

## **DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE UNA EMPRESA PROCESADORA DE PESCADO EN GUAYAQUIL. CASO DE ESTUDIO LÍNEA "A"**

### **DIAGNOSIS OF THE EQUIPMENT MAINTENANCE SYSTEM OF A FISH PROCESSING COMPANY IN GUAYAQUIL. CASE STUDY LINE "A"**

#### **Autores:**

■ **Dr. Rogelio Chou Rodríguez** ■  
Universidad de Cienfuegos  
rchou@ucf.edu.cu  
Cuba

■ **Dr. Víctor G. Gómez Rodríguez** ■  
Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología Guayaquil  
vgomez@bolivariano.edu.ec  
Ecuador

■ **Tlgo. A.E. María Elizabeth Cedeño Palma** ■  
Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología Guayaquil  
Celiza-91@hotmail.com  
Ecuador

#### **RESUMEN**

a presente investigación tiene como objetivo realizar un diagnóstico a la situación del mantenimiento y su incidencia en la continuidad productiva en una empresa procesadora de pescado en Guayaquil por los retrasos en la producción y las pérdidas que ocasionan las frecuentes averías. Mediante el empleo de una ecuación lineal simple con datos del año 2014, 2015 y 2016 se pronostican las horas de paradas no programadas y las posibles pérdidas que se generarían en el 2017. El incumplimiento de los mantenimientos preventivos programados se determina como la causa principal de la salida de producción de las líneas, adicionalmente, la falta de competencias del personal operativo de mantenimiento y la ausencia de una visión gerencial de gestión mediante indicadores imposibilita la mejora en este sentido. Con la utilización del método estadístico y los diagramas de Ishikawa y de Pareto se determinó que las paradas más frecuentes eran ocasionadas por daños eléctricos y mecánicos.

**PALABRAS CLAVE:** Diagnóstico, Sistema de mantenimiento, pérdidas, causas de paradas, fallas

## ABSTRACT

The objective of this research is to make a diagnosis of the maintenance situation and its impact on production continuity in a fish processing company in Guayaquil due to delays in production and the losses caused by frequent breakdowns. By using a simple linear equation with data from 2014, 2015 and 2016, the hours of unscheduled shutdowns and the possible losses that would be generated in 2017 are forecast. Non-compliance with scheduled preventive maintenance is determined as the main cause of the production output of the lines, additionally, the lack of competencies of the maintenance operating personnel and the absence of a managerial vision of management through indicators makes improvement in this sense impossible. Using the statistical method and the Ishikawa and Pareto diagrams, it was determined that the most frequent stops were caused by electrical and mechanical damage.

**KEYWORDS:** Diagnosis, Maintenance system, losses, causes of stops, failures

## I. INTRODUCCIÓN

Las empresas en la actualidad se han visto sometidas a constantes cambios y mejoras que les permiten ser competitivas en el mercado, por esta razón todos los departamentos y actividades de una organización deben estar orientadas a garantizar la productividad de las empresas. El mantenimiento puede resumirse en la capacidad de producir con calidad, seguridad, y rentabilidad, no obstante, en una parte considerable de las empresas se resumen a la realización de un plan de mantenimiento o incluso el cambio de algunos equipos que en algunos casos hubiesen podido seguir funcionando mediante la aplicación de un plan adecuado de mantenimiento preventivo. El mantenimiento es uno de los factores más influyentes de manera directa en la productividad de una organización debido a que los equipos, maquinaria y edificaciones son las herramientas a través de las cuales se lleva a cabo la producción en cualquier sector de la industria y su buen funcionamiento permite a la organización ser más productiva. (OLARTE C., BOTERO A., & CAÑÓN A., abril, 2010)

En muchas empresas existen conflictos permanentes entre los responsables de producción y los de mantenimiento. El primero se queja de que la atención que recibe de los técnicos y responsables de mantenimiento no se corresponde con las mejores prácticas posibles y que tienen un efecto lamentable en los resultados de producción. El departamento técnico de mantenimiento, se queja de que producción no le permite parar las máquinas para realizar los respectivos mantenimientos preventivos o correctivos, que en muchas ocasiones se ve obligada a realizar intervenciones provisionales y de escasa fiabilidad por la rapidez con que debe entregar las máquinas a producción. En realidad, tal y como se puede probar esto pasa en muchas plantas. (Vara-Horna,

2012)

La empresa procesadora de pescado en Guayaquil se dedica al proceso de los derivados del atún para el consumo humano. Actualmente el departamento técnico de mantenimiento atraviesa por un momento crítico debido a que existen incumplimientos en sus trabajos planificados (mantenimientos correctivos, predictivos y preventivos), lo que conlleva a atrasos en la producción.

En este sentido, en el presente trabajo se expone un análisis detallado de la situación descrita y se proponen algunas acciones al sistema de mantenimiento de equipos para mejorar la continuidad productiva de la empresa en el año 2017.

En la actualidad la empresa cuenta con más de 2000 colaboradores contribuyendo el desarrollo económico del país.



Figura 1. Porcentajes de trabajadores de la empresa Fuente: documentos de la intranet.

