

MODELO DE MANTENIMIENTO PARA LA LÍNEA DE ENLATADOS CON
ENVASES 307 DE UNA EMPRESA ATUNERA.

NOEL FLOREZ ZORRILLA
MANUEL DARIO MARTINEZ CARVAJAL
YURY DANIEL MORA GONZALEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2007

MODELO DE MANTENIMIENTO PARA LA LÍNEA DE ENLATADOS CON
ENVASES 307 DE UNA EMPRESA ATUNERA.

NOEL FLOREZ ZORRILLA
MANUEL DARIO MARTINEZ CARVAJAL
YURY DANIEL MORA GONZALEZ

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: JAIME TEHERAN
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2007

Nota de aceptación

Jurado
EXPEDITO LOZANO G.

Jurado
CARLOS BORRAS P.

Bucaramanga, Septiembre 2007

A Dios,
A mi familia,
y a mis amigos por el apoyo brindado.
Noel Florez

A mis padres
Manuel Martínez

A Dios, a mi familia y a todas aquellas
personas que me brindaron su apoyo.
Yury Mora

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A todos los profesores que fueron parte de la especialización y en especial al ingeniero Carlos Ramón González, por su tenacidad e interés en nuestro aprendizaje y la importancia que le imprime al programa.

A nuestros compañeros por compartir todas sus experiencias y anécdotas que nos dieron nuevos puntos de vista.

A la Universidad tecnológica de Bolívar por apoyar la realización de esta especialización.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	16
1. PROCESO DE ENLATADO	18
1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENLATADO	19
1.2 DEFINICION Y FUNCION DE EQUIPOS	24
1.3 DEFINICION DEL DOBLE CIERRE EN ENLATADO	31
1.3.1 Definición	31
1.3.2 Terminología de dimensiones del Doble Cierre	33
1.3.3 Operaciones realizadas en el Doble Cierre	33
2. HERRAMIENTAS PARA LA DETECCION ANALITICA DE FALLAS (DAF)	34
2.1 ANÁLISIS DE FALLAS	36
2.2 ANALISIS DE PARETO	39
2.3 MÉTODO PORQUÉ – PORQUÉ (5W)	41
2.4 ÁRBOL DE FALLOS	44
3. MODELO DE MANTENIMIENTO	46
3.1 SUBCATEGORÍAS TÍPICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	46
3.1.1 Mantenimiento Programado	46
3.1.2 Mantenimiento Predictivo	48
3.2 INSPECCIÓN Y MONITOREO	55
3.2.1 Inspección	55
3.2.2 Monitoreo	56
3.3 LIMPIEZA	57
3.4 AJUSTES ANTES Y DESPUÉS DE FALLA PARA LA	58

	SELLADORA	
3.4.1	Primera operación de cierre apretada	58
3.4.2	Primera operación de cierre floja	59
3.4.3	Cierre cortante	60
3.4.4	Corte en la junta	61
3.4.5	Abolladura	62
3.4.6	Rebabas	63
3.4.7	Falso cierre	64
3.4.8	Cierre incompleto	65
3.4.9	Borde dañado	67
3.4.10	Pestaña del bote golpeada	68
3.4.11	Espacio desigual entre bote y tapa	70
3.4.12	Cuerpo del bote deformado	71
3.4.13	Pestaña del bote enmohecida	72
3.5	INSPECCIÓN INTERNA DE CIERRE	73
3.5.1	Control de la profundidad del avellanado con calibre especial	73
3.5.2	Avellanado demasiado profundo	73
3.5.3	Altura del cierre más allá del máximo	74
3.5.4	Altura del cierre por debajo del mínimo	75
3.5.5	Desmontado y control del cierre	76
3.5.6	Arrugas en el gancho de la tapa	77
3.5.7	Arrugas en el reverso	78
3.5.8	Cierre saltado	79
3.5.9	Abolladuras superpuestas	80
3.5.10	Gancho de la tapa corto	81
3.5.11	Gancho de la tapa largo	82
3.5.12	Gancho cuerpo corto	82
3.5.13	Gancho cuerpo largo	84
3.5.14	Marca de presión	85
4.	SISTEMAS DE INFORMACION	86

4.1	ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	86
4.2	ORDENES DE TRABAJO, REGISTRO DE ACTIVIDADES Y CONTROL DE EJECUCIÓN	87
4.3	METROLOGIA	88
4.4	INDICES DE GESTION	89
4.5	PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO	92
4.6	MODELO DE STOCK MINIMO DE REPUESTOS	94
4.6.1	Los inventarios de activos, equipos y componentes de máquinas	94
4.6.2	Base de datos de componentes de línea y equipos	96
4.6.3	Piezas de repuesto y materiales técnicos	96
5.	CONCLUSIONES	98
6.	BIBLIOGRAFIA	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Flow Sheet Línea de Enlatado	20
Figura 2. Llenadora Luthi	24
Figura 3. Bomba Aceite Y/o Agua	30
Figura 4. Selladora Ángelus	31
Figura 5. Terminología del doble cierre	32
Figura 6. Diagrama de flujo mantenimiento	36
Figura 7. Hoja de trabajo 1 para análisis de criticidad, efectos y modo de falla	36
Figura 8. Hoja de trabajo 2 para análisis de criticidad, efectos y modo de falla	37
Figura 09. Diagrama Pareto	40
Figura 10. Formato de 5 Por Qué	43
Figura 11. Símbolos del árbol de fallos	44
Figura 12. Construcción del árbol de fallos	45
Figura 13. Ejemplo de rutina de lubricación	47
Figura 14. Formato de mantenimiento programado	48
Figura 15. Ejemplo de Análisis de vibraciones	49
Figura 16. Ejemplo Análisis de Aceite	50
Figura 17. Ejemplo Análisis de Termográfico	53
Figura 18. Espectro electromagnético	54
Figura 19. Ejemplo de monitoreo	57
Figura 20. Primera operación de cierre apretada	59
Figura 21. Primera operación de cierre floja	60
Figura 22. Cierre cortante	60

Figura 23. Corte en la junta	61
Figura 24. Abolladura	62
Figura 25. Rebabas	63
Figura 26. Falso cierre	64
Figura 27. Cierre incompleto	66
Figura 28. Borde dañado	67
Figura 29. Pestaña del bote golpeada	69
Figura 30. Espacio desigual entre bote y tapa	70
Figura 31. Cuerpo del bote deformado	71
Figura 32. Pestaña del bote enmohecida	72
Figura 33. Control de la profundidad	73
Figura 34. Altura del cierre más allá del máximo	74
Figura 35. Altura del cierre por debajo del mínimo	75
Figura 36. Desmontado y control del cierre	77
Figura 37. Arrugas en el gancho de la tapa	77
Figura 38. Arrugas en el reverso	78
Figura 39. Cierre saltado	79
Figura 40. Abolladuras superpuestas	80
Figura 41. Gancho de la tapa corto	81
Figura 42. Gancho de la tapa largo	82
Figura 43. Gancho cuerpo corto	83
Figura 44. Gancho cuerpo largo	84
Figura 45. Marca de presión	85
Figura 46. Ejemplo de cómo medir indicadores de gestión	92
Figura 47. Formato "M.A.F."	95

