

# Mejora continua en el mantenimiento de una línea de producción para una fábrica de productos alimenticios

<sup>(1)</sup>Christian Hidalgo,

<sup>(2)</sup>Msc. Víctor Guadalupe.

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Gustavo Galindo, Km. 305 Vía Perimetral, Área de Tecnologías Edif. 37 2do piso

Guayaquil, Ecuador

<sup>(1)</sup>cphidalg@espol.edu.ec,

<sup>(2)</sup>vguadalu@espol.edu.ec.

## Resumen

*La línea de producción tiene como objetivo trabajar con un rendimiento mínimo del 88% en cada semana que esté programada para fabricar. El problema es que no está cumpliendo con la producción requerida por la dirección de la empresa, inclusive ha llegado a tener solo un 65% de rendimiento total. Los indicadores del sistema de la empresa SAM detallan que el mayor impacto que causa el incumplimiento es por paros técnicos. Esta situación es analizada por el departamento técnico que ve la necesidad de implementar una o varias mejoras en el proceso de mantenimiento. Como breve descripción de la línea de producción tenemos que es para envasado de botellas con líquido de alta temperatura y característica viscosa donde pasa por varias etapas como lavado, taponado, etiquetado hasta obtener un producto terminado. Esta industria además de aquello se dedica a la fabricación y comercialización de productos alimenticios como chocolatería, semielaborados, culinarios y salsas frías. La metodología de trabajo consiste en realizar un diagnóstico inicial de las máquinas que conforman la línea de producción para determinar cuáles son las partes críticas que generan el paro técnico y de manera precisa seleccionar los trabajos que podrán ser realizados en las cuatro semanas que está programado para el mantenimiento. El objetivo que se busca al iniciar el arranque de la producción, es elevar el rendimiento de la línea de producción y mantenerlo constante. El presente estudio está direccionado a líneas de envasado de productos alimenticios pero el enfoque de mejora continua es aplicable en todos los aspectos técnicos y más aún en problemas repetitivos.*

**Palabras claves:** Análisis de paros, mano de obra improductiva, impactos de mejoras.

## Abstract

*The production line aims to work with a minimum yield of 88% each programmed week. The problem is that there is no fulfillment with the required production by the Company's Directive, it also got to have only a 65% of total production. The system indicators of SAM Company detail that the greatest impact reason of the non fulfillment are the technical stoppages. This situation is analyzed by the technical department, which observes the necessity of establish one or several improvements in the maintenance process.*

*As a brief description of the production line, we can say is for bottling of high tempered liquid and viscose characteristic which goes through various steps such as washing, capping and labeling to obtain the end product. Besides, this industry is also dedicated to manufacture and trade food products as chocolate, semi manufactured culinary and cold dressings. The working methodology consists in making an initial diagnosis of the machines, which are the structures of the production line to determine which are the critical parts producing the technical stoppages and an accurately selection of the work to be done in the four weeks scheduled for maintenance. The desired object in the moment that starts the production is to increase the performance of the production line and keep it constant. This research is directed to packaging lines of foodstuffs, but the approach of continuous improvement is applicable in all technical aspects and even more in repetitive problems.*

**KEYWORDS:** Analysis of stoppages, unproductive manual labor, improvement impacts.

## 1. Introducción

Está en las manos de cada colaborador de una empresa sin importar la posición o la función que realiza; ser competitivo y hacer competitivo a su lugar de trabajo, todo para un mismo fin; rentabilidad y sostenibilidad. Para formar parte de una de las políticas corporativas de la empresa que es la disponibilidad de los productos, el Departamento Técnico tiene como objetivo principal la mejora del rendimiento de una línea de producción en la que consta de: llenadora, taponadora, etiquetado. Que lo que el negocio programe en la producción, sea entregado al mercado en su totalidad, el buen desempeño de la fábrica involucra a diario a todos los miembros de los departamentos tanto Fabricación, Aseguramiento de la Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Departamento Técnico.

