



*Experiencias en el mantenimiento de la Máquina Empacadora de Conservas
Herfraga. Un Proyecto Factible*

*Experiences in the maintenance of the Herfraga Canned Food Packing Machine.
A Feasible Project*

*Experiências na manutenção da Máquina Embaladora de Alimentos Enlatados
Herfraga. Um projeto viável*

Johnny Antonio Abambari-Vera ^I
jabambari2507@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1895-3139>

Efraín Pérez-Vega ^{II}
evperez@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4718-4479>

Correspondencia: jabambari2507@utm.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de revisión

***Recibido:** 26 de febrero de 2021 ***Aceptado:** 20 de marzo de 2021 * **Publicado:** 08 de abril de 2021

- I. Estudiante de Maestría en Mantanimiento Industrial, Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Posgrado, Ingeniero Mecanico, Portoviejo, Manabí, Ecuador.
- II. Master of Science en Ingenieria, Master en Gerencia de la Ciencia y la Innovacion, Ingeniero Metalurgico, Universidad Técnica de Manabí. Instituto de Ciencias Básicas, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Resumen

El presente artículo de investigación, tiene como objetivo describir las experiencias en el mantenimiento de la Máquina Empacadora de Conservas Herfraga. Desarrollando como metodología de estudio el proyecto factible, de tipo descriptivo. La principal técnica de recolección de datos usada es la observación directa, detectando las distintas fallas o averías que ocasionan los paros operativos de la maquinaria, resaltando que entre los fallos observados están: fallo de rodamientos, fallo bielas interiores, fallo eje de excéntricas, fallo eléctrico, fallo de engranajes, fallo de cadena 1 ¼”, fallo motor neumático, fallo balancín altura de pescado, fallo en soporte tensor, y fallo en eje balancín. Prevenir las fallas, averías, y paralización de la maquinaria, disminuyen de forma considerable los costos de mantenimiento. Se concluye con la propuesta de mejora en cuanto a los sistemas de la empacadora, cuyos elementos que abarquen bocines de bronce fosfórico sean reemplazados por bocines de bronce al aluminio debido a su alta resistencia mecánica.

Palabras Clave: Experiencias; mantenimiento; propuesta; prevención de fallas.

Abstract

The present research article aims to describe the experiences in the maintenance of the Herfraga Conservas Packing Machine. Developing as a study methodology the feasible, descriptive project. The main data collection technique used is direct observation, detecting the different failures or breakdowns that cause operational stoppages of the machinery, highlighting that among the failures observed are: bearing failure, inner connecting rod failure, eccentric shaft failure, failure electrical, gear failure, 1 ¼ ”chain failure, pneumatic motor failure, fish height rocker failure, tensioner bracket failure, and rocker shaft failure. Preventing failures, breakdowns, and machinery stoppages considerably reduce maintenance costs. It concludes with the proposal to improve the packinghouse systems, whose elements that include phosphor bronze caps are replaced by aluminum bronze caps due to their high mechanical resistance.

Keywords: Experiences; maintenance; proposal; failure prevention.

Resumo

O presente artigo de pesquisa tem como objetivo descrever as experiências na manutenção da Empacotadora Herfraga Conservas. Desenvolvendo como metodologia de estudo o projeto factível e

descriptivo. A principal técnica de coleta de dados utilizada é a observação direta, detectando as diferentes falhas ou quebras que causam paradas operacionais das máquinas, destacando-se que entre as falhas observadas estão: falha de rolamento, falha de biela interna, falha de eixo excêntrico, falha elétrica, falha de engrenagem, Falha da corrente de 1 ¼ ”, falha do motor pneumático, falha do balancim de altura do peixe, falha do suporte do tensionador e falha do eixo do balancim. A prevenção de falhas, quebras e paradas de máquinas reduz consideravelmente os custos de manutenção. Conclui com a proposta de melhoria dos sistemas de packinghouse, cujos elementos que incluem gorros de bronze fosforoso são substituídos por gorros de bronze alumínio devido à sua alta resistência mecânica.

Palavras-chave: Experiências; manutenção; proposta; prevenção de falhas.

Introducción

Las empresas en la actualidad tienen entre sus grandes objetivos satisfacer la demanda de sus exportaciones, elaborar productos de excelente calidad y mejorar sus ingresos, lo cual se logra a través de su máxima productividad. Para asegurar las actividades en las áreas productivas es necesario implementar técnicas de mantenimiento eficientes que permitan garantizar la vida útil de los activos fijos, y sustentar la confiabilidad en los procesos operativos de la organización.

Medrano J, Gonzáles V, & Díaz de León V,(2017) consideran el mantenimiento como una actividad necesaria para garantizar la vida útil de los recursos de equipos, edificios e instalaciones(pág.10). La efectividad del mantenimiento comienza mucho antes del día en el que se produce la primera avería de una máquina, pues en el mismo instante de la concepción de ésta ya se determinan ciertas aptitudes como su fiabilidad, su mantenibilidad y su disponibilidad (Gento A & Redondo A, 2005 pág.01).

El mantenimiento encierra todo lo referido a la organización, aplicación y ejecución de toda actividad que brinde, mejore y conserve el funcionamiento de una maquina al más bajo costo posible. (Gonzalez J. 2016 pág.25)Dado que la máquina no cuenta con ningún plan de mantenimiento preventivo, debido a que se ha dado prioridad a cumplir con el área de producción, solo se ha limitado a dar mantenimiento correctivo a los problemas que van surgiendo durante el transcurso del día. Por lo cual, problemas de cada paro no pueden ser solucionados de forma rápida, y existen paros que no pueden ser atendidos con eficacia, esto promueve pérdidas económicas al no cumplir con los pedidos programados. (Leal J. & Espinoza J. 2018 pág.11-25). Cárcel Carrasco & Peñalvo López (2017) señalan que la importancia de las técnicas de mantenimiento en las empacadoras ha crecido

constantemente, ya que el mundo empresarial es consciente de que para ser competitivos es necesario no sólo introducir mejoras e innovaciones en sus productos y procesos productivos, sino que también, la disponibilidad de los equipos ha de ser óptima y esto sólo se consigue mediante un mantenimiento adecuado (pág.18-22).

La máquina empacadora de conservas Herfraga, cumple un protagonismo fundamental dentro de las actividades de producción de la empresa. En los últimos años se evidenciado que han venido presentando fallas las cuales se han atendido por un tipo de mantenimiento que no es el más adecuado para predecir o prevenir fallas futuras. Por lo cual, nace la necesidad del estudio y desarrollo de la investigación, que tiene como objetodescribir las experiencias en el mantenimiento de la maquina empacadora de conservas Herfraga, para la empresa Promopesca. Partiendo de la documentación teórica correspondiente al mantenimiento y la importancia de su aplicación en las organizaciones, enmarcando una metodología de estudio como proyecto factible, que permitirá obtener como resultado el objetivo planteado en la investigación, y las conclusiones obtenidas con el análisis de los mismos. Esto accederá a predecir y prevenir fallas que puedan atentar con las actividades operacionales de la máquina, aumentando la confiabilidad operativa y disminuyendo los gastos operacionales por fallas que se puedan presentar en el periodo productivo de la organización.

Materiales y Métodos

Referentes teóricos que sustentan el mantenimiento.

Mantenimiento:

El mantenimiento según lo expresado por De La Paz E. (2015, como se citó en Llerena D. 2016) se puede definir como las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, para lograr una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el ambiente y la seguridad del personal (pág.05). Un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos (Gonzalez J. 2016 pág.23).