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Niveles de severidad	51
Tabla 2. Tabla de severidad de temperaturas	53
Tabla 3. Ejemplo de Check List	55
Tabla 4. Causas y remedio de la primera operación de cierre apretada	59
Tabla 5. Causas y remedio de primera operación de cierre floja	60
Tabla 6. Causas y remedio de cierre cortante	61
Tabla 7. Causas y remedio de corte en la junta	62
Tabla 8. Causas y remedio de abolladura	63
Tabla 9. Causas y remedio de las rebabas	64
Tabla 10. Causas y remedio del falso cierre	65
Tabla 11. Causas y remedio cierre incompleto	66
Tabla 12. Causas y remedio de borde dañado	68
Tabla 13. Causas y remedio de pestaña del bote golpeada	69
Tabla 14. Causas y remedio del espacio desigual entre bote y tapa	70
Tabla 15. Causas y remedio del cuerpo del bote deformado	71
Tabla 16. Causas y remedio de pestaña del bote enmohecida	73
Tabla 17. Causas y remedio de avellanado demasiado profundo	74
Tabla 18. Causas y remedio altura del cierre más allá del máximo	75
Tabla 19. Causas y remedio de altura del cierre por debajo del mínimo	76
Tabla 20. Causas y remedio de arrugas en el gancho de la tapa	78
Tabla 21. Causas y remedio de arrugas en el reverso	79
Tabla 22. Causas y remedio de Cierre saltado	80
Tabla 23. Causas y remedio de abolladuras superpuestas	81
Tabla 24. Causas y remedio y gancho de la tapa corto	81

Tabla 25. Causas y remedio de gancho de la tapa largo	82
Tabla 26. Causas y remedio de gancho cuerpo corto	83
Tabla 27. Causas y remedio gancho cuerpo largo	84
Tabla 28. Causas y remedio de marca de presión	85

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Análisis de Pareto	Pág. 102
Anexo B. Estudio de Criticidad	106
Anexo C. Análisis de fallas de doble cierre en sitio	107
Anexo D. Indicadores de gestión	108

RESUMEN

TÍTULO: MODELO DE MANTENIMIENTO PARA LA LÍNEA DE ENLATADOS CON ENVASES 307 DE UNA EMPRESA ATUNERA.*

AUTORES: NOEL FLOREZ ZORRILLA, MANUEL DARIO MARTINEZ CARVAJAL, YURY DANIEL MORA GONZALEZ.**

PALABRAS CLAVES: DOBLE CIERRE, ENLATADOS, SELLADORA, MANTENIMIENTO, MODELO, PREVENTIVO, PREDICTIVO.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: La presente Monografía presenta un modelo de mantenimiento y una serie de procedimientos, que permiten llevar un efectivo control sobre las labores de Mantenimiento en la industria atunera. El Modelo propuesto es aplicable a cualquier empresa atunera que posea líneas de enlatado con envases 307, asiendo énfasis en la planeación y organización de los mecanismos de control en las actividades del área del Mantenimiento en conjunto con producción basados en indicadores de gestión implementados y acordados conjuntamente.

La metodología de investigación seguida empieza con la adquisición de información mediante muestras en algunas Empresas para determinar la línea de enlatado más común entre ellas, lo cual permite concluir que efectivamente que se requiere de un modelo para optimizar la Gestión de Mantenimiento. Posteriormente, esta información es interpretada y analizada, para detectar el estado actual de las Empresas atuneras, y confirmar la conveniencia del desarrollo de un modelo de mantenimiento para líneas de enlatado con envases 307 y con base en la información establecida, se elabora el Modelo de mantenimiento, procurando cumplir las necesidades propias de las Empresas atuneras, pero respetando siempre sus políticas administrativas y técnicas ya establecidas. Además, y como complemento importante del modelo, se hace énfasis sobre las opciones disponibles para apoyarse en los Sistemas de Información, que permitan una más eficiente y confiable ejecución del modelo conduciendo a un mejoramiento continuo cohesionando el grupo de producción y mantenimiento bajo una directriz clara y con un solo objetivo.

Finalmente, se construye un modelo de mantenimiento con algunas características particulares, sin llegar a la aplicación como tal, pero de una forma que cualquier empresa atunera pueda extraer las herramientas e información que le sean más útiles de acuerdo a sus estándares de producción y maquinaria.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Jaime Teheran Ingeniero Mecánico.

SUMMARY

TITLE: MODEL OF MAINTENANCE FOR THE LINE OF CANNED WITH CONTAINERS 307 OF A TUNA COMPANY.*

AUTHORS: NOEL FLOREZ ZORRILLA, MANUEL DARIO MARTINEZ CARVAJAL, YURY DANIEL MORA GONZALEZ. **

KEY WORDS: BEND HE/SHE CLOSES, CANNED, SEAMERS, MAINTENANCE, MODEL, PREVENTIVE, PREDICTIVE.

DESCRIPTION OR CONTENT: The present Monograph contains a maintenance model and a series of procedures that allow to take an effective control on the works of Maintenance in the tuna industry. The proposed Pattern is applicable to any tuna company that possesses lines of having canned with containers 307, and it allows to plan, organize and to implement mechanisms of control of the activities of the area of the Maintenance together with production based on implemented administration indicators and agreed jointly.

The methodology of followed investigation begins with the acquisition of information by means of samples in some Companies to determine the line of having canned more common among them, that which allows to conclude that indeed that it is required of a model to optimize the Administration of Maintenance. Later on, this information is interpreted and analyzed, to detect the current state of the tuna Companies, and to confirm the convenience of the development of a maintenance model for lines of having canned with containers 307 and with base in the established information, the maintenance Pattern is elaborated, trying to complete the necessities characteristic of the tuna Companies, but always respecting already its administrative and technical politicians established. Also, and like important complement of the pattern, emphasis is made on the available options to lean on in the Systems of Information, that allow a more efficient and more reliable execution of the pattern driving to an improvement continuous, bonding the production group maintenance under a clear guideline and with a single objective.

Finally, a maintenance model is built with some particular characteristics, without arriving to the application like such, but in a way that any tuna company can extract the tools and information that are he more useful according to its production standards and machinery.

* Monograph

** Physical-Mechanical Engineering Faculty . Maintenance Management specialization . Director: Jaime Teheran Mechanical Engineer.

INTRODUCCIÓN

En el mercado mundial de enlatados existen líderes en el proceso de cerrado de latas, lo cual demanda especialidad en este tema, con rapidez y precisión, donde nada debe escaparse de la capacidad y experiencia del personal de mantenimiento y producción. Este conocimiento le da a las empresas las oportunidades de exportar más del 70% de su producción a otros continentes, teniendo en cuenta las buenas comunicaciones y sistemas de información que permiten con garantía entregar un producto que satisface las necesidades de cada lugar y de cada cliente.

Los especialistas de mantenimiento e ingeniería deben estar en capacidad de dar solución a cualquier tipo de envase, dado que en el mundo el más común es el 307, para el cual se desarrollara el modelo de mantenimiento que asegure un adecuado además confiable cerrado de las latas y rentabilidad para la industria de este sector.

El mercado actual exige cada día mas precisión, constancia y velocidad en el cerrado de latas, sin dejar a un lado la innovación por parte de ingeniería en lo que respecta la presentación final del producto hacia el cliente. Ofreciendo infinidad de estas que le dan la posibilidad al cliente de identificar los diferentes tipos de producto y la preferencia por una marca.

Se menciona adicionalmente que en la actualidad el departamento de ingeniería incursiona en temas como la lamina y litografiado, para obtener ahorros significativos en la compra de materia prima cada vez que se disminuya el espesor

del cuerpo y tapa de la lata sin poner en riesgo la inocuidad del producto y la salud del consumidor.

Según las normas del HACCP (Análisis de riesgos y puntos críticos de control) establece en el doble cierre es un punto crítico de control en el proceso de enlatado llamado así porque aguas abajo del proceso no existe la forma de conocer cual de una de millones de latas presenta un doble cierre defectuoso o una micro fuga de vacío por oxidación y corrosión de la tapa y si esta falla es acompañada por un mal proceso de esterilización, ocasiona el aumento de la histamina, enzima que produce desde simples alergias hasta un paro respiratorio ocasionando la muerte de quien la consuma.

