



**Análisis a la gestión del mantenimiento en línea n° 1 de enlatado empresa
Tecopesca y su impacto en disponibilidad de activos**

*Analysis of the management of maintenance in line No. 1 of canning company
Tecopesca and its impact on availability of assets*

*Análise da gestão de manutenção na linha n° 1 da empresa de conservas
Tecopesca e seu impacto na disponibilidade de ativos*

Juan Jimmy Pillasagua-Suárez ^I
jpillasagua6521@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7197-5038>

María Rodríguez-Gámez ^{II}
maría.rodriguez@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3178-0946>

Correspondencia: jpillasagua6521@utm.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículos de investigación

***Recibido:** 16 de julio de 2021 ***Aceptado:** 30 de agosto de 2021 * **Publicado:** 08 de septiembre de 2021

- I. Maestrante del programa de posgrado Investigación en mantenimiento industrial mención gestión eficiente del mantenimiento, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Docente de la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Resumen

La presente Investigación se la realizó en la empresa Técnica y comercio de la pesca C.A. en el departamento de producción, área de enlatado línea N° 1 formato de latas diámetro 307 con líquido de cobertura agua o aceite. La recolección de datos de las diferentes tareas de mantenimiento realizo desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre del año (2020). El objetivo fue el análisis a la gestión del mantenimiento en línea de enlatado 307 y su proceder en el desarrollo continuo para que esta línea de proceso obtenga disponibilidades altas y su mantenibilidad sea la mejor; esta evaluación se desarrolló mediante fórmulas establecidas para estos procesos de mantenimiento con datos extraídos de las tareas realizadas por mantenimiento y durante el proceso operativo. Se realizó un estudio de campo para analizar las fallas de activos; estudiando el tiempo estándar en cada una de las tareas de mantenimiento correctivo mediante un análisis de criticidad, fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, en donde pudimos determinar a qué activos se tiene que dar mayor importancia en temas de mantenimiento y están dando más inconvenientes para el cumplimiento de las metas de proceso; determinando que la disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad tiene un alto porcentaje de efectividad en la línea de enlatado y el aumento del tiempo de procesamiento está en elevado porcentaje por temas de paradas programadas e imprevistos que surgen por temas productivos en la línea 307 del área de enlatado.

Palabras claves: Mantenimiento; manuales de mantenimiento; software AX12.

Abstract

This investigation was carried out in the company Técnica y Comercio de la Pesca C.A. in the production department, canning area line No. 1 format of cans diameter 307 with water or oil covering liquid. The data collection of the different maintenance tasks carried out from the month of May to the month of November of the year (2020). The objective was the analysis of the management of the canning line maintenance 307 and its procedure in the continuous development so that this process line obtains high availability and its maintainability is the best; This evaluation was developed using formulas established for these maintenance processes with data extracted from the tasks carried out for maintenance and during the operational process. A field study was conducted to analyze asset failures; studying the standard time in each of the corrective maintenance tasks through an analysis of criticality, reliability, maintainability and availability,

where we were able to determine which assets should be given greater importance in maintenance matters and are causing more problems for compliance of the process goals; determining that the availability, reliability and maintainability has a high percentage of effectiveness in the canning line and the increase in processing time is in a high percentage due to issues of scheduled and unforeseen stops that arise due to productive issues in line 307 of the canning area .

Keywords: Maintenance; maintenance manuals; AX12 software.

Resumo

Esta investigação foi realizada na empresa Técnica y Comercio de la Pesca C.A. no departamento de produção, o formato da linha de área de enlatamento no. 1 de latas de diâmetro 307 com água ou líquido de cobertura de óleo. A recolha de dados das diferentes tarefas de manutenção realizadas desde o mês de maio até ao mês de novembro do ano (2020). O objetivo foi a análise da gestão da manutenção da linha de conservas 307 e seu procedimento no desenvolvimento contínuo para que esta linha de processo obtenha alta disponibilidade e sua manutenibilidade seja a melhor; Esta avaliação foi desenvolvida a partir de fórmulas estabelecidas para esses processos de manutenção com dados extraídos das tarefas realizadas para manutenção e durante o processo operacional. Um estudo de campo foi realizado para analisar falhas de ativos; estudar o tempo padrão em cada uma das tarefas de manutenção corretiva por meio de uma análise de criticidade, confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade, onde pudemos determinar quais ativos deveriam ter maior importância nas questões de manutenção e estão causando mais problemas para o cumprimento das metas do processo ; determinar que a disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade têm um alto percentual de eficácia na linha de enlatamento e o aumento no tempo de processamento está em um alto percentual devido a problemas de paradas programadas e imprevistas que surgem devido a problemas produtivos na linha 307 da área de enlatamento .