Objetivos del mantenimiento

Para Llerena D. (2016), Los principales objetivos en la ejecución de las actividades de mantenimiento en las organizaciones son los siguientes:

- Garantizar la máxima disponibilidad y la confiabilidad de los equipos e instalaciones.
- Satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir todas las normas de seguridad para evitar accidentes y mantener la Conservación del medio ambiente.
- Maximizar la productividad y eficiencia.
- Prolongar la vida útil económica de los activos fijos.
- Conseguir estos objetivos a un costo razonable (pág.05-06).

Sistema de Mantenimiento

Según lo resaltado por Gonzalez J.(2016) un sistema de mantenimiento en general, se trata de un conjunto de elementos que interactúan con el fin de incrementar al máximo la disponibilidad de los recursos. Entendiendo por disponibilidad que el equipo se encuentre en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo así los propósitos para lo cual fue diseñado. Las ventajas que proporciona un Sistema de Mantenimiento son: mayor disponibilidad, incrementar la vida útil de los recursos, reducir los costos de reparaciones, reducir los tiempos muertos, aumentar la confiabilidad, mejorar las condiciones de operación y trabajo, propiciar un mejor ambiente laboral y enseñar con calidad (pág.25).

Tipos de Mantenimientos

La ejecución del mantenimiento es una de las actividades más importantes dentro de las organizaciones, por lo cual, es importante discriminar los tipos de mantenimiento que se pueden ejecutar con la finalidad de brindar la mayor confiabilidad y una eficiente operación en el uso de los equipos. Al respecto, Mayorga A. Quishpe J. (2019) resaltan los siguientes tipos:

Mantenimiento correctivo:según lo indicado por Garrido S. (2013, como se citó en Solis G. 2018, pág. 25), es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

- **Mantenimiento preventivo:** el mantenimiento preventivo se aplica fundamentalmente para impedir, mediante la adecuada planificación y programación de las intervenciones periódicas que se harán, las fallas previstas en equipos, sistemas e instalaciones, que transforman ya sea el proceso productivo o el desempeño normal del elemento dañado (Sánchez A. 2017 pág 22).
- **Mantenimiento predictivo:** este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción (Corrales P. 2008, como se citó en Pacheco L. 2018 pág.18).

Aunado a estas tipologías, Gento A. & Redondo A. (2005) añaden a las mismas lo siguiente:

- **Mantenimiento productivo:** este tipo de mantenimiento es el que engloba tanto el mantenimiento correctivo como los diferentes tipos de mantenimiento preventivo. Mantenimiento de mejora: se entiende por mantenimiento de mejora todas aquellas acciones encaminadas a lograr unas nuevas condiciones productivas que permitan mejorar el rendimiento del proceso.
- **Mantenimiento productivo total:** el mantenimiento productivo total, también conocido como mantenimiento integrado de producción, engloba el mantenimiento productivo y el mantenimiento de mejora, es decir, engloba tanto los mantenimientos correctivos, como los preventivos y de mejora (pág.05).

Principios metodológicos del estudio

El desarrollo del estudio de investigación se enmarca bajo la metodología de proyecto factible, en una investigación de tipo descriptiva, experimental, usando como técnica principal de recolección de datos la observación.

Entendiendo el método de investigación factible según lo expresado por Hurtado J. (2008), como la elaboración de una propuesta, un programa, o un plan, como la solución de un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social o de una institución, o de una región geográfica en un área de conocimiento a partir de la determinación de las necesidades del momento (pág.325). Del mismo modo, respecto a esto Balestrini M. (2006) indica que un proyecto factible es aquel que propone la

formulación de modelos, sistemas, entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática planteada (pág.09).

Basado en las definiciones expuestas por los autores, una vez planteada la problemática o necesidad existente en cuanto a la aplicación de un sistema de mantenimiento eficiente a la maquina empacadora de conservas Herfraga, se desarrolla el estudio bajo la metodología de proyecto factible ya que propone la aplicación de un sistema de mantenimiento que permita evitar fallas inesperadas, aumentar la confiabilidad en los equipos y alargar la vida útil de la máquina.

Por otro lado, la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo, o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento (Arias F. 2006 pág.24).

El presente estudio de investigación, describe el comportamiento de la maquina empacadora de conservas Herfraga, con la intención de proponer un sistema de mantenimiento efectivo que permita solucionar la problemática o necesidad existente en la empresa Promopesca.

Para Arias (2012) la investigación experimental consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). Es por ello que el presente trabajo somete a la maquina empacadora a un proceso de análisis para poder determinar los modos de fallas y así proponer formas de mantenimiento eficaz y oportuno para seguir produciendo.

La observación es una técnica de recolección de datos según lo expresado por Hurtado J. (2008), constituye un proceso de atención, selección, recopilación, y registro de información para la cual el investigador se apoya en sus sentidos (pág.449).

Mediante la técnica de la observación se pudo evidenciar los fallos y las averías que presenta en la actualidad la maquina empacadora de conservas herfraga. Así como también, la técnica de mantenimiento empleada por la empresa Promopesca.

En cuanto al análisis y procesamiento de datos, se utiliza la hoja de Información AMEF, dicha hoja determina todos los fallos que pueden surgir en el funcionamiento de un activo como en seguridad y medio ambiente, calidad, producción y mantenimiento y por ende la valoración de cada uno de estos fallos y cuantificarlos con un número que agrupa dicha valoración. Para medir la confiabilidad que es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo las condiciones de uso determinadas para un periodo de tiempo determinado, de este indicador estudia los fallos de un equipo componente, el AMEF es el parámetro más importante para la optimiza un programa de mantenimiento.

Resultados y discusión

Descripción de la maquina empacadora de conservas Herfraga

Tabla 1: Ficha técnica de la maquina empacadora Herfraga (sm-200).

14. CARACTERISTICAS TÉCNICAS													
DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA	MAQUINAEMPACADORA MODELO SM-200 DIMENSIONESLARGO 4135/ ANCHO 1630/ ALTO1740 NORMASDEFABRICACIÓN UNE PRODUCCIÓN MÁXIMA 200LATAS/MIN PESO 2000KG PATENTE HERFRAGA												
CARACTERÍSTICAS MOTOREDUTOR	<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>MOTORPRINCIPAL</u></td> <td style="text-align: center;"><u>REDUCTOR</u></td> </tr> <tr> <td>MARCA</td> <td>MEB</td> <td>SEW</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>3kw</td> <td>3Kw</td> </tr> <tr> <td>DIÁMETRODESALIDA</td> <td></td> <td>40</td> </tr> </table>		<u>MOTORPRINCIPAL</u>	<u>REDUCTOR</u>	MARCA	MEB	SEW	POTENCIA	3kw	3Kw	DIÁMETRODESALIDA		40
	<u>MOTORPRINCIPAL</u>	<u>REDUCTOR</u>											
MARCA	MEB	SEW											
POTENCIA	3kw	3Kw											
DIÁMETRODESALIDA		40											
CARACTERÍSTICAS CONVERTIDOR	POTENCIA4Kw												
PUESTA EN MARCHA Y PARADA	Conexión a la red eléctrica con encendido de marcha y parada y dispositivo de parada de emergencia.												
VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD	Mediante potenciómetro colocado en el convertidor												
TRANSMISIONES	Motor principal con cadena Transportador salida concadena												
ALIMENTADOR DE ENTRADA	Por gravedad												
TRANSPORTADOR DE SALIDA	Poleas con uñetas												
SISTEMA ENGRASE ENGRASE LEVAS ENGRASE MÁQUINA RUEDAS LIBRES	Aceite SAE 30 Grasa inocua para alimentación Llenar a la mitad de aceite hidráulico												
CONSUMO DE AIRE	Cilindro neumático 212litros/min PRESION 5 a 6 BAR Motor neumático												
NORMAS DE MANTENIMIENTO	Limpieza máquina: diaria Engrase máquina: 2 veces al día Engrase ruedas libres: cada 3 meses												
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	Aceros F314, F312, F125, F154 según I.H.A. Plásticos para alimentación												
FORMATOS	Redondos, rectangulares y ovals												
OPERACIÓN QUE REALIZA	Llenado de pescado en las latas, tarro de cristal, etc.												
PRODUCCIÓN	Máximo 200 latas /min. (según formato)												
SISTEMA DE TRABAJO	Pescado cocido troceado, colocado entre las bandas												