Esta monografía ofrece en sus capítulos las herramientas convertidas en un modelo de mantenimiento para líneas de enlatado con envases 307 en la industria atunera, teniendo en cuenta la obtención de la confiabilidad en el doble cierre, que solo es posible con un correcto mantenimiento y la aplicación de las herramientas para el análisis y estudio de las fallas que son la base fundamental en el logro de la confiabilidad y que Los análisis de criticidad se presentan como una herramienta para priorizar las acciones, esfuerzos y recursos de mantenimiento como una estrategia para el logro de resultados a corto plazo.

Los análisis de fallas se presentan como una estrategia para eliminar y reducir el impacto de estas en la confiabilidad, aumentando el rendimiento y performance de la industria atunera. Estudiando las causas físicas de las fallas, que componentes están fallando?, el modo funcional de estos fallos, su impacto operacional y aun más importante por que?. De esta forma se rompe el paradigma de que “las máquinas se descomponen” “la gente comete errores”, “los sistemas fallan”. Si se eliminan las fallas innecesarias e injustificadas los gerentes podrán incrementar su productividad, reducir los tiempos perdidos.

1. PROCESO DE ENLATADO

Es importante mencionar que los avances más importantes en la prevención de la descomposición de los alimentos se ha logrado en tiempos de guerra; por ello a finales del siglo XVIII, cuando Francia estaba en guerra surgieron los primeros métodos de conservación.

Los ejércitos de Napoleón eran alimentados con raciones inadecuadas que a menudo tenían carne descompuesta y otros alimentos insalubres e inaceptables, por lo que Nicolás Appert aportó el descubrimiento de que si un alimento era suficientemente calentado en un envase sellado y este no era abierto, el alimento se conservaba; aunque aún no se apreciaba la necesidad de la inactividad microbiana.

En 1819, Estados Unidos de Norteamérica tuvo gran progreso, mediante el inglés William Underwood que abrió una factoría en Boston para conservar fruta, encurtidos y salsas, mediante envases de vidrio y corchos.

En 1860, Louis Pasteur explicó el principio en que se fundamenta la conservación mediante el calor tras efectuar experimentos sobre la esterilización mediante calor, inhibiendo la multiplicación de microorganismos y evitando la recontaminación al introducir los alimentos esterilizados en recipientes herméticamente cerrados. Posteriormente, el comerciante inglés Meter Durand, realizó una publicación con ideas de Appert, pero en este se hablaba por primera vez del empleo de “envases metálicos” para introducir los alimentos; un año después Donkin, Hall y Gamble compraron dicha patente y nació la industria del enlatado.

Tardó en lograrse la aceptación de los alimentos enlatados por parte del público en general, y aunque en un principio resultaban caros la población disponía de

latas de tomates, guisantes y sardinas. Las ventas se realizaban con lentitud no favorecidas por el tamaño de las latas (capacidad de 1.8-20kg) y la incómoda utilización para abrirlas.

El desarrollo de la industria enlatadora fue rápida en la segunda mitad del siglo XIX, en esta época surgió la máquina para estampar los cuerpos de las latas y la maquinaria para la limpieza de alimentos y latas.

En 1872, se fundó la industria enlatadora de carne en Chicago, y durante los 10 años siguientes aumentó el enlatado de pescado y verduras.

En 1874, Scriver de Baltimore, inventó la autoclave a presión que permitió reducir los tiempos de calentamiento y enfriamiento. Donkin, utilizó recipientes capaces de soportar presiones elevadas, aunque fueron los americanos quienes lo aplicaron a gran escala.

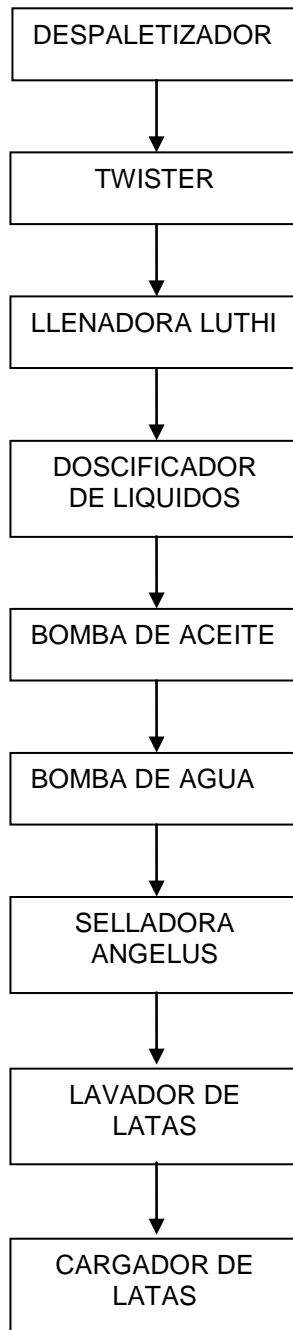
En 1895, la bacteriología se aplicó a los alimentos enlatados; y para 1920 y 1930, las conservas británicas se enfocaban a descubrir variedades de frutas y verduras eficaces para enlatar.

Actualmente la industria alimentaria sigue desarrollando técnicas nuevas y comerciales de conservación de alimentos que sean aceptados como parte de la dieta mundial.

1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENLATADO

A continuación veremos en detalle cada parte del proceso de enlatado del atún desde su recepción hasta lograr el producto final y almacenaje. En la Figura 1 se muestra un diagrama de proceso mostrando los equipos utilizado para este.

Figura 1. Flow Sheet Linea de Enlatado



Recepción: El atún a ser procesado es suministrado a la planta proveniente de una flota atunera y es revisado por un inspector de control de calidad para su evaluación.

Clasificación: El atún es clasificado de acuerdo a su peso en kilogramos de la siguiente manera:

- 3 Atunes menores a 3 Kilogramos.
- +3 Atunes mayores a 3 Kilogramos.
- +10 Atunes mayores a 10 kilogramos.
- +20 Atunes mayores a 20 Kilogramos.
- +50 Atunes mayores a 50 Kilogramos.

Almacenamiento: Colocadas en contenedores se almacenan en cava a temperaturas entre -16 y -20 °C.

Descongelado: De acuerdo a las necesidades de producción, se descongelan a temperatura ambiente en un lapso de tiempo entre 15 a 17 horas antes de ser sometidos a corte que le permita alcanzar una temperatura final entre -10 a 0 °C.

Corte/Eviscerado: Se efectúa cuando el tejido muscular aun es firme con el fin de evitar perdida de producto aprovechable. El corte depende del tamaño del atún y de la dimensión de la pieza que se desea obtener. Luego se limpia retirando cuidadosamente las vísceras, posteriormente pasan a la siguiente fase.

Lavado: Se lavan los trozos provenientes del corte con abundante agua a temperatura ambiente para eliminar residuos de sangre, vísceras y otras partes no aprovechable.

Emparrillado: Una vez lavado, se colocan los trozos de atún en bandejas de acero inoxidable y son transportados a los hornos de cocción.

Cocción: Se efectúa en autoclaves horizontales, a una temperatura de 102 °C con una tolerancia entre (+2;-2) °C, en un tiempo de 3 horas, lo cual depende del tamaño del atún.

Limpieza: Posteriormente las bandejas con el atún cocido son transportadas a la sala de limpieza. Esta etapa del proceso, permite obtener lomos y carne de atún limpio y de excelente calidad. La limpieza se inicia retirando la piel, espinas, grasa y demás residuos en una forma manual. Los lomos quedan listos para ser empacados. La piel, espinas y grasa se utilizan para producir harina de pescado, materia prima para la producción de alimentos para animales.

Empacado: El atún limpio se coloca manualmente en los canales horizontales de la máquina empacadora para ser empacados de una forma automática en envases sanitarios cuyo formato depende de la presentación estipulada a producirse previamente.

Adición de cobertura: Al atún empacado se le adiciona una dosis de salmuera y líquido de cobertura (agua o aceite), controlándose el espacio libre de cabeza.

Cierre: El envase es cerrado herméticamente para garantizar en gran medida la vida útil del producto. Esta operación es realizada de forma automática y la tapa es codificada previamente para la identificación del lote correspondiente. En el caso de tapas sanitarias.