## II. DESARROLLO

El proceso de mantenimiento correctivo que se desarrolla en la empresa procesadora de pescado en Guayaquil se muestra en el diagrama de flujo en la Figura 2, y de manera general, puede resumirse en:

1. Ingreso de la solicitud de trabajo
2. Cotizaciones de materiales y contratistas. 3. Autorización de Gerente de División.
4. Requerimiento en sistema de compras.
5. Búsqueda de nuevas cotizaciones.
6. Dpto. de Compras genera la orden de compras y envía al proveedor.
7. Una vez llegados los materiales se inician los trabajos.

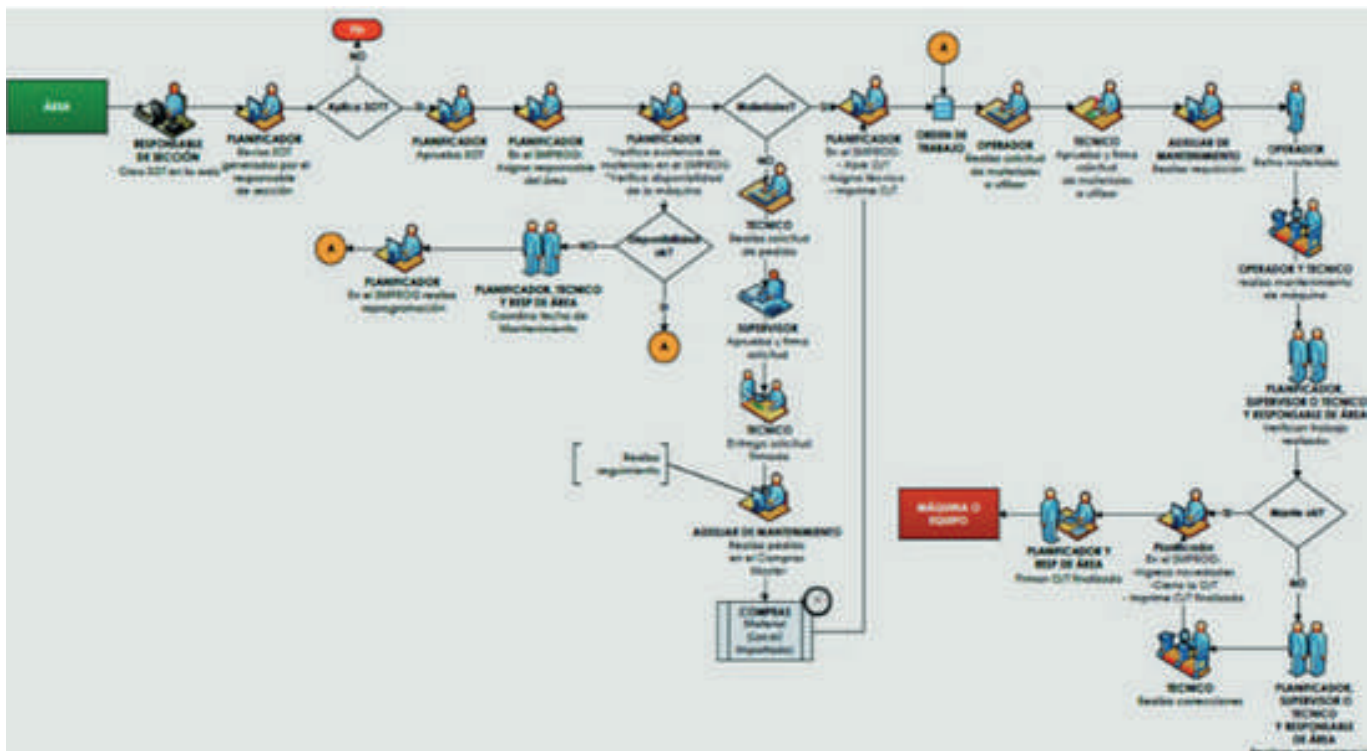


Figura 2. Proceso del Mantenimiento Correctivo.  
Fuente: documentos de la intranet.

En algunos casos, al producirse paradas no se realiza de manera inmediata el mantenimiento correctivo porque no existe el repuesto en bodega, por falta de personal, por problemas en el departamento de compras lo que hace que los repuestos solicitados no lleguen en las fechas estimadas, etc. Para poder verificar estas falencias se procederá a trabajar en el área conservas sección envase y cierre en la línea “A” ya que es el área en donde se solicitan muchos trabajos por fallas imprevistas y se tiene que actuar con rapidez para cumplir con la producción. Clasificación del equipamiento y maquinarias de la línea “A”.

En la Tabla 1 se muestra un listado de los equipos de la línea A y su nivel de prioridad.