Palavras-chave: Manutenção; manuais de manutenção; Software AX12.

Introducción

En el Ecuador las empresas alimenticias forman parte fundamental del crecimiento productivo, por su repercusión en la sociedad en la creación de empleo y alimentación, estas están en continuo avance de conquistar nuevos mercados con sus productos, siendo preciso que la producción que se realiza obtenga óptimos rendimientos que ayuden a mantener la competitividad y la fiabilidad que tienen para con sus clientes. Agroalimentario, (2019); Mendoza, (2018).

Las mejoras en las planificaciones y la continuidad en una línea de procesamiento darán una mayor rentabilidad a la empresa, mejora en los tiempos de entrega del producto, calidad y seguridad al consumidor que está obteniendo un producto creado con las medidas de seguridad en el traslado y entrega. Kreutzfeld, (2016).

El constante crecimiento y desarrollo en cada uno de los procesos por temas de estrategias en la búsqueda de nuevos mercados y la competitividad existente, hace que se tengan que mejorar los procesos de soporte; para lo cual también es necesario desplegar nuevas técnicas y métodos en la gestión del mantenimiento para obtener mayor disponibilidad de los activos, conservando una productividad creciente en la empresa y otorgando la satisfacción de cumplir con metas y plazos establecidos; optimizando la calidad de maquinaria, disminución de presupuestos por trabajos imprevistos y un recurso humano preparado para la realización del mantenimiento. Marin y Garcia, (2012).

La realización de las evaluaciones a través de cada uno de los análisis de los Indicador Clave de Actuación (KPI) de mantenimiento por sus siglas en inglés, mediante formulaciones estándar aplicadas en el mantenimiento mundial, determinará las fallas imprevistas que están afectando al proceso; la disponibilidad, la fiabilidad son dos herramientas que se utilizaran en este análisis y que involucra las horas totales y las horas de paradas imprevistas por mantenimiento; tiempo medio entre fallos que incluye las horas totales de paradas imprevistas y el número de paradas que se obtuvo. Zegarra, (2016); Pinos, (2016).

Se realizó un análisis a partir de las herramientas que se utilizaron en la evaluación en la línea de enlatado N° 1 para que los resultados obtenidos ayuden a estimar una buena mantenibilidad, disponibilidad y fiabilidad de los activos en los procesos; también con esta estimación se reducirán pérdidas económicas y disminución de horas extras en el personal del proceso, disminución de mantenimientos correctivos. Castillo, (2019).

Cada uno de estos análisis deben conducir a los análisis de costos en las mejoras que se puedan realizar al proceso productivo pudiéndose justificar en ahorro y beneficio económico para la salud y bienestar de los colaboradores que están en el proceso productivo. No siempre una mejora en el sistema puede ayudar a generar ahorros económicos; pero si puede ayudar en el beneficio de la salud del trabajador o al ecosistema en la no generación de contaminante.

Para obtener el beneficio de cada técnica se realizó un levantamiento de la información necesaria de los activos y del proceso al que se requería evaluar, detallando las tareas que se han realizado por temas de mantenimiento en cada uno de ellos y en los cuales se pueda obtener datos significativos para la localización de los fallos funcionales que provocan pérdida de tiempo en el proceso o gestión en la línea de enlatado estudiada.

Materiales y métodos

Para alcanzar el objetivo general planteado de analizar la gestión de mantenimiento en línea de enlatado y su disponibilidad de los activos, se realizó una investigación descriptiva con el propósito de explicar y analizar los aspectos fundamentales sistemas evaluados; además del método cualitativo-cuantitativo para la evaluación de los resultados, el histórico lógico para valorar las dificultades existentes antes de la investigación.