Lavado: Los envases ya cerrado se lavan con agua a presión y a una temperatura de 50 a 70 °C, para eliminar remanentes de cobertura en la superficie del conjunto envase/tapa.

Identificación de Producto no Esterilizado: El producto proveniente de la operación de lavado es transportado en cestas rodantes hacia el área de esterilización donde son identificados como "Producto No Esterilizado".

Esterilización: Es la fase más importante del proceso donde el producto es sometido a la acción del vapor directo a una temperatura de 118 °C por un tiempo que depende del producto y presentación a tratar, con la finalidad de reducir la carga microbiana a niveles seguro. (En un 90% de la carga inicial).

Identificación del Producto Esterilizado: Al producto ya esterilizado al salir de los autoclaves se le coloca la identificación de "Producto Esterilizado" y se envía a la siguiente fase.

Zona de Productos Esterilizados: El producto identificado como esterilizado es transportado a dicha zona, en espera de ser sometidos al proceso de embalaje que se inicia con la recepción del mismo.

Recepción: El producto es revisado por el supervisor del área para verificar las condiciones óptimas para el proceso y para distribuirlo en las líneas de acuerdo a sus características. (Formatos con o sin litografía).

Lavado/Secado: El producto es sometido a chorros de agua caliente para eliminar restos de aceites y/o producto. Una vez secado por escurrimiento es dispuesto para la fase de etiquetado.

Etiquetado: Se le coloca las etiquetas características de su formato. Esta operación puede ser automática o manual dependiendo del formato, requerimientos del cliente o de la presencia de litografía o no en el envase correspondiente.

Codificado: El producto es codificado automáticamente en la parte inferior de la lata mediante un cañón de impresión de tinta, siempre y cuando no haya sido codificado durante la etapa de realización de doble cierre.

Embalaje: El producto es embalado en cartón o en plástico de acuerdo a la solicitud de la orden de producción.

Paletizado: El producto ya embalado es dispuesto sobre paletas en un número de acuerdo con la presentación realizada.

Almacenaje de productos Terminado: El producto paletizado es transportado al almacén de productos terminados, donde al cumplir la respectiva cuarentena, está dispuesto para ser distribuido.

1.2 DEFINICION Y FUNCION DE EQUIPOS

Despaletizador: Equipo encargado de vaciar los palets.

Twister: Equipo encargado esterilizar las latas con vapor y girarlas 180° para que desocupe la condensación del vapor y cualquier suciedad que traiga en los palets.

Llenadora Luthi. La llenadora SP, Solid Pack, tiene la capacidad de cortar, formar y colocar dentro de la lata una “pastilla” de atún con las características deseadas, dentro de ciertos parámetros que deberemos mantener claros y bien definidos, un ejemplo de la máquina se ve en la Figura 2.

Figura 2. Llenadora Luthi



La operación de la llenadora sigue los siguientes pasos:

- I. Alimentación de la banda transportadora
- II. Pre cámara para corte de lomos
- III. Cámara de compresión
- IV. División de las pastillas

- V. Estación de formado
- VI. Compresión de las pastillas
- VII. Embutido
- VIII. Salida de las latas

I. Alimentación de la banda transportadora. Los lomos deberán alimentarse de acuerdo a las especificaciones del producto y aspecto visual deseado cuando el consumidor abra la lata:

1. Lomos, “Solid Pack”. Usualmente se quiere ver los lomos en rollos; las capas bien identificadas, poco retazo, “flake”; y una pastilla relativamente firme, apretada o comprimida.

- a. Alimentar los lomos enteros en forma paralela a la banda, intercalados y encontrados.
- b. Llenar los vacíos con pedazos menores y “flake”.
- c. Cuidar de no dejar espacios vacíos, ni sobre cargar la banda.

La altura de los lomos en la banda debe ser ligeramente arriba del nivel dado por el rodillo de alimentación y no rebasar el mecanismo de compresión vertical de pre cámara.

2. Trozos, “Chunk Pack”. Los lomos son cortados en cuadros por una cortadora Luthi modelo GD.

Los trozos son alimentados a la banda por la cortadora GD y manualmente se puede agregar y mezclar “flake” en la cantidad deseada.

II. Pre Cámara para corte de lomos. El pescado en la banda es comprimido dentro de la cámara de corte. Una cantidad determinada es separada por el corte de la navaja principal, dejando otra porción en la pre cámara para el corte siguiente. Cuando esta pre cámara se encuentra muy llena la banda alimentadora no debe caminar. La banda tiene movimiento intermitente, determinado por la cantidad de pescado en la pre cámara.

III. Cámara de compresión. El ancho de la cámara, o sea el espesor de la porción cortada, esta relacionado directamente con el alto de la pastilla.

La porción cortada al ancho exacto es ahora trasladada al “turret” y la segunda navaja corta a lo ancho la porción de pescado que entrará a los moldes formadores.

Dado el ancho fijo de esta cámara, si se aumenta o disminuye la cantidad de pescado, se cortará un trozo más o menos largo pero con un ancho fijo.

Para obtener una pastilla más o menos comprimida, se regula la presión de aire al pistón principal de la máquina. Más presión de aire genera más presión del pistón para trasladar la pastilla dentro del “turret”.

IV. Corte divisor de las pastillas. Una vez el trozo es trasladado al “turret”, la tercera navaja hace un corte paralelo para dividir el trozo en dos, creando así las dos pastillas aún sin forma.

Para balancear el peso de las dos pastillas, se ajustan los brazos debajo del tornillo que regula el peso.

V. Estación de formado. El disco, “turret” gira y las dos pastillas pasan a la estación de formado, donde las zapatas plásticas, interiores y exteriores,

compresionan y forman la pastilla final al diámetro adecuado para la lata. Aquí podemos formar la pastilla de un diámetro reducido ligeramente, para lograr una pastilla más compacta, por lo tanto, de mayor densidad.

VI. Compresión de las pastillas. Las pastillas son presionadas por las zapatas interiores y las exteriores. Ambos juegos forman un círculo perfecto. Sin embargo, se les puede agregar cunas o “flats” de diferentes tamaños:

- A las zapatas interiores: Reduce el peso de la pastilla.
- A las zapatas exteriores: Ayuda a comprimir la pastilla, sin cambiar el peso.

En ambos casos, la pastilla no será un círculo perfecto, sino tendrá la forma causada por la cuna agregada. Este espacio dejado por la forma de la cuna es deseable y conveniente cuando se desea una pastilla compacta pero que absorba líquidos. Los líquidos penetran mejor cuando se deja este espacio.

El peso deseado se puede obtener de diferentes formas, dependiendo del formador instalado y accesorios agregados:

1. Por la altura de pastilla, básicamente
2. Por el diámetro de pastilla
3. Por la forma de los formadores
4. Por la compresión de la pastilla

Es de suma importancia tener clara la función del disco formador y las zapatas. A este conjunto se le llama **FORMATO**. Son muchas las

combinaciones que se pueden aplicar para obtener los resultados deseados.

La determinación de los formatos y combinación de variables es una decisión que cada planta debe tomar de acuerdo a los requerimientos de sus clientes, preferencias particulares y condiciones específicas a cada planta. Otras variables que influyen en la decisión son:

1. Tipo, clase, peso y origen del pescado que empaca.
2. Proceso al que es sometido el pescado y que es particular a cada planta.
3. Prácticas de limpieza y corte de lomos, alimentación a la llenadora.
4. Líquidos que se usen, cada uno se comporta diferente: aceite, agua, caldo.
5. Otros factores de proceso.

VII. Embutido. Una vez formadas y comprimidas las pastillas, éstas son empujadas (embutidas) dentro de las latas por los pistones de transferencia. Para ayudar a que no se pegue la pastilla a los pistones se recomienda dispersar agua, aire, agua con aire o vapor. La decisión de cuál utilizar es también particular a cada planta.

