

# Plan de Mantenimiento Predictivo en una Línea de Llenado para Detergente Concentrado Líquido

A. Velástegui<sup>(1)</sup>, E. Martínez<sup>(2)</sup>  
Ingeniero Mecánico<sup>(1)(2)</sup>

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Campus Gustavo Galindo Km. 30,5 Vía Perimetral  
Guayaquil, Ecuador  
dvelaste@espol.edu.ec<sup>(1)</sup>, emartine@espol.edu.ec<sup>(2)</sup>.

## Resumen

*En esta tesis de grado se presenta la elaboración de un “Plan de Mantenimiento Predictivo en una Línea de Llenado para Detergente Concentrado Líquido”, enfocado a brindar una guía confiable de los tipos y frecuencias de mantenimiento para dichos equipos. El control de este mantenimiento será realizado por los propios operadores de la línea y supervisado por el departamento de mantenimiento.*

*Mediante la observación se identificó los equipos involucrados directa e indirectamente con la línea de producción; y de esta manera se comenzó a detallar las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales técnicos de cada equipo, complementado además por las sugerencias de los operadores de la línea, técnicos del departamento de mantenimiento de la empresa y compañías especializadas del medio.*

*Todo este análisis finalizó con la elaboración del plan diario, semanal y mensual de mantenimiento predictivo de los equipos críticos directa e indirectamente involucrados con el proceso productivo, el mismo que incluye tres actividades principales que son: la inspección, limpieza y mantenimiento general periódico de los mismos. Estas actividades permitirán mantener un correcto funcionamiento y alargamiento de la vida útil de los equipos críticos determinados.*

**Palabras claves:** *mantenimiento predictivo, frecuencia.*

## Abstract

*In this thesis we show how to make a “Predictive Maintenance Plan on Filling Line for Liquid Detergent Concentrate”, focus on give you a dependable guide about types and frequency of equipment maintenance. The control of this will be made by operators of the line and supervised by maintenance department.*

*Equipment involved directly and indirectly with production line, was identify by observation; by this way we start to detail maintenance frequency suggested by technique manuals of each equipment, also supplementing by line operators suggestions, technical of maintenance department of the company and specializes companies.*

*All this analysis concludes the elaboration of a daily, weekly and monthly plan of predictive maintenance of critical equipment. This plan includes three principal activities: inspection, cleaning and a general periodic maintenance. This activities will maintain a well functioning and extend the useful life of the equipments.*

**Keywords:** *predictive maintenance, frequency.*

## 1. Planteamiento del problema

El proceso de llenado del detergente concentrado líquido, se desarrolla (en etapas): Posicionado, Llenado, Tapado, Pesado, Etiquetado, Codificado, Revisado, Encartonado y Paletizado.

Mucha de la maquinaria existente es nueva; pero el uso constante, descuido en limpieza y falta de revisión hace que pequeños problemas acarreen averías, alterando la producción normal de la línea.

Los chequeos rutinarios por parte del departamento de mantenimiento resultan casi imposibles por la cantidad de maquinaria existente en la planta y por el poco personal en este departamento.

El mantenimiento actual en la empresa está caracterizado por la búsqueda continua de tareas que permiten eliminar o disminuir la ocurrencia de fallas imprevistas y/o reparaciones. En su gran mayoría, los trabajos que se ejecutan, son sólo reparaciones menores o locativas tendientes a recuperar la operatividad de los equipos, dado que no existe un cronograma o un plan diario, semanal y mensual programado de los mantenimientos predictivos necesarios para los diversos equipos.

De ejecutarse correctamente un programa de mantenimiento diario, semanal y mensual predictivo, a no dudar se logrará:

- Maximizar la productividad esperada y por ende la rentabilidad proyectada.
- Garantizar continuidad en los procesos productivos.
- Asegurar la calidad de los productos.
- Cumplir con el programa de producción establecido.
- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso.