En el actual artículo solo se va a detallar lo que el equipo técnico va a realizar en el mantenimiento de mejora y los resultados obtenidos. Debido a las exigencias del mercado como el requerimiento de los productos y calidad de los mismos, hacen que el proyecto de mantenimiento tenga un tiempo de ejecución retador, es así que se ve la necesidad de priorizar de manera técnica los trabajos que se van a realizar en cada una de las máquinas que componen la línea de producción, el enfoque de eliminar de raíz los problemas mecánicos que se han venido dando en las máquinas con más índice de paros. Concluyendo este mantenimiento de mejora se pretende ver como resultado no solo acciones correctivas y preventivas en cada uno de los equipos, también la mejora en beneficio del personal de fabricación en lo que respecta a su seguridad física, al departamento técnico en adquirir más experiencia en envasado de productos alimenticios y a fortalecer los conocimientos de operadores de producción.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

- Mejorar el rendimiento de la línea de producción de líquidos viscosos introduciendo mejoras en sistema.

### 2.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual, determinar los problemas y plantear soluciones.
- Elaborar un programa de mejora y un plan de mejora.

## 3. Metodología

La metodología con se va a realizar el trabajo de mantenimiento tiene cuatro pasos:

- Exploración del área en su punto inicial.
- Análisis de maquinaria.
- Escoger de manera técnica los puntos críticos a ejecutar.
- Ejecución y seguimiento

### 3.1. Punto inicial

En el gráfico 1 se muestra las columnas de rendimiento medido en semanas de la línea de producción desde Enero hasta Junio del presente año, la línea verde horizontal superior es el objetivo del rendimiento y la última columna es el promedio general.

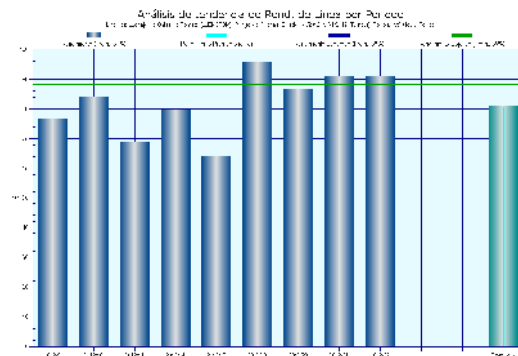


Gráfico 1. Análisis de tendencia inicial

### 3.2. Análisis de maquinaria

A pesar de que la línea tiene varias máquinas que la componen, es registrada en el sistema de administración de la empresa SAM con un solo código, como se observa en el gráfico 1 la línea de producción no cumple con el objetivo de rendimiento, este resultado es analizado por todos departamentos de la organización para su respectivo plan de acción. El equipo técnico desglosa los datos registrados y observa que la falla de sistema mecánico tiene el más alto índice de paros (Gráfico 2). En este mismo diagrama de Pareto se registra los paros de reflejo, esto se explica cuando alguna parte de la línea se avería y genera un paro parcial o total como por ejemplo una banda transportadora o como puede ser la máquina de etiquetado.

Para elevar el rendimiento el equipo técnico se enfocará en los problemas críticos existentes en cada una de las máquinas, priorizar y a su vez introducir una mejora en alguna de ellas.