**Tabla 1. Listado de los equipos de la línea A.**

#	EQUIPOS DE LÍNEA A	PRIORIDAD
1.	Cerradora Comaco A	A
2.	Máquina Luthi No 2	A
3.	Máquina Luthi No	A
4.	Dosificador 1/ 2 lb Línea A	B
5.	Lavadora de latas 1/ 2 lb Línea A	B
6	Acumulador de latas vacías Línea A.	C
7	Codificador Excel No2	C
8	Elevador de latas vacías Línea A	C
9	Encestadorh 1/2 lb Línea A	D
10	Transportador de latas vacías Línea A	D
11	Transportador Elevador de Gaveta No 1	D
12	Cuadro / Distribución Línea A	D

13	Redes de Aceite	E
14	Redes de Agua	E
15	Redes de Aire	E
16	Redes de Vapor	E
17	Redes Eléctricas Y Alumbrado	E
18	Redes Metalmecánicas	E

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Para el diagnóstico se procede a clasificar los equipos de la línea "A" de envase y en relación al grado de importancia y la prioridad que tienen dentro de la industria. Equipos de prioridad 1 (A): son los equipos que intervienen directamente en el proceso productivo que no se pueden reemplazar y afectan a la producción. En este caso se encuentran las máquinas cerradoras y luthis. Estas máquinas son las más importantes en el proceso. Con ellas se realiza el cierre y sellado de las latas de diferentes medidas. Sufren paradas por fallas mecánicas y eléctricas que son atendidas con prioridad. Ese tipo de equipo detiene la línea de producción por tiempo indefinido.

Equipos de prioridad 2 (B): se refiere a los equipos que intervienen en el proceso productivo pero que al fallar la línea posee un respaldo disponible para sustituirlo. Aquí se ubican los Dosificadores y lavadoras: Un Dosificador es un dispositivo que permite agregar diferentes tipos de líquidos en cantidades precisas, son muy importantes en el proceso de enlatado y sufren con frecuencia fallas

mecánicas. La lavadora-secadora de latas es una máquina de grandes prestaciones. En ella se lavan y secan varios tipos de latas. Las fallas en ellos detienen el proceso productivo, sin embargo, los tiempos para la reincorporación tras el mantenimiento no son muy altos.

Equipos de prioridad 3 (C): son los equipos que también intervienen en el proceso productivo, pero tienen más de un respaldo disponible. En esta tipología se encuentran los Acumulador y el codificador que son mesas acumuladoras bidireccionales de la línea de envasado. Los codificadores sirven para verificar. El codificador es muy importante ya que hace la función de colocar los códigos de cada lata que tienen daños. Las fallas en este tipo de equipos pueden tener algún nivel de incidencia en la continuidad del proceso productivo.

Equipos de prioridad 4 (D): son aquellos equipos o maquinarias que no están relacionados directamente con el proceso productivo y pueden esperar su reparación ya que no afectan a la producción. Aquí se ubican los elevadores, encestadores y transportadores, equipos que sirven para poder movilizar los envases de un lugar a otro. En la mayor parte de los casos ante las fallas de los mismos se buscan alternativas. Su incidencia en la parada de producción no es significativa.

Equipos de prioridad 5 (E): son equipos donde los trabajos para corrección de fallas solo se gestionan en paradas generales ya poseen alta prioridad. Aquí se ubican las Redes eléctricas y mecánicas en las mayorías de los equipos se presentan fallas frecuentes eléctricas y mecánicas algunas urgentes y otras que pueden esperar ya que no afectan al proceso productivo Esta clasificación posibilita determinar prioridades para mantenimientos planificados y correctivos, así como la toma de decisiones en situaciones emergentes.

Descripción del proceso automatizado de gestión del mantenimiento

La empresa posee el programa de SMProg, el cual es un software que organiza, planifica y controla el mantenimiento de los equipos, maquinarias o bienes que requieran mantenimiento preventivo periódico, correctivo inmediato o correctivo planificado.



Figura 3. Ventana Principal del software SMPROG Fuente: Empresa procesadora de pescado, Programa Smprog.

Con la ayuda de dicho software se pueden obtener algunos indicadores como el cumplimiento de tareas preventivas, el grado de acierto de la planificación de las tareas preventivas, el rendimiento de los equipos en base a la cantidad de fallas y el tiempo de paralización de los equipos que afectan a la producción, etc. Adicionalmente permite generar Ordenes de Trabajo (OT) para ejecución de los Mantenimientos Preventivo como de Correctivo y registrar los costos incurridos en repuestos, mano de obra y servicios. También genera reportes de gastos y presupuestos para intervalos de tiempo deseados. El SMProg permite generar el pedido de materiales y/o repuestos que serán utilizados en las diferentes órdenes de trabajo para que sean despachados desde la bodega/inventario. Por último, el SMProg puede generar múltiples informes gráficos.

Diagnóstico del sistema de mantenimiento de equipos en la Línea “A” de la empresa

Con la ayuda del mencionado Software se ha determinado que 416 emergencias (sin OT) que representa el 11.5% de las ordenes registradas en el sistema, son acciones o trabajos que se aplican a equipos de prioridad 1 (cerradoras – empacadoras).

Así mismo se ha evidenciado con la ayuda del software que las 3,172 OT (inmediatas) que representa el 88.3% de órdenes registradas en el sistema, son acciones o trabajos que se aplican a todos los equipos sean de prioridad alta media o baja.