## 2. Objetivos generales

Elaborar un plan diario, semanal y mensual de mantenimiento predictivo de los equipos de la línea de llenado de detergente concentrado líquido, controlado por el operador de la línea y supervisado por el departamento de mantenimiento de la empresa; basados en recomendaciones directas realizadas por los fabricantes de los equipos, así como de las mejores prácticas del mercado.

## 3. Marco teórico

### 3.1 Definición de Mantenimiento y su Clasificación

Es un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y

reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida de forma rentable.

### 3.2. Mantenimiento preventivo

Conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinarias en general.

Las actividades básicas y más generales se pueden mencionar:

- Limpieza y aseo.
- Lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.
- Ajustes y calibraciones.
- Supervisión y control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general.

### 3.3. Selección del tipo de mantenimiento a aplicar

Ejecutando el mantenimiento predictivo, proactivo o de inspección, este será realizado por los operadores de la línea de producción bajo la supervisión y asistencia del departamento de mantenimiento. Por ser un conjunto de labores o actividades que se ejecutan, basadas generalmente en los cinco sentidos humanos, de manera muy rutinaria. Generalmente este tipo de mantenimiento permite realizar inspecciones cuando se detecta algo anormal basado en sonidos, olores, presentación visual o el tacto (temperatura o deformaciones), así como por las visitas o revisiones aleatorias por el personal técnico de la organización.

### 3.4. Determinación de frecuencias de mantenimiento

Las recurrencias de aseo y limpieza serán establecidas en base a las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno.

Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y partes más importantes.

Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal).

Severidad del servicio al que está expuesto.

Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presentes en el entorno de trabajo.

Susceptibilidad en general del equipo al desgaste mecánico.

Condiciones de limpieza y aseo necesarias.

## 4. Análisis de la línea de llenado

### 4.1. Posicionadora posimat

Máquina que alimenta automáticamente una línea de llenado, de forma continua y controlada.



Figura 4.1. Posicionador

El orientador de botellas de plástico GIRAMAT está diseñado para orientar botellas asimétricas. Las botellas se detectan mediante un sistema de fotocélulas y visión artificial, que determinan en qué posición entra la botella en el GIRAMAT, para luego girarla o dejarla pasar sin ser girada, de modo que la botella se entregue orientada siempre correctamente.



Figura 4.2. Orientación de los envases al inicio de la línea de producción

### 4.2. Llenadora mengibar

La Llenadora no tiene ninguna parte móvil, a excepción del mecanismo servo + vis.sin.fin, lo que garantiza el bajo mantenimiento, no hay elementos que puedan sufrir ningún tipo de desgaste o estén sujetos a movimientos repetitivos.

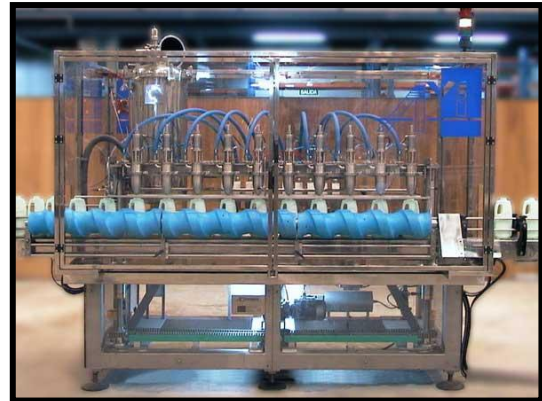


Figura 4.3. Vista frontal de llenadora lineal

Los envases con producto entran a la fase de tapado, dentro de las presentaciones que se manejan en el mercado, existen tapas roscables y otras que son pistolas atomizadoras. La máquina tiene dos tambores de alimentación, uno para las tapas roscables y otro para las pistolas atomizadoras; estos tambores son activados automáticamente dependiendo de la presentación que se esté produciendo.



Figura 4.4. Tapador, sistemas de alimentación automático de tapas y pistolas

Una vez realizado el tapado y revisión del correcto sellado, estos envases pasan por una balanza dinámica, que es la encargada de verificar la correcta dosis de producto en cada envase.