Análisis y discusión de los resultados

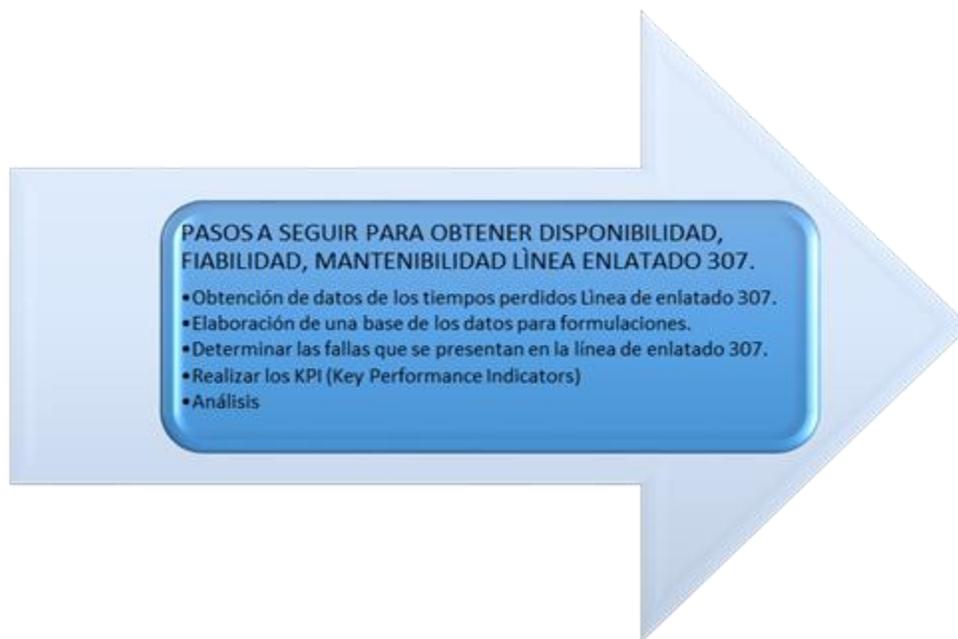
A partir del esquema del área de estudio mostrado en la figura 1; se obtuvo información de los manuales que da el proveedor, software utilizado en la gestión actual de mantenimiento y datos de bitácoras en los procesos, todo esto con el fin de evaluar correctamente el activo a través de cada una de las herramientas de mantenibilidad, fiabilidad, disponibilidad y determinar cuáles son los cambios o modificaciones que se le podrían realizar para ayudar en la disponibilidad de la línea productiva.

Figura 1. Línea 1 área de enlatado



Todos estos pasos que se realizaron se encuentran descritos en figura 2, ayudaron a determinar cómo influye la gestión del mantenimiento en la disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de estos activos en la línea 1.

Figura 2. Pasos a seguir análisis línea de enlatado 307



Paso 1. Obtención de datos de los tiempos perdidos por temas de producción y de mantenimiento; obtención de datos generados por mantenimientos preventivos y correctivos realizados en los activos de la línea de enlatado 1 empresa TECOPESCA.

Paso 2. Elaboración de una base de los datos en los cuales se puedan obtener fácilmente las actividades a realizar y de los datos que se requieran en los cálculos de disponibilidad (Cucuri-Pushug, 2020). Define la disponibilidad como medidas técnicas y científicas que se fundamenta en los cálculos matemáticos y estadísticos que se tiene del mantenimiento. (Ariet, 2016). Indican que Mantenibilidad es la posibilidad de que una planta o algún activo pueda restablecerse a un estado predeterminado al comienzo de su compra o del inicio de sus actividades dependiendo también del periodo de tiempo al que ha sido usado, utilizando los recursos que sean necesarios para lograr dicho cambio y poder garantizar la continuidad del activo o de la planta y mantener la confiabilidad de estos. (Diharce, 2011) Propone que se deben revisar cada una de las fallas que pueda presentar un activo y poder corregir los modos de estas fallas, estas fallas se deben verificar a través de formulaciones de clase mundial en temas de mantenimiento (Mendoza, 2018), (Garrido, 2015).