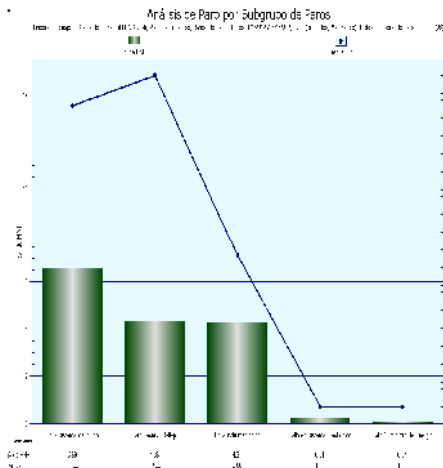


Gráfico 2. Análisis de paro por subgrupo

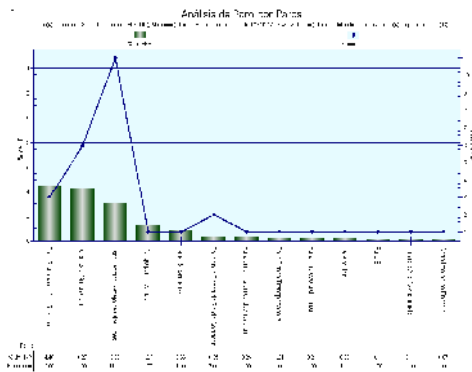


Gráfico 3. Análisis de paro por paros

En el gráfico 3 se puede observar los paros desglosados del gráfico 2, la falla en el sistema de dosificación que pertenece a la máquina llenadora es la columna más alta junto al desajuste calibración. Los paros de reflejos hacen referencia al área de etiquetado que comprende túnel de enfriamiento y termoformado que son equipos importantes. Esta segunda columna de calibración es estimada para todas las máquinas, esto quiere decir que si la llenadora esta en óptimas condiciones pero la etiquetadora tiene un problema con la calibración es anexada a esta columna de falla. Cuando una máquina se descalibra es por los siguientes motivos:

- En un cambio de formato es necesario mover ciertos componentes, que al no estar bien posicionados genera falla en la máquina, como por ejemplo falla en sistema de dosificación (grafico 3).
- Falla o desgaste de algún componente de la máquina.

La línea de producción siempre va estar expuesta a cambios de formatos y si no se lo realiza bien podría generar otras múltiples fallas entonces se deduce que

si se tiene un control versátil en las máquinas llenadora y etiquetadora se podría:

- Calibrar con seguridad física.
- Ayudaría a los operarios que recién empiezan a manejar los equipos de la línea y a los operarios con más experiencia una mayor precisión en calibrar.
- Una mejor visión al momento de detectar fallas eléctricas o mecánicas.
- Menor tiempo de calibración.

El tiempo programado para el mantenimiento de mejora, es de cuatro semanas, en la que incluye pruebas en las máquinas. Por ser un corto periodo el grupo técnico ponderó un equipo para introducir una mejora, esto no quiere decir que las demás máquinas no serán puestas en mantenimiento, ciertas tareas serán realizadas por terceros y supervisadas por los técnicos según un programa de mejora creado para este mantenimiento.

Debido a los paros continuos que se ha venido dando en la llenadora de botellas se escogió la misma para realizar cambios con el fin de eliminar lo siguiente:

- La dificultad de operar
- Componentes defectuosos
- Mano de obra improductiva

En todas las máquinas existen los microparos, pero cuando son continuos la sumatoria de estos se resume en tiempo muerto anexándolo al sistema como paro técnico; en la llenadora los microparos se ocasionan por la caída de botellas debido al deterioro de la banda de arrastre; se produce con una suerte de domino por manipulación, vibración y velocidad de la máquina, gracias a esto se genera desperdicio de producto terminado; porque al caer las botellas el líquido inyectado se derrama por los bordes, en este caso el microparo es la limpieza y puesta en orden las botellas causando también lo siguiente:

- Desperdicio de botellas.
- Desperdicio de producto.
- Riesgo de quemadura.
- Aumento de mano de obra

## 4. Resultados

En lo que respecta al aseguramiento de la calidad del producto siendo parte del programa de mejora, se procede a reemplazar el bloque dosificador con un material de las siguientes características:

Acero inoxidable 304 (UNS S30400).

- Descripción: éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidables de la serie 300. Tiene excelentes propiedades

para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

- Usos: sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

Por la versatilidad de este acero inoxidable los demás componentes como boquillas y tubos conectores, son construidos con este mismo material. Con el nuevo bloque dosificador se obtendrá:

- El aseguramiento de calidad del producto.
- Mejor funcionamiento y regulación de caudal en proceso de llenado.

La llenadora (Fig.1 y fig.2) es modificada en su estructura; la ventaja en esta nueva forma de dosificar es que el cambio de formato será en menos tiempo por lo que solo se necesitaría regular la altura de las boquillas de llenado comparado con que antes se tenía que regular toda la máquina, se aprovecharía el periodo ganado para realizar pruebas o concluir con algún trabajo de mantenimiento.

Los cilindros neumáticos serán los que comanden la posición de las botellas al momento de llenado y ya no la banda de arrastre, para esto se tomó la decisión de girar 90° la máquina, eliminar ciertos componentes y colocar una banda transportadora de 90° con mesa giratoria al inicio para colocar las botellas vacías. Se puede regular los cilindros neumáticos dependiendo del tamaño de las botellas y velocidad de llenado.