Figura 4.5. Balanza dinámica

A continuación los envases entran a la máquina etiquetadora, encargada de etiquetar los envases de ambos lados. A la salida de la etiquetadora se

encuentra una codificadora, la cual dispara un chorro de tinta líquida al envase, colocándole su codificación distintiva. Una vez codificado se hace el control de calidad, este control se realiza automáticamente. Los envases pasan frente a dos cámaras, las cuales toman fotografía de la parte frontal y posterior del envase para verificar alguna falla que pueda notar visualmente como por ejemplo: mal puesta la etiqueta, arruga en etiqueta, mala impresión del código, tapa rota, mal cierre de la tapa, etc.

### 4.3. Etiquetadora etima



Figura 4.6. Etiquetadora lineal automática

### 4.4. Inspector E2M



Figura 4.7. Verificador de etiquetas

El siguiente paso es el encartonado que consiste en: formar la caja de cartón, colocar los envases dentro de la caja y cerrarla. Todos estos pasos son realizados en un bloque de máquinas conocido como multibox. Una vez formada la caja, un brazo mecánico coge los envases llenos que vienen de la línea de producción y son colocados dentro de la caja de cartón, esta caja llena de productos luego es cerrada y continua en la línea para pasar a otra fase.

### 4.5. Multibox y paletizador tavitil

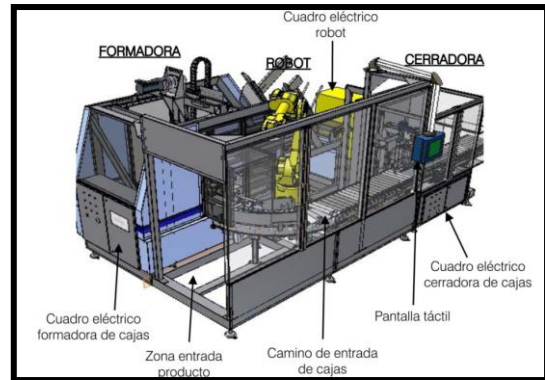


Figura 4.8. Multibox

Finalmente en la sección de paletizado, en esta área un brazo mecánico robusto que toma los pallets vacío y los coloca en la línea de producción, luego este brazo coge las cajas llenas de productos colocándolas encima del pallet.

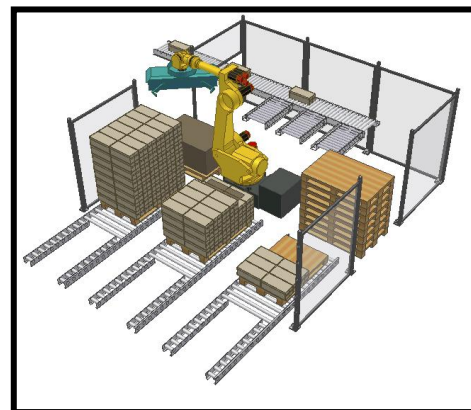


Figura 4.9. Esquema general paletizador

### 4.6. Situación actual del mantenimiento en la línea de llenado

El mantenimiento que se realiza actualmente es bastante básico, en su mayoría son reparaciones y algo de mantenimiento correctivo; todo esto debido a que recién a partir del 2008 esta área ha venido a tener un cambio de enfoque desde el ingreso del nuevo jefe de mantenimiento, el cual ha querido dar inicio a la metodología de los mantenimientos preventivos y predictivos.

Las actividades de mantenimiento que se realizan, son aquellas que se pueden hacer en las paradas que existen después del cambio de turno, a la hora de la comida o los sábados que el nivel de producción es muy bajo.

La modalidad de ejecución de las actividades de mantenimiento que se está implementando actualmente es la de hacer un recorrido, cada mes, por las áreas del proceso productivo y principales instalaciones, para luego registrar todas las instalaciones o equipos que necesiten reparación o cambio. Estas inspecciones informales se las realiza

con los supervisores de cada sección y jefe de mantenimiento.