Adicionalmente, se conoce que se emitieron en el 2016 un total de 2,310 órdenes preventivas que representa el 40% y 3,591 órdenes correctivas que representa el 60% del total. En la Figura 4 se muestran algunas de las fallas que generaron acciones correctivas durante el 2016.

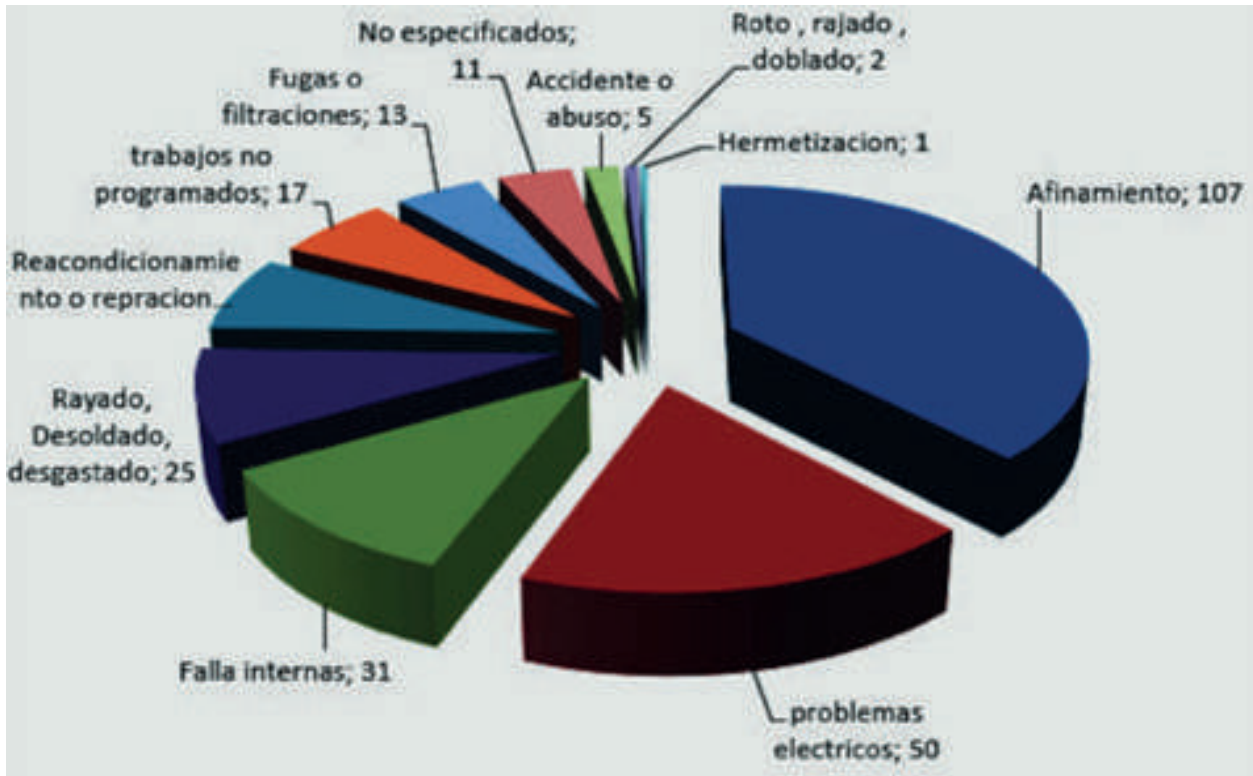


Figura 4. Causales de fallas correctivas en el año 2016. Fuente: Empresa procesadora de pescado, programa Smprog.

En el año 2016 se dio respuesta a 18,523 órdenes preventivas que representa el 97% del total generado y se conocen 521 órdenes preventivas no gestionadas (3%). En la Figura 5 se muestra un diagrama de Ishikawa donde se puede identificar las causas del problema por el que está atravesando el departamento de mantenimiento en el año 2016 y que hace que los tiempos de los mantenimientos se extiendan y existan demoras en la respuesta del Departamento.



Figura 5. Diagrama de Causa – Efecto de tiempos prolongados fuera de servicio  
Fuente: elaborado por los autores.

En relación a la línea “A” del área de envase y cierre de empresa procesadora de pescado en Guayaquil, durante el año 2016 las fallas que generaron mantenimientos correctivos se muestran en la Figura 6