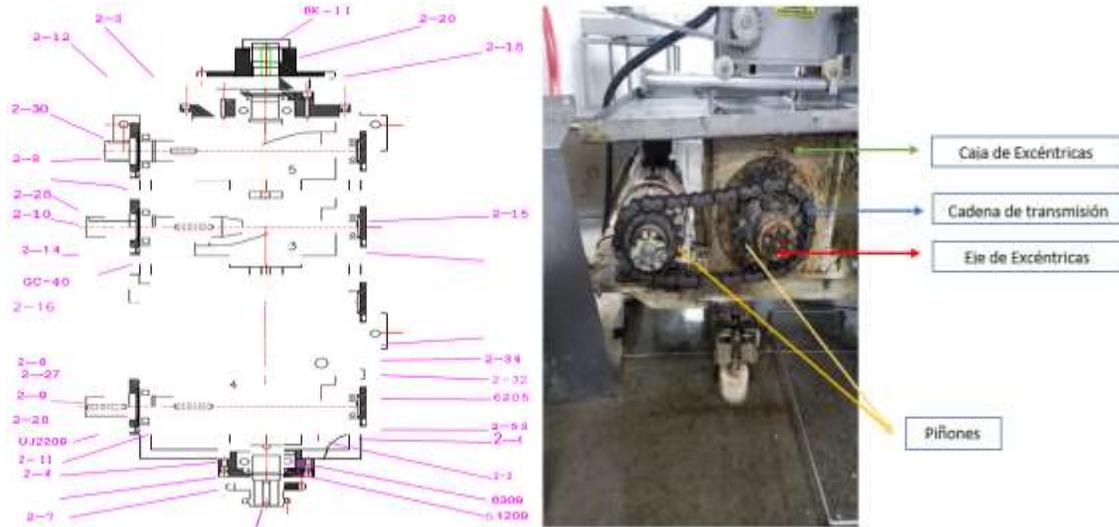
Fuente: Promopesca S.A

Elementos de empacadora HERFRAGA (sm-200)

Funcionamiento de la Caja de Excéntricas.

Recibe el movimiento del motor eléctrico. Transmitiendo el movimiento a las tres levas transformando en movimiento alternativo.

Grafico 1: Funcionamiento de la Caja de Excéntricas.



Fuente: Promopesca S.A

Funcionamiento Motor-Reductor

El motor eléctrico tiene como función transformar la energía eléctrica en energía mecánica de movimiento, luego para transmitir el movimiento por medio de engranajes con cadenas y distribuir a todos los componentes que conformar diferente función en su operación. Como se indicó el motor tiene las siguientes características:

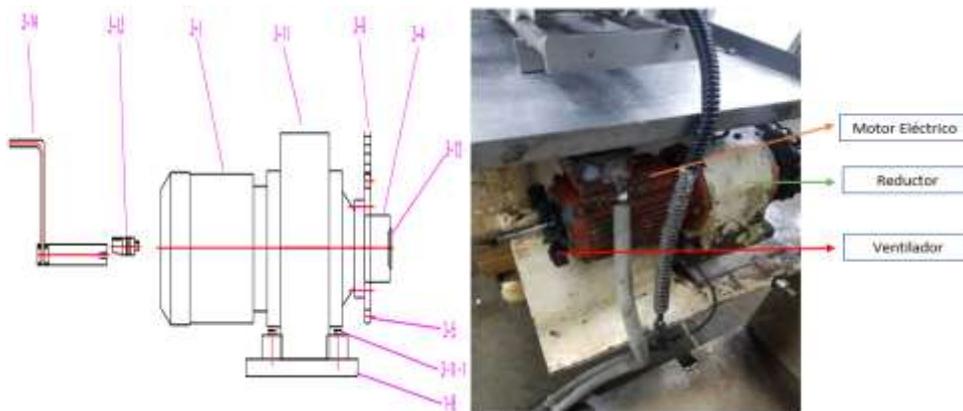
La máquina está accionada por un moto-reductor de 3Kw (03-01).

La velocidad de la máquina se varía girando el potenciómetro (P) que acciona el variador de frecuencia (14-03) situado en el interior del armario (14-02).

El ajuste de la tensión de la cadena (03-06), si es necesario, se realiza aflojando los tornillos (03-11-01) que sujetan el moto-reductor a la base (01-08) y desplazándolo a lo largo de las correderas.

Para la puesta a punto, se pone la máquina en movimiento manualmente. Se acopla la manivela (03-14) en el tornillo (03-13) y se hace girar en sentido anti-horario.

Gráfico 2: Funcionamiento Motor-Reductor

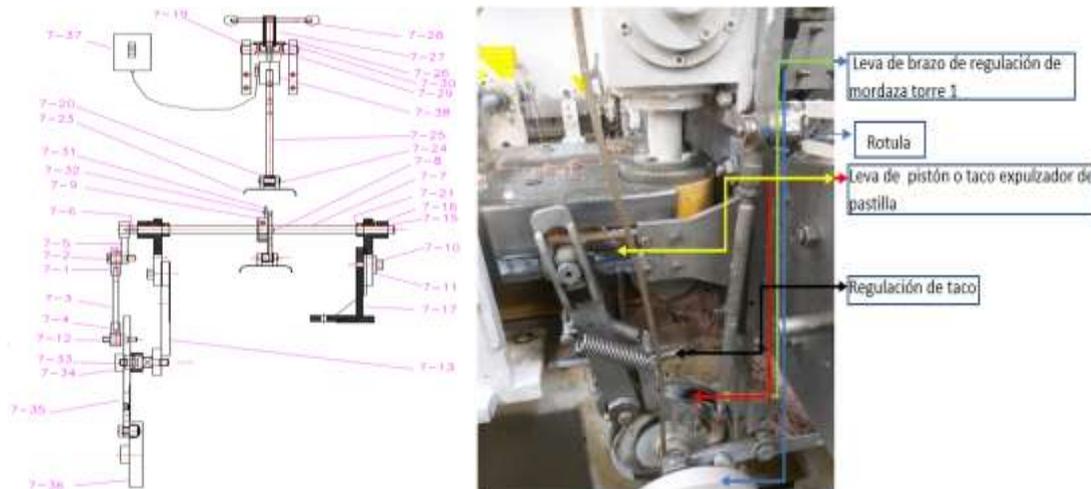


Fuente: Promopesca S.A

Funcionamiento conjunto rótula derecha (introducción de pescado)

Sirve para comprobar que la cantidad de pescado que está colocado entre las bandas de arrastre es la correcta. Posición “G” (Luz color verde): La cantidad de pescado que se coloca es correcta. Posición “R” (Luz color rojo): la cantidad de pescado colocada es excesiva.