## 5. Diseño del plan de mantenimiento

Se realizarán actividades de mantenimiento divididas en cuatro grupos principales:

**Inspección.**- Las actividades de inspección son parte importante dentro del plan de mantenimiento, ya que ayudan a determinar el estado de los equipos que conforman la línea de producción y porque además permiten definir actividades necesarias para prevenir desperfectos en los mismos que ocasionan paros imprevistos y por ende la paralización de la línea de proceso en la empresa.

**Limpieza.**- Dadas las condiciones de humedad en la planta, es necesario efectuar una buena limpieza de todos aquellos equipos y componentes que estén en contacto directo o indirecto con el producto, ya que de no hacerlo, la vida útil de los mismos será menor y presentarán fallas constantes en su operación diaria, afectando de manera directa al proceso productivo.

**Reemplazo.**- Esta actividad va muy de la mano de las recomendaciones de los fabricantes y especialmente de las inspecciones realizadas por el personal de mantenimiento, ya que muchas veces los elementos comienzan a presentar mal funcionamiento antes de lo previsto debido a la mala manipulación de los operadores, variaciones de voltaje o por condiciones de funcionamiento de los equipos, lo cual aceleran los procesos de desgaste normal de partes o piezas, que deben ser reemplazadas para evitar daños mayores o paradas generales en el proceso productivo.

**Mantenimiento general.**- El mantenimiento general periódico es parte importante de cualquier plan de mantenimiento, aquí se incluyen actividades de limpieza, verificación, ajustes, reemplazos, lubricaciones, etc.

Las actividades mencionadas en párrafos anteriores, serán realizadas por el operador de la línea de producción y/o el departamento de mantenimiento, aunque habrá mantenimientos que se los realizará con terceros, especialmente cuando se realicen los mantenimientos generales.

## 6. Elaboración del Plan Mensual de Mantenimiento Predictivo de los Equipos

Se tuvo en consideración la información proporcionada por los manuales técnicos de cada equipo; pero por sobre todo basados en la experiencia de los técnicos de la empresa y las consultas realizadas a las empresas especializadas de cada equipo.

Cabe mencionar que algunos procedimientos del mantenimiento predictivo se pueden realizar sin parar la producción (ON) y otras acciones es necesario parar la producción (OFF), esta última normalmente se la hace al final de cada turno de trabajo. También se representará con que periodicidad deberían realizarse

dichos mantenimientos, pueden ser frecuencias diarias (D), semanales (S) o mensuales (M).

A continuación se presentan las actividades de mantenimiento predictivo incluidas en este estudio:

- Asegurarse que no queden ningún envase plástico, polvo, cartón, cola, etc. **dentro de las estructuras y máquinas.**
- Realizar limpieza superficial para mantener un correcto orden y presentación del puesto de trabajo en **sectores de mandos y pasillos.**
- Revisar tornillería, en caso de estar floja el operador debe de reapretar o sustituir por nuevos los tornillos necesarios de estructuras y máquinas.
- Revisar el correcto funcionamiento de todas las botoneras y pantallas táctiles en **sector de mandos y dispositivos de seguridad.**
- Realizar limpieza superficial en caso que se presente alguna anomalía en **sensores y/o fotocélulas.**
- Realizar limpieza superficial en caso que se presente alguna anomalía en **cámara de visión.**
- Ver que no exista alguna ruptura o deformación de **estructuras.**
- Revisar que no exista un ruido excesivo, vibración a simple vista o sobrecalentamiento en la carcasa, en **motor o motor-reductor.**
- Revisar que los **rodillos y/o ejes** giren correctamente, sin presentar algún cabeceo o sobreesfuerzo al girar.
- Revisar **bandas transportadoras o de transmisión** que no presenten desgaste o rotura, la tensión de la banda debe ser la ideal.
- Debe verificarse la correcta regulación de la **alimentación neumática** a la maquina (5bar), también se debe de limpiar el filtro de aire en caso de presentar suciedad alguna.
- Se debe limpiar los filtros instalados en los **tableros eléctricos** en el sistema de ventilación.
- El operador debe revisar si hace falta grasar en los **puntos de engrase** marcados con rojo en las figuras del **Apéndice A.**
- Revisar los **pistones neumáticos** que realicen los movimientos hacia delante y atrás correctamente, sin presentar resistencia al movimiento, además debe percatarse de que no exista fuga de aire en el pistón neumático.
- Debe verificarse la correcta regulación de la presión de aire en el **equipo de cola** (3.5bar), también debe de comprobarse la

correcta temperatura a la que está trabajando (155°C) y el nivel de cola.