Paso 3. Se determinarán las fallas que se presentan en la línea de enlatado 307 mediante las siguientes ecuaciones:

La ecuación 1 permitirá verificar la fiabilidad del sistema en máquinas y equipos en el área de enlatado formato 307.

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas totales}} \quad (1)$$

Fuente: Ricardo, (2015)

La ecuación 2, permite calcular la disponibilidad de máquinas y equipos en el área de enlatado formato 307.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} \quad (2)$$

Fuente: Ricardo, (2015)

Con la ecuación 3, se puede calcular el tiempo entre fallas de máquinas y equipos en el área de enlatado formato 307 y el que nos ayudara a verificar la mantenibilidad de estos en el área.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}} \quad (3)$$

Fuente: Ricardo, (2015)

Donde:

MTTR → Tiempo medio entre fallas

Con la ecuación 4 se puede calcular la mantenibilidad en máquinas y equipos en el área de enlatado formato 307. Esta mantenibilidad será la que brinde la posibilidad de verificar el menor porcentaje donde la máquina se puede reparar para volver al estado habitual de trabajo. Estos porcentajes deben ser reducidos ya que si la mantenibilidad es alta los tiempos promedios para poder recuperar este activo y volver a la producción normal se elevarían.

$$\text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-ut} \quad (4)$$

Fuente: Ricardo, (2015)

Paso 4. Realizar los cálculos en cada uno de los KPI (*Key Performance Indicators*) establecidos con la ayuda de una hoja Excel en donde se describirá cada una de las formulaciones de estos KPI, enlazados a la base de datos obtenida de los registros de mantenimiento, producción y filtrada en cada uno de los campos necesarios o requeridos en la evaluación.

Paso 5. Comprender los datos y definir la estrategia más acertada que ayude en la mejora de la disponibilidad en la línea de enlatado 1 de la empresa Tecopesca.

La obtención de datos se realizó desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre año 2020, en la empresa Técnica y comercio de la pesca.

- **Disponibilidad**

Con la ecuación 5 se desarrolló en Microsoft Excel una tabla dinámica que dio resultados de la disponibilidad semanal y mensual de la línea de enlatado 1 empresa TECOPESCA.

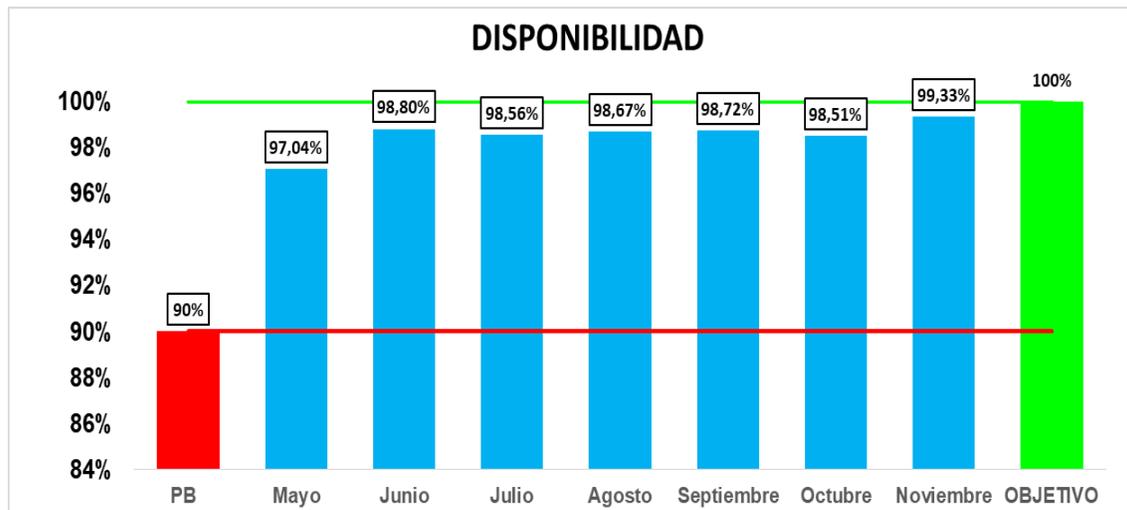
Parámetros para tomar en cuenta:

- 100% Ideal
- +94% al 99.99% Aceptable
- +90% al 94% Alerta
- < 90% Crítico

Con la ecuación 5 se calculó la disponibilidad semanal de la maquinaria de enlatado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}} \quad (5)$$

Figura 3. Disponibilidad mensual de maquinaria enlatado.