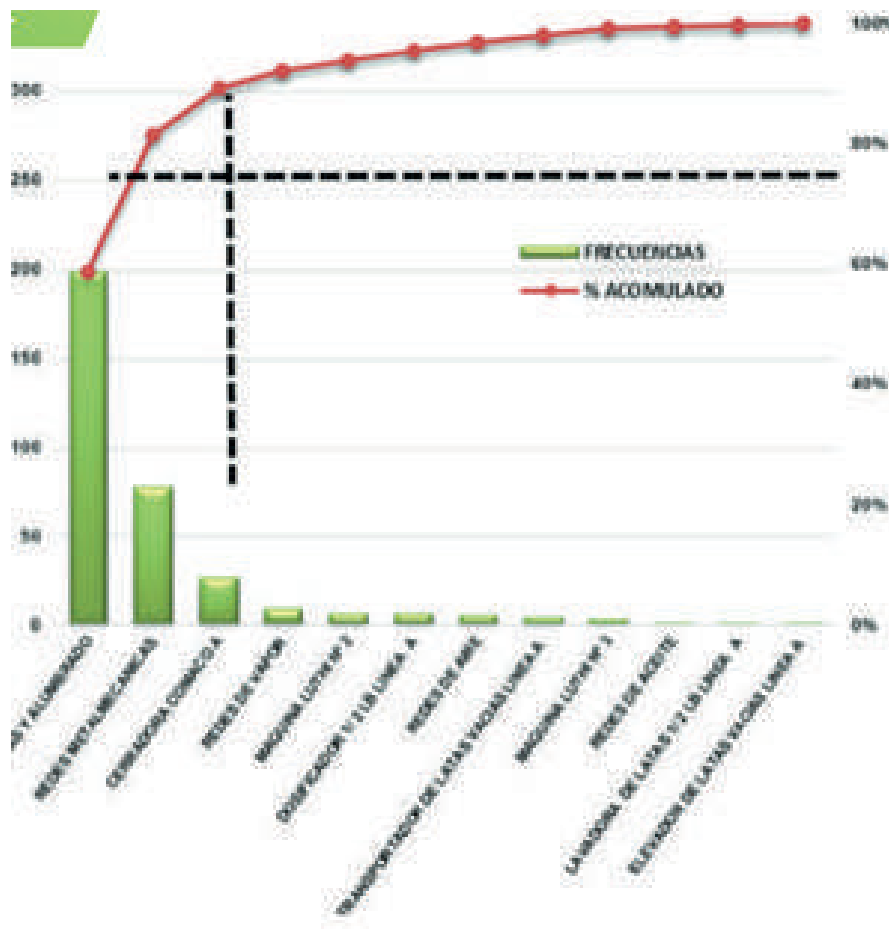


Figura 6. Línea A - fallas que generaron mantenimientos correctivos. Fuente: elaborado por los autores.

Del diagrama de Pareto se aprecia que el 80% de las fallas son ocasionadas principalmente por desperfectos en las redes eléctricas y mecánicas.

En el diagrama de Ishikawa (Figura 7) se identifican las causas más frecuentes de paradas por fallas eléctricas y mecánicas