Gráfico 3: Funcionamiento conjunto rótula derecha (introducción de pescado)

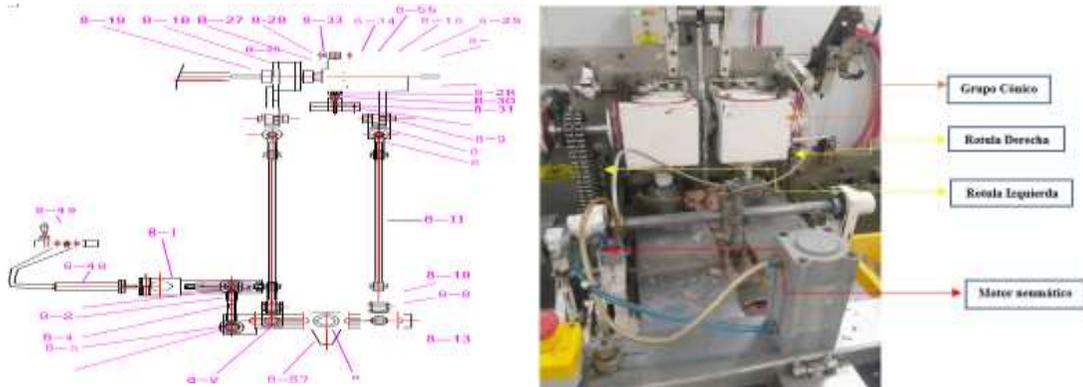


Fuente: Promopesca S.A

Funcionamiento Conjunto Rótula Izquierda y Derecha (altura pescado)

En este conjunto se encuentra el motor neumático que su función es regular con mayor exactitud la altura de la pastilla de pescado.

Gráfico 4: Funcionamiento Conjunto Rótula Izquierda y Derecha (altura pescado)



Fuente: Promopesca S.A

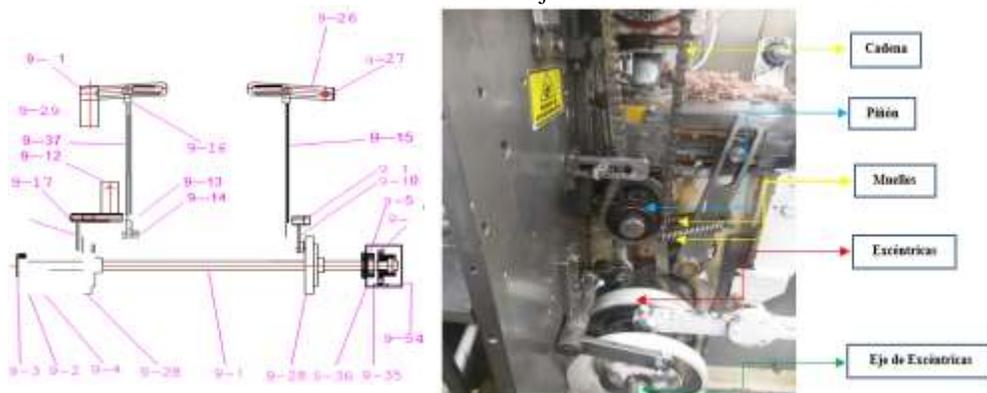
Funcionamiento Eje Excéntricas Cierre de Mordazas

Las mordazas (11-07) son las piezas colocadas en el formato (11-06) que dan la forma definitiva a la pastilla de pescado y la sujetan mientras la cuchilla la corta.

Están accionadas por un balancín (11-10) cuyo movimiento es transmitido por las levas (09-28) a través de las barras (09-15) y (09-37) y correderas (09-26).

Las medidas de las mordazas dependen, para cada tipo de lata, de la cantidad de pescado que se desea introducir.

Gráfico 5: Funcionamiento Eje Excéntricas Cierre de Mordazas

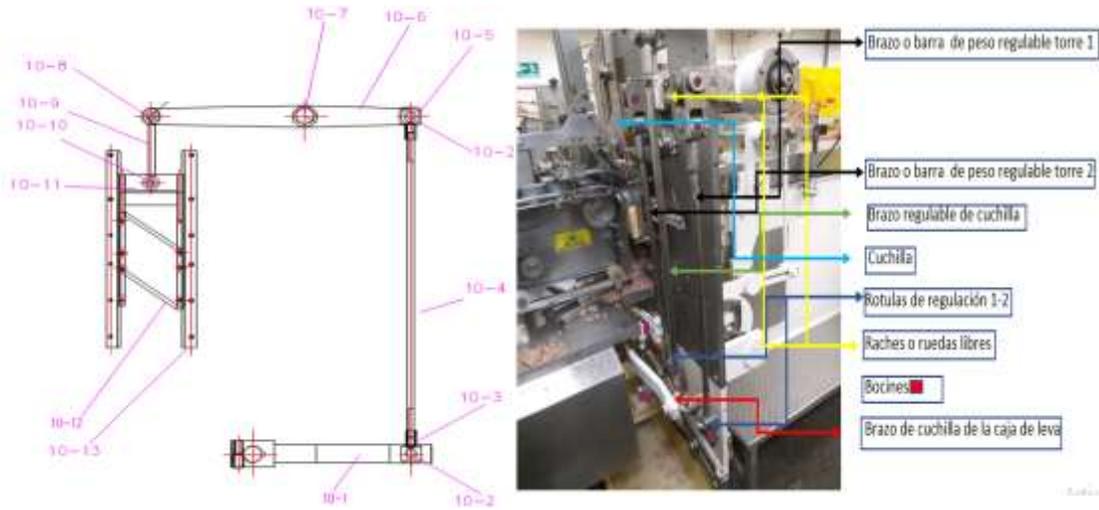


Fuente: Promopesca S.A

Funcionamiento Conjunto Palanca Cuchilla

El corte de la pastilla de pescado se realiza mediante la cuchilla (10-12) accionada por la palanca (10-01). El corte se efectúa cuando el pescado está sujeto por las mordazas. Se recomienda para un buen corte y presentación del pescado en la lata que las cuchillas estén perfectamente afiladas.