El grupo de mantenimiento pudo comprobar que la llenadora puede trabajar a más golpes que el estándar que es entre 5 a 7 golpes por minuto.

Con el cambio de banda tipo transportadora se elimina el total de microparos y derrame de producto terminado.



Fig.1. Llenadora (antes)

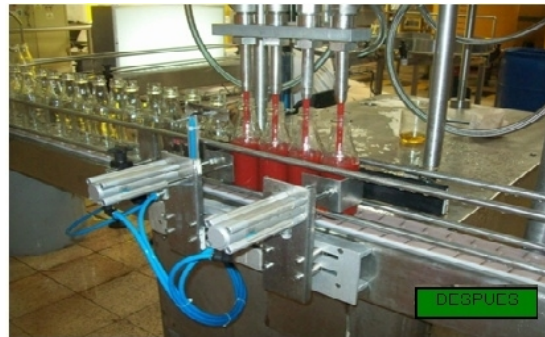


Fig.2. Llenadora (actual)

#### 4.1 Plan de mejora

Para mantener el rendimiento de la línea se tiene como punto las inspecciones. Son órdenes programadas que duran dos semanas en la cual se puede efectuar mientras la línea de producción trabaja. Serán modificadas para verificar los siguientes puntos.

Revisión de componentes en posicionamientos de referencia en sistema de dosificación (poke-joke).

Reportar ruidos extraños en cualquier parte de la línea independientemente de quién es el responsable de la máquina.

De los resultados de las inspecciones, se va generar mantenimientos preventivos en la semana o días que no produzca la línea.

Asegurar que al inicio de producción no tenga problemas técnicos. Como puntos principales para un buen desempeño desde el arranque de las máquinas, en mantenimiento preventivo se tendrán que revisar los siguientes puntos de las tablas 1 y 2 en el caso de que no haya nada crítico que atender.

**TABLA 1.** Plan de mejora de llenadora

| Llenadora   |  |  |
|-------------|--|--|
| Componente  | Descripción  | Revisión   |
| eje-pasador | Eje que une plato giratorio con leva, ambos componentes tiene una guía en donde el eje alinea a los dos platos | Eje en buen estado. Si ha habido varias roturas se tiene que revisar la presión de los cilindros |
| Embolos     | Embolos de los cilindros de dosificación   | ajuste de presión de los orines para evitar goteo  |
| sensores    | sensor de llenado y sensor de cilindros neumáticos   | Revisión de calibrado y ajuste para evitar paros en calibrar al arranque.                        |
| empaques    | empaques de los caños dosificadores  | en buen estado para evitar fugas   |

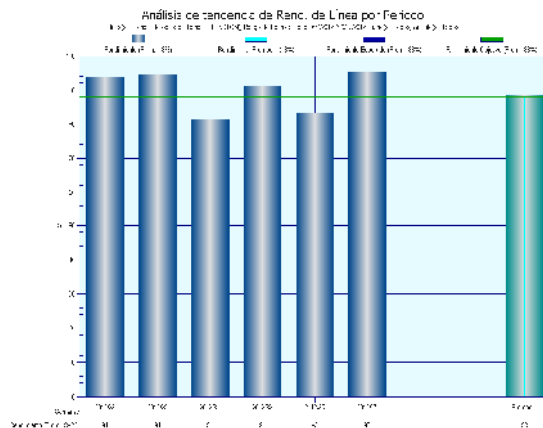
**TABLA 2.** Plan de mejora de llenadora

| Etiquetadora                   |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| Componente                     | Descripción   | Revisión   |
| Engomadora                     | Sistema de engomado   | Giro libre de tambor   |
| Carrusel                       | Carrusel de botellas a etiquetar  | centrado con respecto a martillo   |
| Cilindro neumático             | Formador de etiquetas   | centrado y regulado con respecto a carrusel                                |
| Ejes de acoplador de etiquetas | Ejes donde se monta el componente de poliuretano  | Ajuste de todo el sistema mecánico junto a revisión de levas y seguidores. |
| Separador de botellas          | Sistema mecánico de ruleta para que las botellas entren al etiquetado de forma separada | Regulación dependiendo del formato   |

Para un seguimiento de la línea de producción como alternativa esta la tabla de eficiencia global, servirá para el análisis de disponibilidad, producción y calidad.