Como se observa, se encuentran en porcentajes por encima de 97 %

- **Fiabilidad**

Con la fórmula de la ecuación 6 se desarrolló en Microsoft Excel una tabla dinámica que nos dio resultados de la fiabilidad semanal y mensual de la línea de enlatado 1 empresa TECOPESCA.

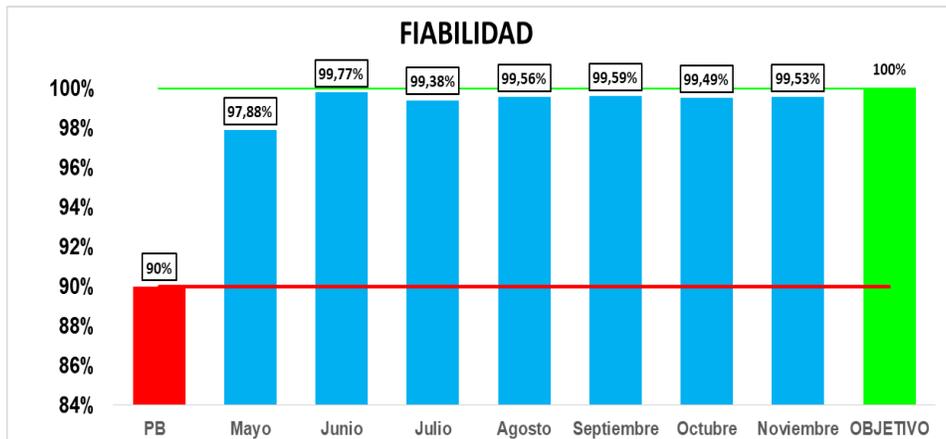
Parámetros para tomar en cuenta:

- 100% Ideal
- +94% al 99.99% Aceptable
- +90% al 94% Alerta
- < 90% Crítico

Ecuación 1. Fiabilidad

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Horas Totales}} \quad (6)$$

Figura 1. Fiabilidad mensual de maquinaria enlatado



Como se observa la fiabilidad también se encuentra por encima del 90 %.

- **Mantenibilidad**

La ecuación 7, desarrollada en Microsoft Excel permitió una tabla dinámica que para conocer la mantenibilidad semanal y mensual de la línea de enlatado 1 empresa TECOPESCA.

Parámetros para tomar en cuenta:

- <10% Ideal
- >10% hasta 15% Aceptable
- >15% hasta 30% Alerta
- > 30% Crítico

$$\text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-ut} \quad (7)$$

$$\text{Mantenibilidad} = 1 - 2.71828^{-u*t}$$

Donde:

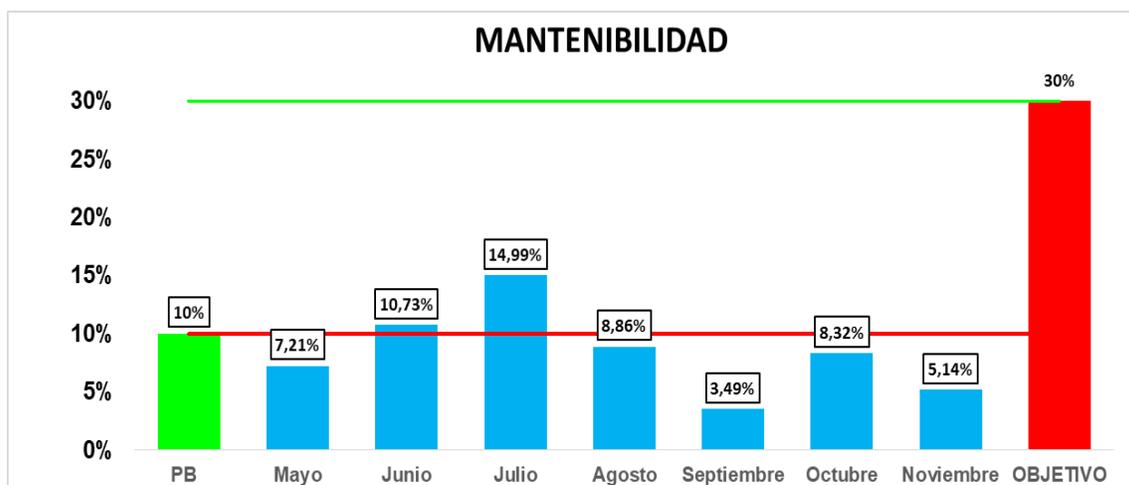
t→Tiempo duración de la reparación (TMPR)