Gráfico 6: Funcionamiento Conjunto Palanca Cuchilla



Fuente: Promopisca S.A

Tabla 2: AMEF - Eje Excéntricas Cierre de Mordazas

FUNCIÓN / PROCESO	PARAMETRO	FALLOS FUNCIONALES	MODOS DE FALLO			EFECTOS DE FALLO	CONSECUENCIAS DE FALLO					VALORACIÓN DE RIESGO			
			CLASIFICACIÓN A	CLASIFICACIÓN B	CLASIFICACIÓN C		FALLO OCULTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	CALIDAD	GRAVEDAD	FREC. FALLOS	DETECTABILIDAD	N.P.R.
Dar forma definitiva a la pastilla de pescado y la sujetan mientras la cuchilla la corta	Eje de Excéntricas Cierre de Mordazas	HOLGURAS EN LAS BARRAS DEL CONJUNTO	FALLO DE RODAMIENTOS	RODAMIENTOS PICADOS	Fallo de engrase	Excoriaciones por Corrosión.	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
					Desalineación de conjunto	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	NO	NO	SI	SI	NO	5	4	4	80
					Mal montaje	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
				OXIDACIÓN	Almacenamiento inadecuado (humedad atmosférica)	Formación de agua por condensación	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	1	15
					Fallo de las obturaciones	Intensificado por la acción abrasiva de la suciedad.	SI	NO	SI	SI	NO	6	3	2	36
					Entrada de agua o suciedad	Excoriaciones por Corrosión.	SI	NO	SI	SI	NO	6	4	5	60
				RODAMIENTOS CLAVADOS	Fallo de engrase	Lubricante inadecuado	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	4	80
					Desalineación del alojamiento	Flexión del eje principal	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140
					Mal Montaje	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	4	40
			FALLO DE EXCÉNTRICA LATERAL	DESGASTE DE EJE CENTRAL	Golpeteo conjuntamente con chavetero	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	SI	NO	SI	SI	NO	6	3	6	108
				DESGASTE EN LA CADENA	Desgaste tensor de la Cadena	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
				DESGASTE DE MUELLES	Fatiga de material	Perdida de rendimiento del conjunto	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
			DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL	Grieta superficial	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	7	4	4	108	
				Fricción con perno guías	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	3	75	
				Lubricación inadecuada	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140	

		FALLO EN CASQUILLOS DE BARRAS	Variación de espesor	Ondulaciones en la superficie	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	5	50
				Holgura eje y casquillo	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	7	5	4	140
				Desalineación del alojamiento	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	6	5	4	120
				Deformación y golpes	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	5	125

Tabla 3: AMEF - Funcionamiento Conjunto Rótula Izquierda y Derecha (altura pescado)

FUNCIÓN / PROCESO	PARÁMETRO	FALLOS FUNCIONALES	MODOS DE FALLO			EFECTOS DE FALLO	CONSECUENCIAS DE FALLO					VALORACIÓN DE RIESGO				
			CLASIFICACIÓN A	CLASIFICACIÓN B	CLASIFICACIÓN C		FALLO OCULTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	CALIDAD	GRAVEDAD	FREC. FALLOS	DETECTABILIDAD	N.P.R.	
CONTROL DE TRASLADO DE LA MATERIA PRIMA	ROTULA DERECHA	CONJUNTO PARALIZADO	FALLO ROTULAS	FALLO POR DESGASTE	Suciedad en el componente	Vibración del elemento	NO	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40	
					Falta de lubricación	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30	
					Fatiga del elemento	Aumento de la tolerancia de fabricación	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30	
				JUEGO EXCESIVO	Desprendimiento de material	Vibración del elemento	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	1	15	
					Fricción constante	Aumento de la tolerancia de fabricación	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	2	20	
					BUJES DE ROTULAS OXIDADOS	Suciedad o entrada de agua	Grietas por Corrosión	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	4	60
				Desgaste prematuro		Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	4	80	
				Falta de lubricación		Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140	
				Propiedades del metal base	Película lubricante		SI	NO	SI	SI	NO	5	2	4	40	
			BALANCÍN HOLGADO		FALLO DE CASQUILLOS BRONCE	Desprendimiento de material	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140
					FALLO POR RIGUROSIDADES DEL MATERIAL	Fricción eje y balancín	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
				FALLO DE PELÍCULA LUBRICANTE	Inserción de Partículas en la holgura	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40	
			EJE DE INTRODUCCIÓN DE PESCADO	FALLO EN EJE BASCULANTE	FALLO EN EJE BASCULANTE	Desgaste en la biela corredera	Golpeteo constante	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	2	50
						Excesiva holgura	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	2	50
						Fallo de chavetas	Golpeteo constante	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140
					FALLO EN CHAPA INTRODUCCIÓN DE PESCADO	Fallo en el balancín	Perdida de sincronización con eje de mando	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	5	50
						Desgaste en bulones	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	4	40
						Desalineación del eje	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	5	100
			Desgaste en la leva	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	4	100			

Tabla 4: AMEF - Conjunto Palanca Cuchilla

FUNCIÓN / PROCESO	PARÁMETRO	FALLOS FUNCIONALES	MODOS DE FALLO			EFECTOS DE FALLO	CONSECUENCIAS DE FALLO					VALORACIÓN DE RIESGO			
			CLASIFICACIÓN A	CLASIFICACIÓN B	CLASIFICACIÓN C		FALLO OCULTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	CALIDAD	GRAVEDAD	FREC. FALLOS	DETECTABILIDAD	N.P.R
Efectúa el corte de pescado cuando está sujeto por las mordazas	Conjunto Palanca Cuchilla	FALLO EN CORTE DE MATERIA PRIMA	FALLO EN EJE BALANCÍN	FALLO DE CASQUILLOS BRONCE	Desprendimiento de material	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	NO	NO	SI	SI	NO	5	4	4	80
					Fricción eje y balancín	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	NO	NO	SI	SI	NO	5	4	4	80
					Inserción de Partículas en la holgura	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
				FALLO POR RIGUROSIDADES DEL MATERIAL	Fricción eje balancín	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	1	15
					Aumento de holgura.	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	2	20
				DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL	Grieta superficial	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	4	60
					Fricción con perno guías	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	5	100
					Lubricación inadecuada	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140
				FALLO DE ROTULAS	ROTULAS O BUJES OXIDADOS	Ondulaciones en la superficie	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	4
			Suciedad o entrada de agua			Grietas por Corrosión	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
			Desgaste prematuro			Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
			FALLO EN CONJUNTO DE CUCHILLA	FALLO EN GUIAS DE BRONCE DE CUCHILLA	Falta de lubricación	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
					Guía con alta holgura	Golpeteo y vibración	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	2	50
					Fricción con perno guías	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	2	50
					Lubricación inadecuada	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140
				DESGASTE EN CUCHILLA	Holgura eje y casquillo	Fricción , calentamiento, vibraciones, ruidos	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	5	50
					Defecto en filo	Corte inadecuado de pastilla	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	4	40
					Fatiga	Reducción vida útil de cuchilla	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	5	100
					Desprendimiento de material	Partículas de material en el producto	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	3	30

Tabla 5: AMEF - Funcionamiento Conjunto Rótula Izquierda y Derecha (altura pescado)

FUNCIÓN / PROCESO	PARÁMETRO	FALLOS FUNCIONALES	MODOS DE FALLO			EFECTOS DE FALLO	CONSECUENCIAS DE FALLO					VALORACIÓN DE RIESGO			
			CLASIFICACIÓN A	CLASIFICACIÓN B	CLASIFICACIÓN C		FALLO OCULTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	CALIDAD	GRAVEDAD	FREC. FALLOS	DETECTABILIDAD	N.P.R.
Sirve para regular con mayor exactitud la altura de la pastilla de pescado	CONJUNTO ROTULA IZQUIERDA Y DERECHA	CONJUNTO PARALIZADO	FALLO MOTOR NEUMÁTICO	PERDIDA DE PRESIÓN DEL CILINDRO	Fuga de aire comprimido	Deslizamiento lento de rotula	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
					Pistón en mal estado	Paro de Motor	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
					Rigurosidad en el vástago	Paro de Motor	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
				JUNTA DEL EMBOLO DEFECTUOSO	Rigurosidad en el vástago	Insuficiente caudal	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	1	15
					Acumulación de condensación	Oxidación interna	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	2	20
					Accesorios flojos	Perdida de presión en el sistema	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	4	60
				RUIDOS O GOLPES ANORMALES	Fallo de alineación	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	4	80
					Tornillos de ajuste flojos	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140
					Alineación Incorrecta	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	4	40
			FALLO BALANCIN ALTURA DE PESCADO	FALLO EN MONTAJE	Alineación Incorrecta	Perdida de sincronización	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
				DESGASTE EN BUJES	Deficiencia en película lubricante	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
				DESGASTE EN EJE DE BALANCÍN	Rigurosidad en eje	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
			FALLO EN SOPORTE TENSOR	FALLO ROTULA IZQUIERDA	Desgaste de Casquillos	Perdida de rendimiento de conjunto	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	2	50
					Desgaste en Horquillas inferiores	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	2	50
					Deficiente lubricación	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	7	4	140
				FALLO ROTULA DERECHA	Desgaste de Casquillos	Perdida de rendimiento de conjunto	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	4	40
					Desgaste de soporte eje Balancín	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	5	100
					Deficiente Lubricación	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	5	4	100