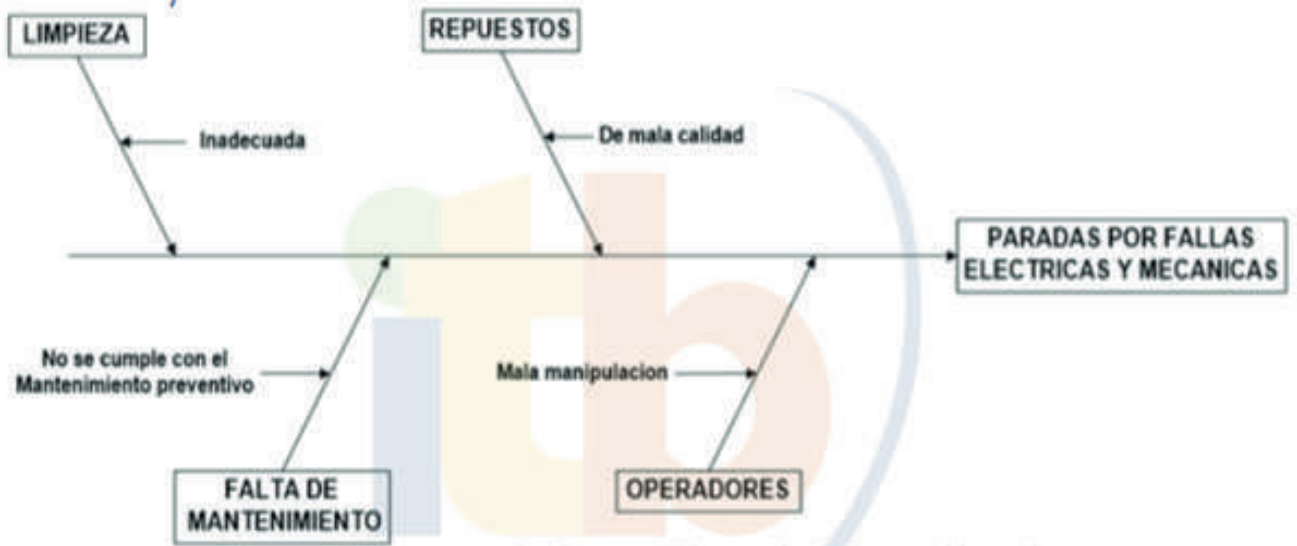
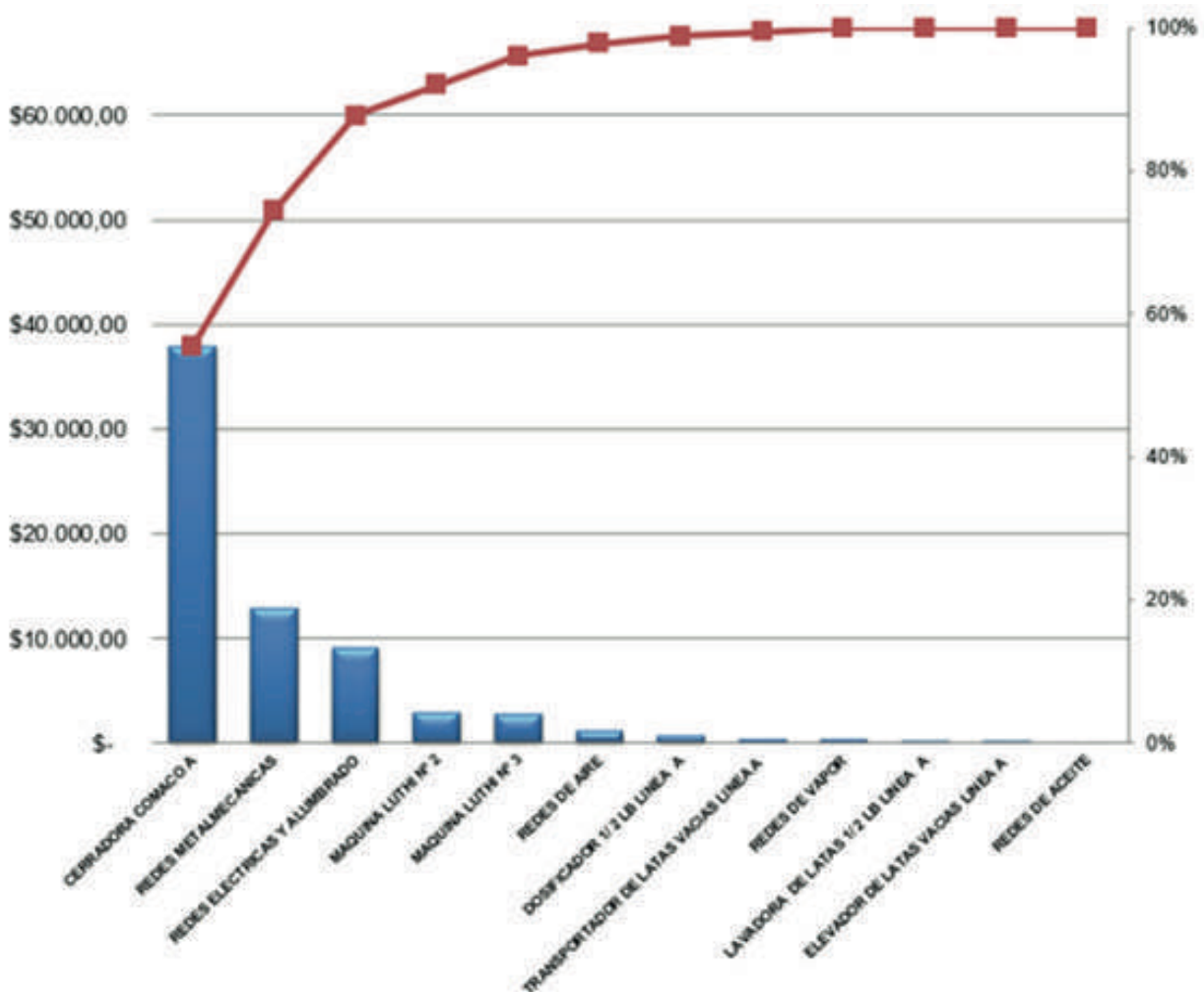


Figura 7. Diagrama de Causa - Efecto de fallas en línea A Fuente: elaborado por los autores. Del diagrama de Pareto (Figura 8) se visualiza que el 80% de los gastos del mantenimiento



De acuerdo al diagrama de causa y efecto (Figura 9) se puede identificar que los gastos más significativos en la línea "A" son:

### Cerradora Comaco "A": repuestos importados y costosos.

- Redes eléctricas: hay mala ejecución en el mantenimiento correctivo ya que no se identifica o se analiza cual es el problema de fondo de la falla, para poder darle una solución de raíz a los problemas que se están ocasionando frecuentemente en esta área.
- Redes metalmecánicas: hay daños por desgates, por mala calibración, reparaciones y modificaciones en el área correctivo son ocasionados por la cerradora Comaco "A", por las redes metalmecánicas y por las redes eléctricas.



Figura 9. Diagrama de Causa efecto de gastos Correctivos línea A Fuente: elaborado por los autores.

En ambas ocurren fallas frecuentes, por ser un área de mucha humedad y se trabaja las 24 horas al día, esto hace que los repuestos y piezas se dañen muy frecuentemente.

Pronósticos de comportamiento de la situación para el año 2017

Ante la persistencia de las causas principales aquí descritas en relación a la ejecución de los mantenimientos planificados y los diferentes problemas internos y externos que generan una situación vulnerable para la producción se procede a realizar una predicción del total de la pérdida que podría tenerse en el año 2017 en caso de que no se cumplan con los procesos establecidos para el mantenimiento y la explotación de la maquinaria instalada.