u→Número total de reparaciones realizadas

e→constante Neperiana (e=2.303...)

Como se observa en la figura 5, la mantenibilidad mensual de maquinaria enlatado esta por encima de 7,21 %, teniendo un promedio aproximado de 10 %.

Figura 5. Mantenibilidad mensual de maquinaria enlatado



En la figura 6 se muestra una imagen de la tabla obtenida en el tablero KPI en el área de enlatado donde se observan los parámetros de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.

Figura 6. Tablero KPI mantenimiento Área de enlatado

Disponibilidad de Maquinaria Enlatado			SEMANA DEL:	28/09/2020
			SEMANA #:	40
	H.LAB.	HPNP	%	
LINEA 307	51,20	0,62	98,8%	
LINEA 211/307	51,20	0,54	98,9%	
TOTAL L1+L2	51,20	1,16	97,7%	
Fiabilidad de Maquinaria Enlatado				
	H.LAB.	HPNPM	%	
LINEA 307	51,20	0,24	99,5%	
LINEA 211/307	51,20	0,24	99,5%	
TOTAL L1+L2	51,20	0,48	99,1%	
Mantenibilidad de Maquinaria Enlatado				
e= 2.71828	TMPR	# REP.	%	
LINEA 307	0,01	11,00	7,55%	
LINEA 211/307	0,01	9,00	7,48%	
TOTAL L1+L2	0,01	20,00	14,59%	

Este tablero KPI esta formulado para que se pueda filtrar la información semanalmente por medio de una base de datos que se sigue llenando conforme pasan datos actualizados del área de enlatado. Cada una de las ecuaciones (Disponibilidad, Fiabilidad y Mantenibilidad), se han formulado para que obtengan de la base de datos todos los requerimientos para el cálculo por semanas y por líneas establecidas en el área. Se incluye además un gráfico donde se puede apreciar de una manera sencilla los totales de cada ítem (Disponibilidad, Fiabilidad y Mantenibilidad) y un gráfico final de los parámetros tomados en cuenta para verificación.

Una vez verificado cada uno de los datos encontrados mediante el tablero KPI en el área de enlatado se filtran las tareas repetitivas durante la semana, y verificando cual ha sido la de mayor incidencia para que la mantenibilidad de los equipos este por debajo de límites permitidos $> 15\%$.

Como es un proceso en línea si una máquina no funciona correctamente el proceso se paraliza en la línea completa.

Es importante verificar semanalmente el tablero KPI de esta área, para conocer las tareas que se pueden presentar como repetitivas y poder realizar una evaluación de la misma para actuar de la manera oportuna minimizando los inconvenientes que inciden en la disminución de la disponibilidad (máquinas y equipos estén listos para su operación), brindando también la mayor fiabilidad (máquinas y equipos cumplan su función en el tiempo determinado) y mantenibilidad (reparaciones en el menor tiempo posible) que se obtengan.

Se evalúa línea de enlatado con formato 307, de manera lineal ya que si un activo de esta falla, se paraliza toda la línea. Por lo cual la disponibilidad está basado en el total general de la línea, lo que ofrece a una buena disponibilidad mensual entre un 97.04 al 99.33%; esta se basada solo en paradas que se han realizado por temas de mantenimientos que se han presentado en la línea durante las jornadas diarias de trabajo y se evalúa semanalmente, las tareas de mantenimientos preventivos se realizan en horas que no afectan las jornada productivas (sábado y domingo); en la semana se pueden realizar en horarios de paradas programadas por el área de producción.