Tabla 6: AMEF - Motor-Reductor

FUNCIÓN / PROCESO	PARÁMETRO	FALLOS FUNCIONALES	MODOS DE FALLO			EFECTOS DE FALLO	CONSECUENCIAS DE FALLO					VALORACIÓN DE RIESGO		
			CLASIFICACIÓN A	CLASIFICACIÓN B	CLASIFICACIÓN C		FALLO OCULTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	CALIDAD	GRAVE	FREC.	DETECT
			EL MOTOR FUNCIONA SÓLO CON DOS FASES	Desequilibrio de tensión	Motor se para por sobrecargas operativas	NO	NO	SI	SI	NO	6	2	2	24
				Fallo conexiones en el motor	Deficiencia de calidad eléctrica	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
				Fallo por transitorios de	Salta Protección Térmica por aumento de consumo	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30

Tabla 7: AMEF - Caja de Excéntricas

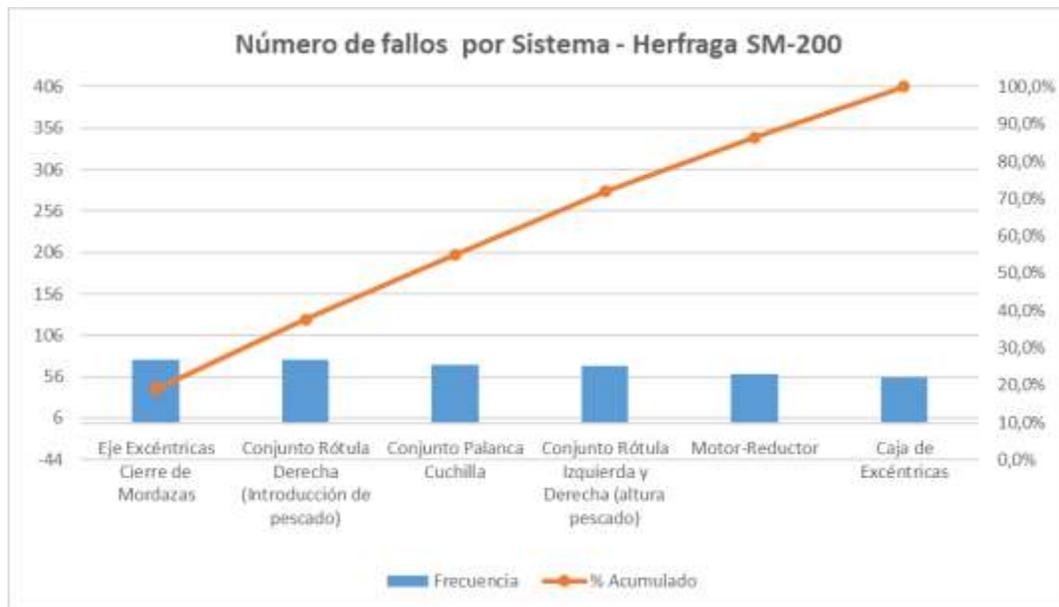
FUNCIÓN / PROCESO	PARÁMETRO	FALLOS FUNCIONALES	MODOS DE FALLO			EFECTOS DE FALLO	CONSECUENCIAS DE FALLO					VALORACIÓN DE RIESGO			
			CLASIFICACIÓN A	CLASIFICACIÓN B	CLASIFICACIÓN C		FALLO OCULTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	MANTENIMIENTO	CALIDAD	GRAVEDAD	FREC. FALLOS	DETECTABILIDAD	N.P.R.
Transmitir el movimiento a los diferentes mecanismos.	Caja de Excéntricas.	EL CONJUNTO PARALIZADO	FALLO DE RODAMIENTOS	RODAMIENTOS PICADOS	Fallo de engrase	Excoriaciones por Corrosión.	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	2	20
					Desalineación de conjunto	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	SI	NO	SI	SI	NO	6	2	3	36
					Mal montaje	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	NO	NO	SI	SI	NO	6	1	3	18
				OXIDACIÓN	Almacenamiento inadecuado (humedad atmosférica)	Formación de agua por condensación	SI	NO	SI	SI	NO	6	3	2	36
					Fallo de las obturaciones	Intensificado por la acción abrasiva de la suciedad.	SI	NO	SI	SI	NO	6	3	1	18
					Entrada de agua o suciedad	Excoriaciones por Corrosión.	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	2	20
				RODAMIENTOS CLAVADOS	Fallo de engrase	Lubricante inadecuado	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	1	10
					Desalineación del alojamiento	Flexión del eje principal	SI	NO	SI	SI	NO	7	5	4	140
					Mal Montaje	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento.	SI	NO	SI	SI	NO	4	3	2	24
			FALLO BIELAS INTERIORES	DESGASTE PERMANENTE	Fallo de engrase	Lubricación deficiente	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
				BULÓN HOLSADO	Ensamble Inadecuado	Paro de caja de excéntricas	SI	NO	SI	SI	NO	7	2	3	42
				HOLGURA EN MUÑONES	Fallo eje – biela (golpeteo)	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	2	30
			FALLO EJE DE EXCÉNTRICAS	ROTURA CHAVETEROS EXCÉNTRICA	Fallo de tornillos prisioneros	Paro de caja de excéntricas	SI	NO	SI	SI	NO	5	3	4	60
					Fallo de seguidores de levas	Paro de caja de excéntricas	SI	NO	SI	SI	NO	5	2	2	20
					Desequilibrio eje - chaveteros	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40
					Fallo de engrase	Deficiente lubricación	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	1	20
				FALLO RUEDA DENTADA	Fallo en Cadena	Paro de conjunto de rotulas	NO	NO	SI	SI	NO	5	3	4	60
					Desequilibrio de rueda	Desgaste en el eje de excéntrica	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	7	140
			Holgura eje - rueda	Vibraciones. Ruidos, Calentamiento	SI	NO	SI	SI	NO	5	4	2	40		

Tasa de modo de fallos y efectos de la máquina empacadora Herfraga

Para iniciar el levantamiento de la información se utilizarán el formato de hoja de información con la base de datos de modo y efecto de fallos de la máquina empacadora durante el periodo 2019 y 2020, que por ende analizarán las diferentes consecuencias del fallo, donde estaría enfocado a las áreas de Seguridad y medio ambiente, producción y mantenimiento, teniendo como punto esencial el número prioritario de riesgo (NPR). Para el estudio se destacaron las partes más propensas de la máquina a tener averías las mismas que se encuentran analizadas en las tablas de información.