VIII. Salida de las latas. La latas deben salir y rodar por el canal de descarga sin ninguna demora ni obstáculo.

Formato, le llamamos al juego de piezas que determina la altura de la pastilla, dado un cierto diámetro y es particularmente diseñado para cada máquina específica. No todas las llenadoras son exactamente iguales. A través de los años se han hecho modificaciones menores que hacen que cada máquina sea

prácticamente única. Es por eso que los formatos no son intercambiables entre máquinas. Un formato consiste de:

- Dos ruedas formadoras, “turrets”, una para cada pastilla.
- Zapatas exteriores
- Zapatas interiores
- Cámara de compresión
- Pistón de compresión

Además, según el caso:

- Cunas, “flats”
- Inserciones para la rueda formadora
- Pistones de transferencia.

Los formatos en una llenadora se cambian en preparación para una determinada producción que requiera el formato diferente debido a peso, apariencia y mercado.

Los estilos de formato son:

- **Standard:** Utilizado en todas las llenadoras producidas hasta 1997. Está fabricado íntegramente en acero inoxidable.
- **Adjustable:** Inicia su uso en 1997 respondiendo a la necesidad de versatilidad y rapidez de cambio. Está fabricado en acero inoxidable con partes plásticas.
- **Quik Change:** “Cambio rápido”. Es el nuevo estilo en etapa de prueba y que promete ser la respuesta a los mercados y necesidades cambiantes de la nueva economía global. Este está fabricado de plástico UHMW, Ultra Heavy Molecular Weight, que nos da la dureza, durabilidad y versatilidad que requerimos. Pueden cambiarse piezas para variar la altura de la pastilla muy rápidamente, unos 30 a 40 minutos y menos. Su costo mucho

menor que el standard, le permite a la planta tener en existencia y fácil acceso, una variedad de formatos que le permitan exactitud a bajo costo.

Dosificador de líquidos. Esta compuesto de una banda transportadora que tiene una capacidad de 500 Latas por minuto y su objetivo es el llenado del líquido de cobertura (aceite vegetal o agua). Después de haberse empacado el atún en la lata se emplea equipos tales como bombas Sanitarias de desplazamiento positivo (ver Figura 3) para transportar el liquido de cobertura desde el recipiente de almacenamiento temporal hasta las flautas de dosificación dispuestas en el camino de la banda transportadora.

Figura 3. Bomba Aceite Y/o Agua



Selladora Ángelus. Es la máquina mas importante en una línea de enlatado puesto que su función es la de realizar el doble cierre en las latas. Cuenta con una banda transportadora de alimentación de cuerpo de latas, un sistema de dosificación de tapas, torreta superior que posee los Mandriles, Rulinas y una torreta inferior que posee los Lifter o Platos giratorios que soportan y ayudan girar las latas mientras herramientas de la torreta superior realiza el doble cierre justo después de haber dosificado la tapa como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Selladora Ángelus



Lavador de latas. Es un maquina compuesta de una banda transportadora con un sistema de Sprays, que disparan un abanico de agua a 60° C con una presión de 4,5 bares directamente sobre las latas donde su objetivo es el de desprender los residuos de aceite vegetal impregnados durante el doble cierre en la selladora.

Cargador de latas. Consiste en un sistema hidráulico, cuya función es la de recibir las latas lavadas a través de una mesa conectada a un cilindro hidráulico que las va apilando en niveles de 150 latas hasta completar 10 que seria la capacidad del carro de transporte para luego pasar a esterilización.

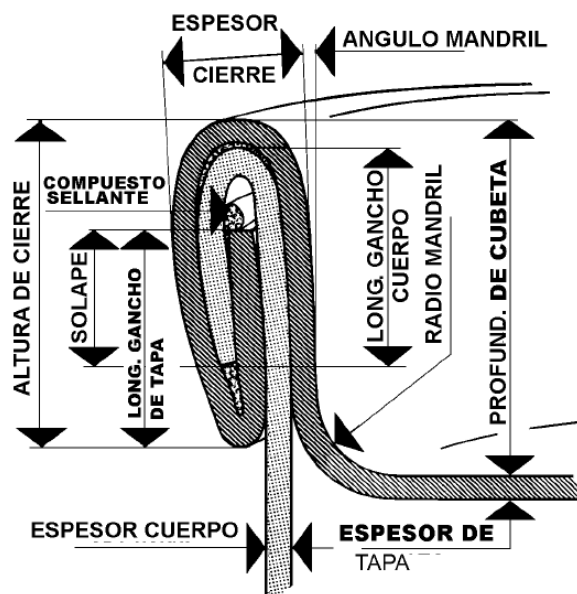
1.3 DEFINICION DEL DOBLE CIERRE EN ENLATADO

1.3.1 Definición

Es la operación en la cual se somete al conjunto envase/tapa a un acoplado hermético para garantizar así una larga vida útil al producto haciendo énfasis en los problemas presentados y planteados en el Anexo A. Donde el doble cierre se

compone de cinco dobleces de hojalata entrelazados y apretados firmemente se produce en dos operaciones: el rodillo de la primera operación da forma a la lamina a fin de producir los dobleces y el rodillo de la segunda operación aprieta firmemente los dobleces de la hojalata de manera que el compuesto sellante rellenen los intersticio en el cierre y actué como sello para evitar filtraciones (ver Figura 5).

Figura 5. Terminología del doble cierre



Dada la criticidad del doble cierre y relación con las fallas de la maquina se plantean como objetivos el desarrollar un modelo de mantenimiento para líneas de enlatado con envase 307 para la industria atunera además del análisis de los envases y comportamiento de estos en su respectivo doble cierre; utilizando las herramientas de análisis de fallas para identificar los diferentes tipos de problemas que poseen este tipo de líneas y analizar con los indicadores los rendimientos básicos para líneas de enlatado, a través de documentación suministrada por la industria atunera. Además estudiar el comportamiento de la producción afectada por paros no programados y que de acuerdo a esta información se establecerá la criticidad de los equipos que componen la línea de enlatado, por medio de matrices de criticidad.

1.3.2 Terminología de dimensiones del Doble Cierre

En la Figura 5 se muestra la terminología de dimensiones del doble cierre:

- **Gancho de tapa:** Es la parte del rizo doblada entre el cuerpo y el gancho del cuerpo.
- **Altura o longitud del Doble Cierre:** Es la dimensión máxima paralelamente al cuerpo del envase.
- **Solape:** Es la distancia entre los extremos de los ganchos trasladados entre sí.
- **Profundidad del doble cierre o cubeta:** Es la distancia desde el borde exterior del doble cierre hasta la superficie de la tapa o fondo.
- **Gancho del cuerpo:** Pestaña doblada que se engancha al Terminal.
- **Espesor del doble cierre:** Es la dimensión formada por los dos espesores del material con que este hecho el cuerpo del envase, mas los tres espesores del material de la tapa o fondo.

1.3.3 Operaciones realizadas en el Doble Cierre.

Primera operación (Engargolado): El cierre debe ser curvo en el fondo y estar en contacto con el cuerpo de la lata. Sin embargo debido a los dobleces de lámina del cierre en la soldadura el cierre de primera operación deberá estar un poco mas apretado en éste punto solamente y la base estar ligeramente aplanada. Si este cierre esta muy apretado, la base del cierre quedará ligeramente aplanada en toda su extensión. Si está demasiado suelto, el gancho de la tapa no hará contacto con el cuerpo de la lata. Es importante tener una buena primera operación de cierre, ya que es relativamente imposible elaborar un buen acabado de cierre a menos que esta primera operación sea lo más correcta posible.

Segunda operación (Planchado): El rodillo de la segunda operación aplanar el cierre y oprime los dobleces firmemente de manera que el compuesto sellante rellene las partes del cierre no ocupadas por metal. Una presión excesiva no produce un cierre bueno. En efecto si el rodillo de segunda operación ejerce demasiada presión sobre el metal, esta presión puede causar que resbalen los ganchos entre sí, lo que se conoce comúnmente como "Desenganchamiento".