Para ello se parte de la cantidad de horas de paradas, la cantidad de latas que se producen en la línea A por hora y el precio de venta de las mismas y se procede a determinar la cantidad a la que ascendieron las pérdidas por paradas no programadas en los años 2014, 2015 y 2016.

AÑO	Horas de paradas reales (h)	Cantidad De latas por hora (unidades)	Total de latas no procesadas (unidades)	Pérdidas por no producción (usd)
2014	629	13.080	8.227.320	\$ 10.284.150
2015	388	13.080	5.075.040	\$ 5.328.792
2016	411	13.200	5.425.200	\$ 5.696.460
<b>TOTAL</b>	<b>1428</b>	<b>39.360</b>	<b>18.727.560</b>	<b>\$ 21.309.402</b>

**Tabla 2. Pérdidas por paradas en los últimos 3 años**

Fuente: elaborado por los autores a partir de datos de la empresa.

En este mismo sentido, con los datos históricos anteriores y a partir de la utilización de un modelo predictivo se genera un modelo estadístico de comportamiento futuro mediante el empleo de una ecuación lineal simple con lo que se emite un juicio de valor sobre la probable cantidad de horas de paradas no programadas para el año 2017.

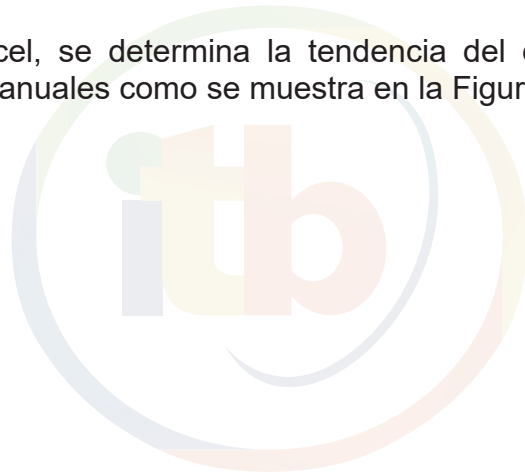
La metodología seguida parte de la utilización de un modelo de regresión con el cual mediante el estudio de tendencia de los últimos tres años se logrará predecir una respuesta cuantificable en relación a la cantidad de horas de paradas no programadas en el año 2017. Para ello se utilizan los datos históricos que aparecen en la siguiente Figura 10

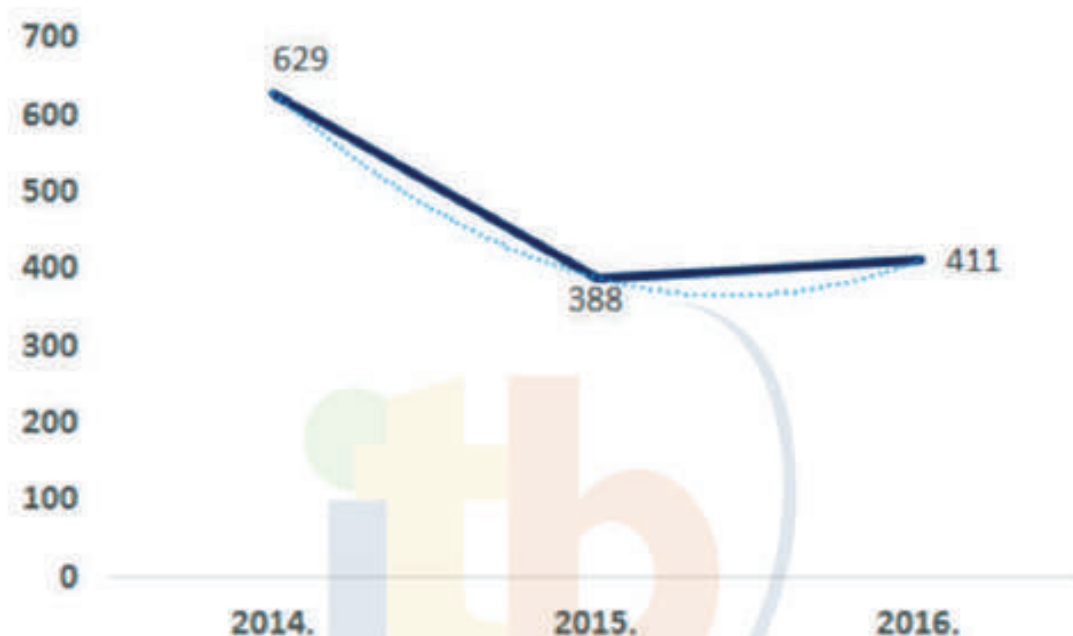
Año	Horas de paradas
2014	629
2015	388
2016	411
<b>TOTAL</b>	<b>1428</b>

**Figura 10. Horas de paradas**

Fuente: elaborado por los autores a partir de datos de la empresa.

Con la utilización de MS Excel, se determina la tendencia del comportamiento de la variable cantidad de horas de paradas anuales como se muestra en la Figura 11.