Modos de falla de la empacadora herfraga SM-200

Gráfico 7: Diagrama de paretomodos de falla de la empacadora Herfraga SM-200

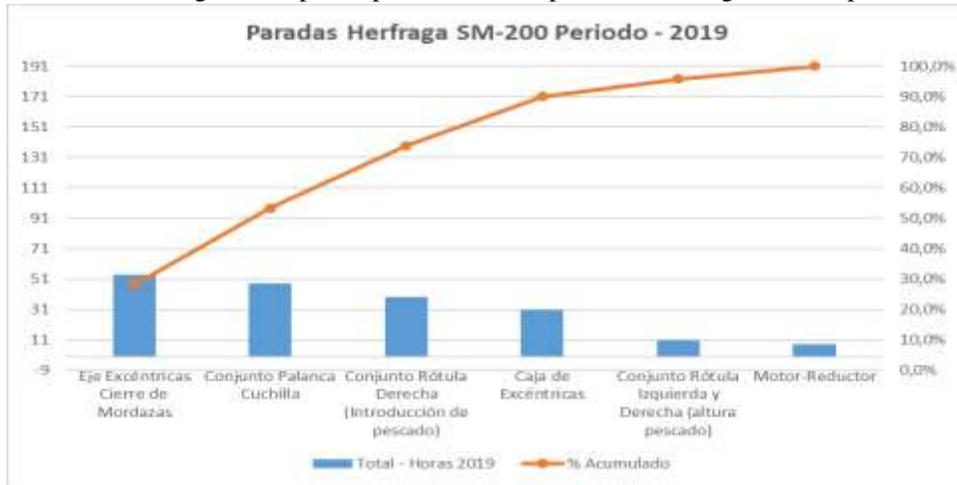


Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una evaluación para determinar cuál de todos los sistemas es el más crítico, esto en base a las tablas de información y en la figura de número de fallos, donde se puede apreciar que el eje de excéntricas cierre de mordazas tiene las mayores frecuencias de fallos o el que presenta menor confiabilidad. Este sistema está sincronizado con muchos elementos que trabajan directamente con la materia prima, donde su déficit de eficacia abarca a otros elementos donde afectan directamente con el peso del producto y por ende la producción.

Para el periodo 2019 se realizó un análisis de paradas no programadas, identificando al eje de excéntricas cierre de mordazas como el que más paradas ocasiona, y el que tiene hasta ese momento mejor confiabilidad es el motor-reductor debido a su bajo índice de fallos, como se refleja en el siguiente gráfico.

Gráfico 8: Diagrama de pareto paradas de la empacadora Herfraga SM-200 periodo 2019



Fuente: Elaboración propia.

Para el periodo 2020 después de haber identificado el sistema más crítico, se realizó un experimento en uno de sus elementos del eje de excéntricas, dándose a conocer de dónde surge el fallo, el mismo que es por el desgaste excesivo de los bocines, cuyo material es de bronce fosfórico y que fuera remplazado por bocines de material de bronce al aluminio que poseen también gran resistencia mecánica pero con la característica de que este material es muy utilizados para piezas mecánicas navales, obteniendo como resultado una mejor confiabilidad en el sistema el que era el más crítico, reduciendo notablemente las paradas no programadas, como se puede observar el grafico.

Gráfico 9: Diagrama de pareto paradas de la empacadora Herfraga SM-200 periodo 2020



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El movimiento de la máquina se genera desde un moto-reductor que transmite el movimiento por medio de levas y palancas a las distintas partes de la máquina; Los troncos de pescado son colocados en el túnel de arrastre, conformado por dos bandas verticales y una horizontal, las cuales lleva los trozos hacia la boca de empacado de la máquina. En la boca de empacado unas mordazas le proporcionan la forma deseada, acorde con el tipo de envase a utilizar, y una cuchilla corta los trozos que son introducidos en el envase correspondiente por la acción de dos émbolos. Las latas son expulsadas por unos uñetas sincronizados de tal manera que son conducidas a las líneas de salida, para luego ser conducidas al siguiente proceso de enlatado. Todo el funcionamiento de la máquina es automático, accionados todos los movimientos por mecanismos de levas que se encuentran en una caja de distribución de movimientos, que sincronizan todos los movimientos del envasado. La máquina está accionada por un moto-reductor de 3 kw en su movimiento principal.

Los plásticos utilizados en las mordazas que dan forma a la pastilla de pescado para posteriormente ser introducidos en la lata son de uso alimentario. Las grasas para el engrasado de los diferentes órganos de la máquina, son inocuas, permitidas en alimentación.

Mediante la observación directa se pudo evidenciar las distintas fallas o averías que ocasionan los paros operativos de la maquinaria, entre los distintos fallos observados están: fallo de rodamientos, fallo bielas interiores, fallo eje de excéntricas, fallo eléctrico, fallo de engranajes, fallo de cadena 1 ¼”, fallo motor neumático, fallo balancín altura de pescado, fallo en soporte tensor, y fallo en eje balancín.

Para evitar la paralización de las actividades operativas de la maquina empacadora de conservas Herfraga, se propone a la empresa Promopesca la aplicación de la aplicación del mantenimiento preventivo periódico, como técnica de mantenimiento universal para sus equipos, esto con la finalidad de aumentar la efectividad de los equipos, alargar la vida útil de ellos, prevenir la paralización de las actividades de producción y una de las cosas más importantes que se obtendrán con la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo es el aumento de la confiabilidad entre el personal vinculado al área productiva con las actividades operacionales de la empresa.

Consideraciones finales.

Grafico 10: Maquina empacadora de Conservas Herfraga.



Distintos autores expresan y afirman la importancia que toma el mantenimiento aplicado a los activos de las organizaciones, lo cual permite abrir camino al logro de los objetivos y al cumplimiento de las metas planteadas. Partiendo de lo expuesto por Cárcel Carrasco & Peñalvo López (2017), quienes indican la que técnicas de mantenimiento en las empacadoras ha crecido constantemente, ya que el mundo empresarial es consciente de que para ser competitivos es necesario no sólo introducir mejoras e innovaciones en sus productos y procesos productivos, sino que también, la disponibilidad de los equipos ha de ser óptima. Visionando la importancia de desarrollar un sistema de mantenimiento que tenga efectividad en su aplicación y promueva el aumento de la confianza en las actividades operativas, y la disminución de los gastos operacionales ocasionados por fallas presentadas en activos que forman parte de dichas actividades (pág.18-22).De igual modo, es importante tener en cuenta la importancia del componente humano en los departamentos de mantenimiento, y la tendencia actual a la subcontratación, que hace preciso la mejora del conocimiento en su incidencia sobre la fiabilidad global y operativa, y los procesos para la mejora de la motivación y la gestión de los procesos de generación, transmisión y utilización del conocimiento(Cárcel F. 2016 pág.10).

Cabe destacar que, al prevenir las fallas, averías y paralización de la maquinaria, se disminuyen de forma considerable los costos de mantenimiento. Por lo cual, se propone la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo periódico, que destacando lo indicado por Dounce E. (2014) “promueve un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente y no llegue a la falla” (pág.36). A su vez, como propuesta de mejora sería indispensable que los sistemas de la empacadora cuyos elementos que abarquen bocines de bronce

fosfórico fueran reemplazados por bocines de bronce al aluminio debido a su alta resistencia mecánica.