2. HERRAMIENTAS PARA LA DETECCION ANALITICA DE FALLAS (DAF)

Se establecerá una reunión semanal de análisis de resultados por Línea debido que se presentan fallas en el doble cierre de la selladora y de mantenimiento en maquinas criticas, donde su participación en el PIG para este tipo de industrias es cuantificable y notorio, dado que sus perdidas podrían aproximarse a los 9 mil millones (COP) al mes. Se precisa la participación del personal de mantenimiento y de operación.

Se establecerán lineamientos y metodologías que apunten en este sentido y que ayudarán a cumplir con los objetivos del Departamento Mantenimiento, basados en herramientas tales como:

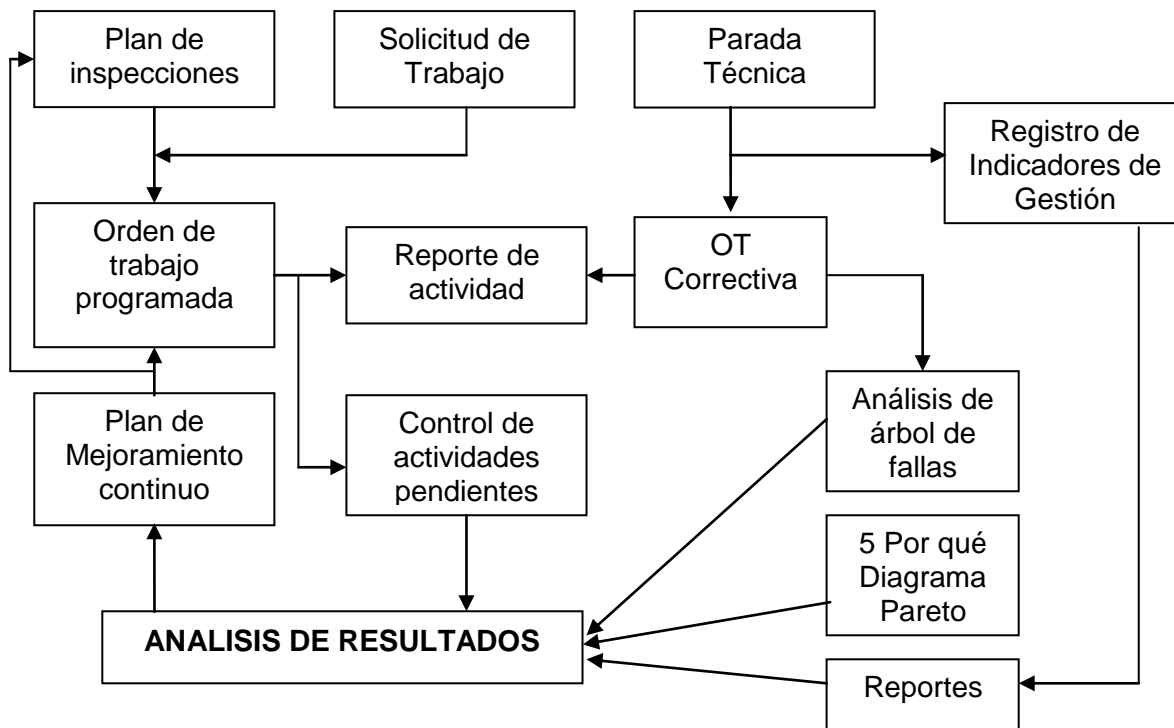
- Diagrama de Pareto.
- Los 5 Por que?
- Árbol de fallos.

En la Figura 6 se establece un ciclo típico para este proceso.

La reunión de análisis semanal de resultados, es el foro donde los actores de la productividad, técnicos y operadores, discuten los resultados, problemas, las tendencias de los índices de producción y mantenimiento. Además se analizan las iniciativas de mejoramiento y la validez de las medidas implementadas para la solución de problemas.

Para esto se requiere un sistema de documentación, un seguimiento de las acciones emprendidas, y la medición de su efectividad en los resultados de productividad de las Líneas, retroalimentar a los involucrados en los análisis periódicos.

Figura 6. Diagrama de flujo mantenimiento



2.1 ANÁLISIS DE FALLAS

Una de las funciones de mantenimiento corresponde a los análisis de fallas y por lo tanto se deben conocer metodologías de análisis que orienten hacia el conocimiento de las causas o fenómenos que las originan, y de esta forma trazar planes de acción para evitar su ocurrencia en el tiempo, utilizando los formatos de las Figuras 7 y 8 a continuación.

Figura 7. Hoja de trabajo 1 para análisis de criticidad, efectos y modo de falla.

Enlace en proceso	Lista de todos los modos de falla posibles	Efecto Potencial	Efecto de severidad	Probabilidad de efecto de falla	Imperceptibilidad de fallas	Criticidad	RPN	Rango

Figura 8. Hoja de trabajo 2 para análisis de criticidad, efectos y modo de falla.

Modo de fallas crítico	Causas	Soluciones Potenciales / Rediseño	Tiempo Requerido	Costo

En la industria una avería o fallo es cualquier hecho que impide que la instalación mantenga el nivel productivo, ocasionando falta de disponibilidad, mala calidad del producto, falta de seguridad en las personas, el equipamiento y las instalaciones, pérdidas de energía y contaminación y/ò degradación del medio ambiente.

De acuerdo a la definición, se observa una primera clasificación de los fallos: los que afectan directamente al producto (cantidad-calidad) y los que afectan al entorno (seguridad-medio ambiente) y la realidad es que se encuentran averías que pueden ser combinación de varios de estos tipos.

Se pueden tener clasificaciones y tipos de fallo por numerosos conceptos. De acuerdo al origen de la avería, se observan los siguientes casos:

- Fallos debidos a mal diseño o errores de cálculo del equipo: No conocer exactamente las condiciones en las que trabajará la máquina, despreciar efectos que luego resultan más importantes de lo que se esperaba o el exceso de simplificación en el aparato para obtener mejores precios, ocasiona errores de diseño. La solución a estos fallos resulta muy difícil si el diseño original difiere mucho de la realidad y seguramente la opción que queda es asumir una tasa de fallos elevada.
- Fallos debidos a defectos durante la fabricación del equipo: Si se descuidan los controles de calidad de los materiales y piezas que componen el equipo, existirán fallos potenciales incluidos en la máquina que no tardarán en

aparecer. Las soluciones pasan por reemplazar las piezas defectuosas de origen.

- Fallos producidos por el mal uso de la instalación: Se deben a un desconocimiento del manejo del equipo, por trabajarlo en aplicaciones para las que no está diseñado y sobre todo, por utilizarlo en regímenes superiores a los especificados por el diseñador. Estos fallos son generalmente los que más se presentan en las industrias.
- Fallos debidos al desgaste natural y al envejecimiento: Estos son los fallos evidentes tales como roturas, desgastes, abrasiones, corrosión, fatiga, cavitación, etc.
- Fallos debidos a fenómenos naturales y otras causas: Dentro de este grupo se incluyen los que son debidos a fenómenos meteorológicos y causas exteriores al propio equipamiento.

Desde el punto de vista de mantenimiento existen dos clasificaciones importantes. La primera en función de la capacidad de trabajo de la instalación y la segunda en función de la forma de aparecer.