**Figura11. Tendenciasdeparadas.**

**Fuente: elaborado por los autores.**

En el caso que se estudia (línea de producción “A”) el modelo predictivo utilizado se muestra en la Figura 12.

$$y = 132x^2 - 637x + 1134$$

$$R^2 = 1$$

**Figura 12. Modelo predictivo.**

**Fuente: elaborado por los autores.**

El coeficiente de determinación  $R^2$  compara los valores calculados y reales.  $R^2=1$  establece una correlación perfecta en la muestra, es decir, garantiza que no hay diferencia entre el valor y calculado y el valor y real.

Una vez procesados los datos para el año 2017 se pronostican 554 horas de paradas no programadas. En ese sentido, en la tabla se muestran los resultados de las pérdidas estimadas para el año si no se ejecutan acciones para minimizar la cantidad de paradas no programadas Tabla 3. Pérdidas estimadas del año 2017

AÑO	Pronóstico de horas de paradas (h)	Cantidad de latas por hora (unidades)	Pronóstico de latas no producidas (unidades)	Pérdidas por no producción (usd)
2017	554	13.080	7.246.320	\$ 9.057.900
<b>TOTAL</b>	<b>554</b>	<b>13.080</b>	<b>7.246.320</b>	<b>\$ 9.057.900</b>

Fuente: elaborado por los autores.

### III. CONCLUSIONES

Una vez realizado el diagnóstico puede concluirse lo siguiente:

1. Se pudo constatar que los equipos y redes que presentaron la mayor cantidad de fallas fueron los que significaron pérdidas económicas más elevadas en el año 2016.

Esto hace que se siga recibiendo órdenes de trabajos correctivas y se incremente el gasto porque no se cumplen al 100% los mantenimientos preventivos según en las fechas establecidas. 2. El diagnóstico realizado posibilita establecer niveles de prioridades y corrobora que la situación se mantendrá en tanto no se cumplan las planificaciones, se capacite al personal operativo que realiza el mantenimiento y se modifique, a partir de la explotación de las bondades del software SMPROG, hacia una visión gerencial y la implementación de indicadores la gestión del Departamento de mantenimiento.

### IV. BIBLIOGRAFIA

Grupo Reival C.A. (s.f.). Obtenido de

<http://www.gruporeinvalca.com/empresa/17-%bfquienes-somos%3f>

C/ Patricio Ruiz Gómez, n. 1. (s.f.). Grupo GAM . Obtenido de

<http://www.gamsa.es/blog/2-seguridad-alimentaria/117-ique-es-la-norma-ifs>

Carrido, S. G. (2003). ORGANIZACION Y GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO. MADRID: DIAZ DE SANTOS.

Castillo, X. (diciembre de 2005). Tipos de Investigación. Obtenido de

[http://www.academia.edu/4646164/Tipos\\_de\\_Investigaci%C3%B3n](http://www.academia.edu/4646164/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n)

Dounce, V. E. (2014). La productividad en el mantenimiento industrial. Patria.

ECUADOR, D. d.-I.-P. (s.f.). Obtenido de

<http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/05/GuiaHACCP.pdf>

ECUADOR, D. d.-I.-P. (s.f.). PROECUADOR. Obtenido de

<http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/05/GuiaHACCP.pdf>

Fernández Aguerre, T. (2003). Métodos estadísticos de estimación de los efectos de la escuela y su aplicación al estudio de las. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, vol. 1, núm.

Francisco, J. C. (2013). Principios básicos de la gestión del conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa: un estudio cualitativo. (I. Capital, Ed.) UPC COMMONS, Intangible capital - 2013. vol. 9, núm. 1 [15]. <http://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>. (s.f.).

Javier, C. C. (2013). Principios básicos de la gestión del conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa: un estudio cualitativo. (I. Capital, Ed.) UPC COMMONS, Intangible capital - 2013. vol. 9, núm. 1 [15].

Morales, F. (18 de Mayo de 2010). Tipos de Investigación. Obtenido de [http://www.academia.edu/4646164/Tipos\\_de\\_Investigaci%C3%B3n](http://www.academia.edu/4646164/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n)  
OLARTE C., W., BOTERO A., M., & CAÑÓN A., B. (abril, 2010). Universidad Tecnológica de Pereira. Scientia Et Technica 2010 XVI(44). Obtenido de IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>

Sampieri, D. R. (2010). Metodología de la investigación. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Sumaria, A. (02 de 12 de 2007). INSTITUTO DE LOS ANDES. Obtenido de <http://gerencia.blogia.com/2007/120201-la-importancia-del-mantenimiento.php>

Vara-Horna, A. (2012). 7 pasos para una tesis exitosa (tercera edición ed.). Obtenido de [www.aristidesvara.net](http://www.aristidesvara.net):  
[http://www.administracion.usmp.edu.pe/wp-content/uploads/sites/9/2014/02/Manual\\_7pasos\\_aristidesvara1.pdf](http://www.administracion.usmp.edu.pe/wp-content/uploads/sites/9/2014/02/Manual_7pasos_aristidesvara1.pdf)

Villanueva, E. D. (2014). La productividad en el mantenimiento industrial. Patria.