Referencias

1. Arias, F. (2006). Metodología de la Investigación.
2. Arias, F. (2012). Metodología de la Investigación.
3. Balestrini, M. (2006). Metodología de la Investigación. Mexico: Pearson.
4. Cárcel Carrasco, F. J.-L. (2017). Principios para basar las técnicas de mantenimiento industrial en relación a la eficiencia energética. 9(6), 18-22.
5. Cárcel, F. (2016). La incidencia del factor humano en el mantenimiento. 3 Ciencias, 3C Tecnología (Edición núm. 17) Vol.5 – N° 1 , 01-12.
6. De La Paz, E. (2015). Ingeniería de confiabilidad. . Veracruz / Mexico: In: MISANTLA., I. T. S.
7. Dounce, E. (2014). La productividad en el mantenimiento industrial. México D.F: Patria (3a ed.).
8. Gento A & Redondo A. (2005). FUZZYMANT: Evaluación del mantenimiento utilizando técnicas difusas. Valladolid: IX Congreso de Ingeniería de Organización.
9. Gonzalez, J. (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la EMPRESA LATERCER S.A.C. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo.
10. Hurtado, J. (2008). Metodología de la Investigación Holística. caracas: IBSN: 980-6306-06-6 Fundación Sypal. tercera edición.
11. Llerena, D. (2016). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a equipos más consumidores de energía eléctrica del Hotel “Cayo Santa María”. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de la Villas.
12. Mayorga A & Quispe J. (2019). Deontología aplicada al mantenimiento de maquinaria industrial por ingenieros mecanicos. Revista: Caribeña de Ciencias Sociales ISSN: 2254-7630 , Recuperado de: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/deontologia-maquinaria-industrial.html>.

13. Medrano J. Gonzáles V. & Díaz de León Santiago V. (2017). Mantenimiento: técnicas y operaciones industriales . México: (Primera edición): Grupo Editorial Patria.
14. Pacheco, L. (2018). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en rcm para la reducción de fallas de la maquinaria de la Empresa Hydro Pátapo S.A.C. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo.
15. Sánchez, A. (2017). Técnicas de mantenimiento predictivo. metodología de aplicación en las organizaciones. Bogotá: Universidad Católica De Colombia.
16. Solis, G. (2018). Gestión de mantenimiento preventivo y confiabilidad en la maquina cerradora de cuatro cabezales de la Linea De Enlatados De Pollos Empresa Agroindustria Supe S.A. Barranca: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
17. Arias, F. (2006). Investigation methodology.
18. Balestrini, M. (2006). Investigation methodology. Mexico: Pearson.
19. Cárcel Carrasco, F. J.-L. (2017). Principles to base industrial maintenance techniques in relation to energy efficiency. 9 (6), 18-22.
20. Cárcel, F. (2016). The incidence of the human factor in maintenance. 3 Sciences, 3C Technology (Issue No. 17) Vol.5 - No. 1, 01-12.
21. De La Paz, E. (2015). Reliability engineering. . Veracruz / Mexico: In: MISANTLA., I. T. S.
22. Dounce, E. (2014). Productivity in industrial maintenance. Mexico D.F: Homeland (3rd ed.).
23. Gento A & Redondo A. (2005). FUZZYMANT: Maintenance evaluation using fuzzy techniques. Valladolid: IX Congress of Organization Engineering.
24. Gonzalez, J. (2016). Proposal for preventive and planned maintenance for the production line in EMPRESA LATERCER S.A.C. Chiclayo: Santo Toribio De Mogrovejo Catholic University.
25. Hurtado, J. (2008). Holistic research methodology. Caracas: IBSN: 980-6306-06-6 Sypal Foundation. third edition.
26. Llerena, D. (2016). Maintenance Focused on Reliability for the most electrical energy consuming equipment of the Hotel "Cayo Santa María." Santa Clara: Marta Abreu de la Villas Central University.
27. Mayorga A & Quisphe J. (2019). Deontology applied to the maintenance of industrial machinery by mechanical engineers. Revista: Caribeña de Ciencias Sociales ISSN: 2254-7630, Retrieved from: [https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/deontologia-ma Maquinaria-industrial.html](https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/deontologia-ma_Maquinaria-industrial.html).

28. Medrano J. Gonzáles V. & Díaz de León Santiago V. (2017). Maintenance: industrial techniques and operations. Mexico: (First edition): Grupo Editorial Patria.
29. Pacheco, L. (2018). Proposal for the implementation of a preventive maintenance management system based on rcm for the reduction of failures of the machinery of the Hydro Pátapo S.A.C. Chiclayo: Santo Toribio De Mogrovejo Catholic University.
30. Sánchez, A. (2017). Predictive maintenance techniques. application methodology in organizations. Bogotá: Catholic University of Colombia.
31. Solis, G. (2018). Management of preventive maintenance and reliability in the four-head sealing machine of the Linea De Canned De Pollos Empresa Agroindustria Supe S.A. Barranca: José Faustino Sánchez Carrión National University.
32. Arias, F. (2006). Metodologia da Investigação.
33. Balestrini, M. (2006). Metodologia da Investigação. México: Pearson.
34. Cárcel Carrasco, F. J.-L. (2017). Princípios para fundamentar as técnicas de manutenção industrial em relação à eficiência energética. 9 (6), 18-22.
35. Cárcel, F. (2016). A incidência do fator humano na manutenção. 3 Ciências, 3C Technology (Edição Nº 17) Vol.5 - Nº 1, 01-12.
36. De La Paz, E. (2015). Engenharia de confiabilidade. . Veracruz / México: In: MISANTLA., I. T. S.
37. Dounce, E. (2014). Produtividade na manutenção industrial. Mexico D.F: Homeland (3ª ed.).
38. Gento A e Redondo A. (2005). FUZZYMANT: Avaliação da manutenção usando técnicas fuzzy. Valladolid: IX Congresso de Engenharia Organizacional.
39. Gonzalez, J. (2016). Proposta de manutenção preventiva e planificada para a linha de produção da EMPRESA LATERCER S.A.C. Chiclayo: Universidade Católica Santo Toribio De Mogrovejo.
40. Hurtado, J. (2008). Metodologia de pesquisa holística. Caracas: IBSN: 980-6306-06-6 Fundação Sypal. terceira edição.
41. Llerena, D. (2016). Manutenção Focada na Confiabilidade dos equipamentos mais consumidores de energia elétrica do Hotel "Cayo Santa María" Santa Clara: Universidade Central Marta Abreu de la Villas.

42. Mayorga A & Quisphe J. (2019). Deontologia aplicada à manutenção de máquinas industriais por engenheiros mecânicos. Revista: Caribeña de Ciencias Sociales ISSN: 2254-7630, obtido em: [https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/deontologia-ma Maquinaria-industrial.html](https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/deontologia-ma-Maquinaria-industrial.html).
43. Medrano J. Gonzáles V. e Díaz de León Santiago V. (2017). Manutenção: técnicas e operações industriais. México: (Primeira edição): Grupo Editorial Patria.
44. Pacheco, L. (2018). Proposta de implementação de um sistema de gestão de manutenção preventiva baseado em rcm para redução de avarias nas máquinas da Hidro Pátapo S.A.C. Chiclayo: Universidade Católica Santo Toribio De Mogrovejo.
45. Sánchez, A. (2017). Técnicas de manutenção preditiva. metodologia de aplicação nas organizações. Bogotá: Universidade Católica da Colômbia.
46. Solis, G. (2018). Gestão da manutenção preventiva e confiabilidade da máquina seladora de quatro cabeças da Línea De Canned De Pollos Empresa Agroindustria Supe S.A. Barranca: Universidade Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

© 2020 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/>)