Conclusiones

Hay paradas imprevistas tanto de producción como mantenimiento que pueden afectar el normal desenvolvimiento de las actividades en el área, estas repercuten en llegar a las metas establecidas diariamente.

La fiabilidad mensual se mantiene en un elevado porcentaje 97.88 al 99.53% tomando en cuenta las horas de parada no programadas por el área de mantenimiento, la mayor cantidad de horas de parada no programada son por temas de producción, falta de líquidos de cobertura, materia prima, cambios de líquidos de cobertura, cambio de envases o de materia prima.

La mantenibilidad en la línea puede variar constantemente por el número de reparaciones que se realicen durante la jornada de trabajo y el tiempo que se tome el personal de mantenimiento para realizar estas reparaciones, se obtuvo que esta se encuentra entre 3.14% y 14.99%.

La implementación de KPI para mantenimiento en el área de enlatado ayudará a gestionar de una mejor manera temas correctivos que se realizan entre semana para mejorar disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad, a la vez que le dan a la persona encargada de mantenimiento un gráfico del comportamiento general de las actividades que se deben realizar en el área que servirá como guía para la implementación de los KPI en las distintas áreas que se tengan maquinarias lineales de proceso y en las distintas áreas que se puedan aplicar.

Referencias

1. Agroalimentario, E. (2019). Nueva propuesta para el desarrollo nacional. Ecuador Agroalimentario/IDE. <https://ecuadoragroalimentario.com/wp-content/uploads/2019/06/Ecuador-Agroalimentario-Junio-2019.pdf>
2. Ariet, A. D. C. J. C. G. N. V. (2016). Estudio de Confiabilidad Operacional como soporte al mantenimiento aeronáutico en Cuba. 13. https://www.researchgate.net/publication/311451118_Estudio_de_Confiabilidad_Operacional_como_soporte_al_mantenimiento_aeronautico_en_Cuba
3. Castillo, A. D. Q. D. (2019). “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MRP, RCM Y GESTIÓN DE PERSONAL, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN, EN LA LÍNEA DE ENLATADO-CRUDO DE LA EMPRESA INVERSIONES QUIAZA S.A.C.” Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21894>
4. Cucuri-Pushug, M. I. C.-C. J. W. J.-C. M. I. (2020). Análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) del sistema de reinyección de agua de formación. 5, 19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7437976> (Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA) (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)
5. Diharce, E. R. V. (2011). Análisis bivariado de confiabilidad basado en copulas [Científico]. 34, 20. https://www.researchgate.net/publication/265376829_Analisis_bivariado_de_confiabilidad_basado_en_copulas/link/54243cf70cf238c6ea6ea0dc/download (Revista Colombiana de Estadística)
6. Garrido, S. G. (2015). indicadores-de-disponibilidad. <http://renovetec.com/irim/14-revista-irim-6/304-indicadores-de-disponibilidad>

7. Kreutzfeld, F. (2016). ¿Qué es y cómo calcular el índice OEE de su producción? <https://www.deltamaquinastexteis.com.br/es/industria-textil/que-es-y-como-calcular-el-indice-oee-de-su-produccion/>
8. Marin-Garcia, J. A. G.-S., Julio J. (2012). Cálculo de indicadores productivos. 7. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16050/indicadores.pdf?sequence>
(Universidad Politécnica de Valencia)
9. Mendoza, M. (2018). Ecuador es una potencia atunera. Revista Líderes. <https://www.revistalideres.ec/lideres/ecuador-industria-procesa-atun-exportacion.html>
10. Pinos, G. M. (2016). ANALISIS DE CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD A LOS EQUIPOS CRITICOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SUSTAG DE ETAPA EP. [Maestría, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6192>
11. Ricardo, Z. E. P. A. T. C. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, 17. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99342682008.pdf>
(TELOS)
12. Zegarra, M. (2016). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. 19,
13. <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1219> (Ciencia y Desarrollo).

© 2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)