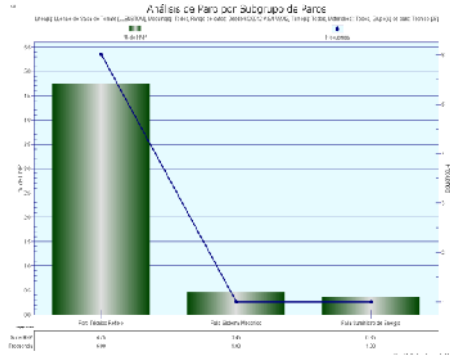
**TABLA 3.** Calculo de eficiencia

| Calculo de eficiencia global    | Cod.                    | semanas |   |   |   | Total |
|---------------------------------|-------------------------|---------|---|---|---|-------|
|                                 |                         | 1       | 2 | 3 | 4 |       |
| Tiempo total Min                | A                       |         |   |   |   |       |
| Tiempo de paros planeados min   | B                       |         |   |   |   |       |
| Tiempo disponible Min           | $C = A - B$             |         |   |   |   |       |
| Tiempo de paros no planeados    | D                       |         |   |   |   |       |
| Tiempo de operación min         | $E = C - D$             |         |   |   |   |       |
| INDICE DE DISPONIBILIDAD        | $F = E / C$             |         |   |   |   |       |
| Producción Total (Unidades)     | $G = Buena + K$         |         |   |   |   |       |
| Producción técnica (unid/min)   | H                       |         |   |   |   |       |
| Producción Técnica unidades     | $I = E * H$             |         |   |   |   |       |
| INDICE DE PRODUCCION            | $J = G / I$             |         |   |   |   |       |
| Producción rechazada unidades   | K                       |         |   |   |   |       |
| INDICE DE CALIDAD               | $L = (G - K) / G$       |         |   |   |   |       |
| EFIC TOTAL (porcentaje)         | $ETE = F * J * L * 100$ |         |   |   |   |       |
| <b>Paros no planeados (min)</b> |                         |         |   |   |   |       |
| Ajuste, calibración             |                         |         |   |   |   |       |
| Falta de personal               |                         |         |   |   |   |       |
| Falta de materiales de empaque  |                         |         |   |   |   |       |
| Falta de materia prima          |                         |         |   |   |   |       |
| Averías Mecánicas               |                         |         |   |   |   |       |
| Fallas eléctricas               |                         |         |   |   |   |       |
| Falta de vapor                  |                         |         |   |   |   |       |

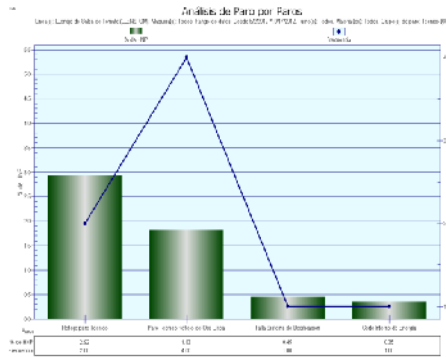


**Grafico 4.** Rendimiento actual

El rendimiento actual (grafico 4) es medido desde Junio a Septiembre, al igual que los gráficos anteriores, las columnas están medidas semanas y la última columna es el promedio de todas.