- En función de la capacidad de trabajo: Se puede distinguir fallos totales y fallos parciales. Un fallo total implica un paro de todo el sistema productivo y fallo parcial afecta sólo a una serie de elementos del equipamiento pudiendo continuar trabajando con el resto. La aparición de uno u otro tipo de fallo depende, en gran medida, de la complejidad de la instalación y de si los diferentes sistemas o componentes están unidos en serie o en paralelo.
- En función de cómo aparece el fallo: Se puede distinguir entre progresivos y repentinos: Los progresivos son los que hacen prever su aparición. Son fallos asociados al desgaste, la abrasión, desajustes, etc., y que con un seguimiento se puede llegar a establecer cuándo se producirá el fallo definitivo. Los repentinos corresponden a una función aleatoria y suelen depender de que

coincidan una serie de factores difíciles de predecir. Suelen tener relación con roturas de piezas o elementos.

Para la clasificación se pueden utilizar otros conceptos como la especialidad a la que afectan (mecánicos, eléctricos, instrumentación, etc.), si dependen o no de otros fallos (dependientes, independientes), por el tiempo de existencia (estables, temporales, intermitentes), etc.

2.2 ANALISIS DE PARETO

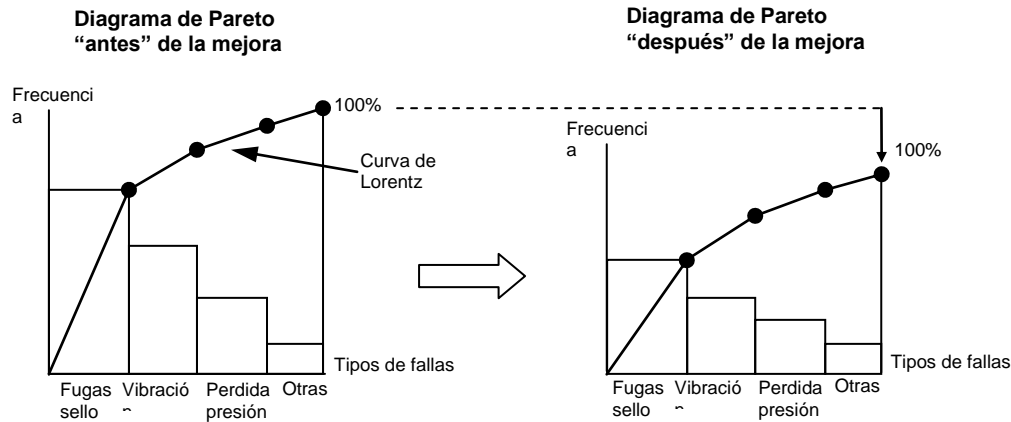
Es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema que ayuda a identificar y seleccionar los aspectos prioritarios que hay que tratar. También se conoce como Diagrama ABC o Ley de las Prioridades 20-80, que dice: “el 80% de los problemas que ocurren en cualquier actividad son ocasionados por el 20% de los elementos que intervienen en producirlos”.

La mayoría de los problemas son producidos por un número pequeño de fallas como se puede observar en el Anexo A, y estas son las que interesan descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora. A estas pocas causas que son las responsables de la mayor parte del problema se les conoce como causas vitales. Las causas que no aportan en magnitud o en valor al problema, se les conoce como las causas triviales.

Las causas triviales aunque no aporten un valor a la mejora, no significa que se deban dejar de lado o descuidarlas. Lo que sí hay que ir eliminando en forma progresiva son las causas vitales. Una vez eliminadas estas, es posible que las causas triviales se lleguen a transformar en vitales

Los pasos a seguir para su representación son:

Figura 9. Diagrama Pareto



Paso 1

- ✓ Definir el problema a investigar.
- ✓ Definir el alcance del problemas, si se realiza a una maquina completa, una línea o un sistema de cierto equipo; que datos serán necesarios y como clasificarlos

Paso 2

- ✓ Definir la información que se va analizar, en la Figura 9 de ejemplo son fugas de sellos, vibraciones, etc.
- ✓ Establecer la unidad con la que se va a medir la magnitud de la información; ésta podría ser: cantidad de fallas, costo de reparación, lucro cesante, etc.

Paso 3

- ✓ Anotar, en orden progresivo decreciente, la información a analizar (cantidad de fallas)
- ✓ Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.

Paso 4

- ✓ Dibujar dos ejes verticales y otro horizontal.

- ✓ En el eje vertical izquierdo se marca una escala desde 0 hasta el total acumulado. En el eje vertical derecho se marca una escala desde 0 hasta 100%.
- ✓ En el eje horizontal se divide en un número de intervalos de acuerdo al número de clasificaciones (tipos de fallas presentadas) que se pretende realizar.

Paso 5

- ✓ Construir el diagrama de barras.

Paso 6

- ✓ Marcar con un punto los porcentajes acumulados y unir comenzando desde cero cada uno de estos puntos con líneas rectas obteniendo como resultado la curva acumulada. A esta curva se le conoce como la curva de Lorentz.
- ✓ Escribir notas de información del diagrama como título, unidades, nombre de la persona que elaboró el diagrama, periodo comprendido y número total de datos.

Un diagrama de Pareto es el primer paso para eliminar las fallas importantes del equipo, ya que presenta claramente la magnitud relativa de los problemas y suministra a los técnicos una base de conocimiento común sobre la cual trabajar. Una sola mirada basta para detectar cuales son las barras del diagrama que componen el mayor porcentaje de los problemas. La experiencia demuestra que es más fácil reducir a la mitad una barra alta que reducir a cero una barra pequeña.

2.3 MÉTODO PORQUÉ – PORQUÉ (5W)

Es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar diferentes causas principales de un problema. Durante esta fase, los miembros del equipo de trabajo pueden sentir que tienen las

suficientes respuestas a sus preguntas. Esto podría resultar en una dificultad para el equipo de trabajo en identificar las causas principales más probables de un problema debido a que el equipo ha fallado en buscar con suficiente profundidad. La técnica requiere que el equipo pregunte “Por Qué” al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil al equipo responder al “Por Qué”, la causa más probable habrá sido identificada.

¿Cuándo se utiliza?

Al intentar identificar las causas principales más probables de un problema.

¿Cómo se utiliza?

1. Realizar una sesión de lluvia de ideas normalmente utilizando el modelo del diagrama de Causa y Efecto
2. Una vez que las causas probables hayan sido identificadas, empezar a preguntar “¿Por qué es así? o ¿Por qué ésta pasando esto?”
3. Continuar preguntado Por Qué al menos cinco veces. Esto reta al equipo a buscar a fondo y no conformarse con causas “ya probadas y ciertas”
4. Habrá ocasiones en las que se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando Por Qué para poder obtener las causas principales.
5. Durante este tiempo se debe tener cuidado de NO empezar a preguntar “Quién”. Se debe recordar que lo que interesa es el proceso y no en las personas involucradas

Puede utilizarse un formato para el método de los 5 Por Qué (Figura 10) en el cual se detalle información del equipo, las causa probables y la identificación final de la causa.

Figura 10. Formato de 5 Por Qué

FECHA:	REALIZADO POR:
IDENTIFICACION	
MAQUINA: _____	CODIGO: _____
ELEMENTOS ASOCIADOS: _____	
FUNCION: _____	
CLASIFICACION CRITICIDAD: Crítica <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Poco Importante <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/>	
5 POR QUE	
1. POR QUÉ	
2. POR QUÉ	
3. POR QUÉ	
4. POR QUÉ	
5. POR QUÉ	
SOLUCION	
Para resolver la avería:	
Para evitar su repetición:	
Plan de acción:	






2.4 ÁRBOL DE FALLOS

Es una representación gráfica de los múltiples fallos o eventos y de su secuencia lógica desde el evento inicial (causas raíz) hasta el evento objeto del análisis (evento final) pasando por los distintos eventos contribuyentes.

Tiene el valor de centrar la atención en los hechos relevantes. Adicionalmente conduce la investigación hacia causas latentes. Esta presentación gráfica permite, igual que el diagrama de Ishikawa, resumir y presentar las causas, conclusiones y recomendaciones.

Se utilizan símbolos para expresar las relaciones lógicas entre los distintos sucesos, como se muestra en la Figura 11.