- El operador debe revisar si fuga aceite por los puntos rojos indicados en las figuras del **Apéndice A** en **robot FANUC**.
- Para facilitar el trabajo del operador al momento de ejecutar el plan de mantenimiento preventivo mensual, se ha realizado un resumen que recopila toda esta información **Apéndice A** y **Apéndice B**. Estos apéndices ilustran fichas de mantenimiento predictivo, una ficha por cada máquina y una ficha general donde indica el ítem a revisar cada día de la semana, en esta última ficha también se podrá identificar si la revisión debe ser realizada en horas de producción (máquina encendida) o al finalizar la producción del día (máquina parada).

## 7. Conclusiones

Las actividades de inspección, limpieza y manutención deben ser realizadas por el operador de la línea de producción, auxiliándose con los técnicos del departamento de mantenimiento de la empresa.

Brindar capacitaciones al personal técnico del departamento de mantenimiento actual.

Es necesario que se amplíe su implementación al resto de las líneas de producción.

La primera puesta en marcha de la máquina después de una operación de inspección o mantenimiento, debe ejercerla la misma persona que ha ejecutado los trabajos de inspección o mantenimiento,

Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso.

## 8. Recomendaciones

Es necesario mantener los registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado.

Ciertos mantenimientos preventivos que utilicen herramientas o equipos específicos deberán ser atendidos por los recursos externos.

En los check list mostrados en el **Apéndice A**, los jefes de producción podrán llevar un control del tiempo involucrado por el operador de la línea para el mantenimiento predictivo,

En la bodega de repuestos, debe realizarse una organización y clasificación de los mismos.

Asignar un responsable permanente en la bodega de repuestos.

## 9. Agradecimientos

A todas las personas que intervinieron de una u otra forma en la realización de esta tesis, especialmente a la Asociación de Voluntarios Españoles (VAE), la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y la Fundación Gabriel Vilaseca Soler (FGVS) por el auspicio de la beca EDUCACIÓN Y PRACTICA LABORAL ECUADOR IV, donde se llevo a cabo este trabajo en la ciudad de Barcelona, España.

## 10. Referencias

[1]ANTONIO MENGIBAR S.A., Manual de Instrucciones Línea de Envasado “Universal”, Barcelona, España.

[2]POSIMAT, Sistema Posicionador Acces (Folleto Informativo de Stand Posimat), Feria HISPACK 2009, Barcelona, España.

[3]POSIMAT, Manual de Operación y Mantenimiento Posiflex 23 VA Giramat-E, España.

[4]POSIMAT, Posicionador Posiflex (Folleto Informativo de Stand Posimat), Feria HISPACK 2009, Barcelona, España.

[5]POSIMAT, Orientador Giramat (Folleto Informativo de Stand Posimat), Feria HISPACK 2009, Barcelona, España.

[6]SARZOSA RODRIGO, “Mantenimiento Productivo Total (TPM)” (Documentación de cátedra de materia dictada para la Carrera de Ingeniería Industrial), Escuela Superior Politécnica de Litoral, 2005.

[7]TAVIL-INDEBE S.A., Manual de Formación y Mantenimiento Multibox 3, Girona, España.

[8]TAVIL-INDEBE S.A., Manual de Formación y Mantenimiento Paletizadora 3, Girona, España.

[9]TOKUTARO SUZUKI, TPM en Industrias de Proceso, TGP HOSHIN, c/Marqués de Cuba, 25, 28014 Madrid España, 1995.

[10]VARGAS ANGEL, “Mantenimiento Industrial” (Documentación de cátedra de materia dictada para la Carrera de Ingeniería Mecánica), Escuela Superior Politécnica de Litoral, 2008.

## 11. Apéndice