bajan compuertas accionadas electro-neumáticamente, seguido se lo desliza sobre una superficie para luego soltarlo y descargarlo en el transporte hacia la lavadora.



**Figura 4.** Barrido de Botellas.

Para nuestro diseño del sistema de barrido consideramos los siguientes factores:

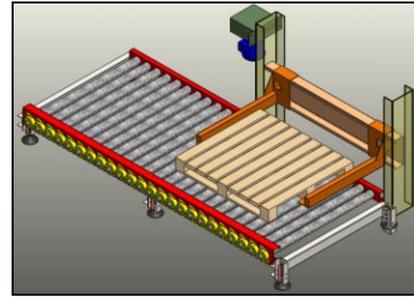
- *Peso de cada línea:* Cada línea posee 233 botellas ya que cada botella tiene un peso de 200 g por lo que el peso a transportar sería de 46.6 Kg por línea de barrido
- *Empuje de diseño:* Con la carga que se va a mover se calcula la fuerza mínima necesaria que se debe de tener para empujar las botellas de vidrio al granel.
- *Velocidad de barrido:* Para el cálculo de este valor se toma en cuenta el tiempo que se necesita para mover las botellas que es de 8 segundos por línea, y su desplazamiento es el ancho de cada línea, es decir 1100 mm; por lo que la velocidad que se debe de usar es de 137.5 mm/seg.
- *Velocidad de retorno:* La velocidad de retorno puede ser más rápida que la de barrido pues no posee carga alguna para el mismo desplazamiento de 1100mm y se requiere disminuir el mayor tiempo posible. La velocidad asumida fue de 250mm/seg es decir que el tiempo que tarda en regresar es de 4.4 seg.

El sistema de barrido se compondrá de:

- Sistema neumático para sostener
- Sistema de arrastre mediante banda y polea sincrónicas.

## 7. Recolección del palet vacío

El almacenamiento de cada palet vacío se lo hace en la parte posterior de la máquina debido al espacio que se tiene para montar el equipo y se los apila para que luego un operador pueda recogerlo con un montacargas.



**Figura 5.** Recolección de Pallets Vacíos.

## 8. Resultados

Una vez diseñado el sistema, se consideró un tiempo de fabricación de 55 días laborables que incluye los pedidos de materiales y de pre-fabricación de elementos para luego proceder con su ensamble y puesta a punto en taller.

## 9. Conclusiones

- ❖ Se puede concluir que con el presente trabajo, fue posible diseñar un sistema para despaletizar botellas para posteriormente fabricarlo en nuestro país.
- ❖ Esto hace que se genere nuevas fuentes de trabajo en nuestro medio, así como evitar la salida de divisas al exterior con los impuestos, lo cual elevaría aún más el costo de la importación de un sistema como de este tipo y estas capacidades.
- ❖ Este trabajo aporta al desarrollo del país ya que se demuestra que con los conocimientos obtenidos y capacidad investigativa, se puede construir sistemas y máquinas dentro del país, lo que contribuye con su desarrollo y crecimiento económico e independencia de los países del primer mundo.
- ❖ Este trabajo aporta a la posibilidad de realizar otro trabajo similar respecto al sistema de encajonado posterior a la salida del embotellado en la línea de producción.
- ❖ Si el cliente necesitare utilizar este sistema para otro tipo de materia prima que este caso son los pallets con las botellas pero de otros tamaños y dimensiones, se tendrá que calibrar la máquina según la medida de las nuevas botellas y por consecuencia la velocidad en botellas por minuto variará acorde a esta calibración.

## 10. Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que ayudaron de alguna u otra forma a realizar este proyecto de graduación, en especial al Ing. Ernesto Martínez, Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

## 11. Referencias

- [1] JOSEPH E. SHIGLEY, Diseño en ingeniería Mecánica, Mc Graw Hill, Sexta Edición, México, 2002, pág. 94 a 254.
- [2] MARTIN SPROCKET & GEAR, Catalog 1090, U.S.A., 1992, pág. E1 a E92.
- [3] FESTO DIDACTIC, Introducción a la Neumática, U.S.A., 1992
- [4] FESTO DIDACTIC, Introducción a la Electroneumática, U.S.A., 1992
- [5] NTN CORPORATION, Catalogo de Rodamientos, NTN Co, 2004.
- [6] [http://www.mecanizadosvillarreal.com/71128\\_es/Automatizaci%C3%B3n-de-sistemas-de-transporte-pesado/](http://www.mecanizadosvillarreal.com/71128_es/Automatizaci%C3%B3n-de-sistemas-de-transporte-pesado/)