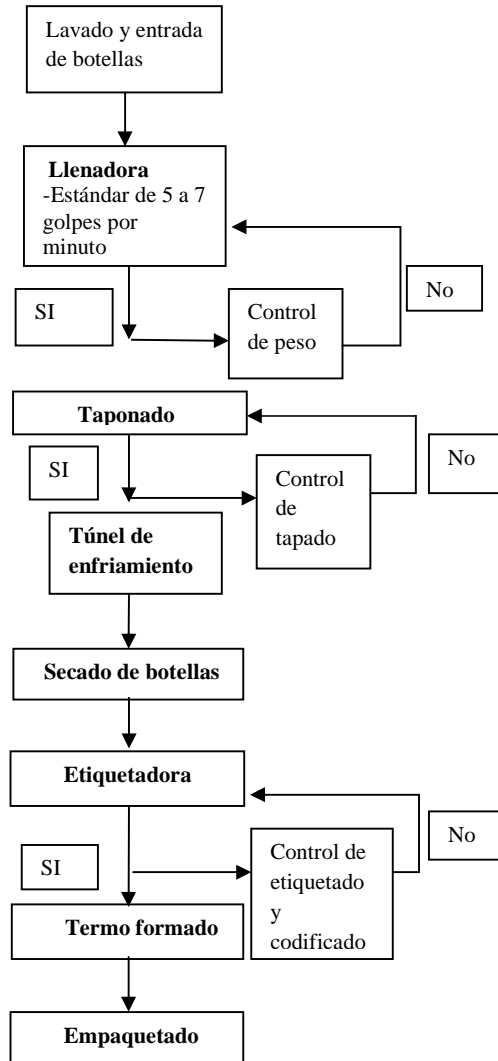


**Grafico 5.** Análisis de paros por subgrupos



**Grafico 6.** Análisis de paros por paros

La falla en el sistema de dosificación ha bajado en su porcentaje de paro (grafico 5), pero como oportunidad de mejora esta la columna de reflejos (grafico 6). Se refiere a la taponadora y al túnel de enfriamiento.



**Diagrama de línea de producción**

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones:

El objetivo de las mejoras realizadas en el mantenimiento se está reflejando en el grafico 4 de manera positiva, no solo como indicador sino también se refleja en la estética y la mejor manera de operar las máquinas como es el caso de la etiquetadora con un control digital en la que se tiene doble marcha y control eléctrico y neumático del área de etiquetado. Llevar un programa de mejora en un mantenimiento resulta muy beneficioso para realizar la gestión y control de los trabajos. Del diagnóstico inicial se tiene que direccionar los trabajos a terceros y propios del departamento para poder agilizar todo el conjunto del proyecto de mejora.

Los planes de mejora ayudaron a mantener la línea de producción con buen rendimiento, pero cabe recalcar que el seguimiento servirá para evitar daños

graves y seguir analizando las oportunidades de mejora que se presenten a lo largo del tiempo.

## 5.2. Recomendaciones:

Existen varias maneras de transportar las botellas en una línea de producción, en el caso del túnel de enfriamiento por el reducido espacio y el alto costo de un proyecto inicial, no se pudo realizar el cambio de sistema de enfriamiento. Es recomendable que se modifique en su totalidad la manera de transportar dentro del túnel, el riesgo aún es latente para los colaboradores. Además el sistema de tuberías de agua tiene una instalación compleja, cuando se presente un proyecto de mejora para el túnel se tiene que tener en consideración una mejor instalación de los caños y sistema de bombeo.

Se realizaron pruebas para el empuje de botellas hacia el túnel, pero no fueron eficientes. Actualmente se presento una idea para aquello, es de manera neumáticamente, se ha realizado pruebas y ha funcionado correctamente, las botellas no se caen al entrar al túnel.

La idea en la tapadora era hacer pruebas con una taponadora neumática. Es recomendable este sistema por lo que actualmente es dificultosa la calibración y además de eso cuando alguna botella o tapa no tiene las especificaciones existe desperdicio no solo de tiempo sino también de recursos.

Es necesario realizar una modificación al apilador de etiquetas en la máquina etiquetadora que por falta de tiempo no se concreto.

Se detecto una falla de alineamiento entre el carrusel y leva de accionamiento de brazos, un detalle muy importante que se tendrá en cuenta en el próximo mantenimiento de mejora. Como recomendación dar seguimiento a los cauchos sujetadores de botellas; su desgaste podría traer paros técnicos por lo que la presión de los brazos contra las botellas no está centro.

## 5.3. Bibliografía

- Japan Institute of Plant Maintenance, 1989
- <http://productionlines.blogspot.com/>
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/2827/1/41768-1.pdf>
- <sup>1</sup> GARRIDO, Santiago García, *Organización y gestión integral de mantenimiento*, España, Ed. Díaz de Santos, 2003, P. 19.
- <http://www.conductitlan.net>
- <http://www.guiaenvase.com>
- [www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)