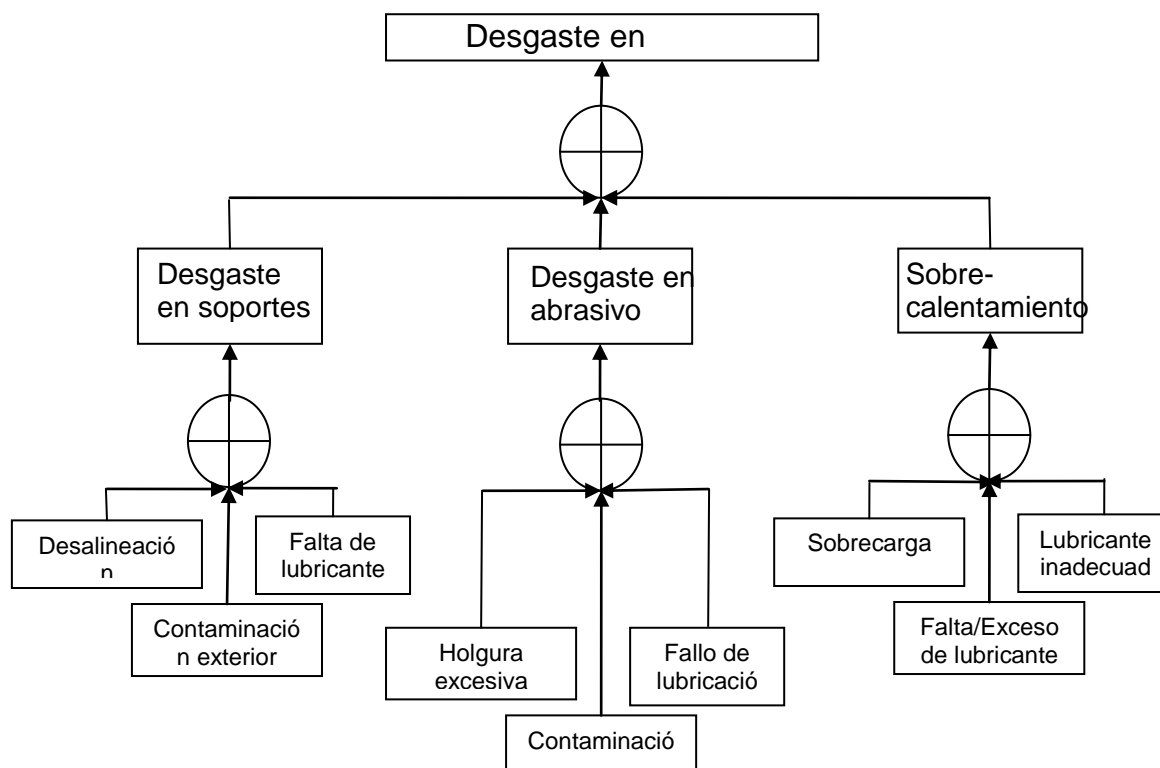
Figura 11. Símbolos del árbol de fallos

SIGNIFICADO	SÍMBOLO
Suceso Primario ▪ No requiere posterior o no es posible desarrollarse, por alguna razón.	
Suceso Secundario ▪ Resulta de la combinación lógica de sucesos previos.	
Cadena Repetida ▪ Resume una cadena idéntica ya analizada.	
Puerta O ▪ Operador lógico que permite el suceso siguiente cuando se presenta cualquiera de los precedentes. ▪ Existe redundancia	
Puerta Y ▪ Operador lógico que permite el suceso siguiente cuando se presenta todos los precedentes. ▪ Existe coincidencia	
▪ Las puertas lógicas más elementales son la “Y” y la “O”. ▪ La puerta “O” se utiliza para indicar la unión lógica de dos elementos. El suceso ocurrirá siempre y cuando ocurra por lo menos una de las entradas lógicas. ▪ La puerta “Y” se utiliza para indicar la intersección lógica. El suceso ocurrirá si ocurren, simultáneamente todas las entradas lógicas	

Los pasos a seguir para la construcción del árbol de fallos

5. Determinar el suceso final (avería, fallo o evento no deseado, objeto del análisis). Ocupará la cúspide del árbol o gráfico.
6. Desarrollar el árbol de forma iterativa mediante puertas lógicas y sucesos. Para cada suceso hay que responder: ¿por qué ocurre?. ¿Qué sucesos podrían haber causado el suceso objeto del estudio?. El procedimiento se desarrollará hasta llegar a sucesos básicos.
7. Si se transforma el árbol en una función lógica, aplicando el álgebra de Boole, se puede hacer la siguiente evaluación cualitativa: la expresión resultante representa las combinaciones mínimas de sucesos primarios, cuya ocurrencia simultánea conduce al suceso no deseado. Cada una de estas combinaciones se denominan “conjunto mínimo de fallo”. El suceso no deseado viene representado por la unión lógica de todos los conjuntos mínimos de fallos. Un ejemplo de la construcción de un árbol de fallo se representa en la Figura 12

Figura 12. Construcción del árbol de fallos



3. MODELO DE MANTENIMIENTO

Se define que mantenimiento es toda acción, trabajo o energía encaminada a garantizar los programas de producción, de manera confiable y a un mínimo costo; ejecutada sobre líneas y máquinas para restituir su condición operativa o disminuir las probabilidades de averías o fallas. El mantenimiento puede clasificarse en:

Mantenimiento Preventivo: Se fundamenta en intervenciones previamente establecidas con el objetivo de evitar la ocurrencia de fallas.

El Mantenimiento Preventivo se realiza en intervalos de tiempo predeterminados, ya sea: Ciclos de operación u horas de trabajo, es decir, bajo criterios predefinidos y que se perfeccionan con la experiencia.

Para la industria atunera que tengan este tipo de líneas de enlatado 307 se define en el Anexo B un recambio básico de partes que hace parte del mantenimiento preventivo.

Mantenimiento Correctivo: Se basa en la eliminación de una falla ya declarada, se espera a que se presente la condición de ruptura (falla), para proceder entonces a su intervención.

3.1 SUBCATEGORÍAS TÍPICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1.1 Mantenimiento Programado

Corresponde al Mantenimiento Preventivo efectuado independientemente de la condición de la máquina o equipo. Busca garantizar en todo momento el buen funcionamiento de las líneas de producción y buena performance.

A continuación un ejemplo (ver Figura 13) de la rutina de lubricación para la selladora, teniendo en cuenta los intervalos de lubricación por parte a lubricar y los requerimientos del fabricante.

Figura 13. Ejemplo de rutina de lubricación

Item	Parte	Intervalo de lubricación Horas.	No de bombeos
1	Bearing - Idler Arm	8	2 X (1gr.)
2	Bearing - Lower Vertical Filler Drive Shaft		
3	Gears - Base Drive Train Spur		
4	Bearing - Filler Drive Bevel		
5	Bearing - Base Horizontal Drive Shaft Inner		
6	Bearing - Lower Taper Roller Can Holding ChuckTable		
7	Bearing - Upper Vertical Filler Drive Shaft		
8	Bushing - Upper Horizontal Chain Drive		
9	Bushing - Lower Horizontal Chain Drive		
10	Bushing - Upper Discharge Turret Drive		
11	Bushing - Lower Discharge Turret Drive		
12	Bearing - Base Horizontal Drive Shaft Outer		
13	Cam Track - Can Holding Chuck		
14	Cam Track - Can Holding Chuck Pull Down		
15	Bearing - Taper Roller (upper table) Drive Can Holding Chuck	4 X (1gr.)	
16	Chain Idler - Can Feed Table 2	2 X (1gr.)	
17	Lower Feed Chain		
18	Upper Feed Chain		

En la investigación se realizó un análisis de los consumos de repuestos de acuerdo a las salidas de almacén y se pudo determinar los recambios de ellos, siendo relacionados en un formato (ver Figura 14)

Figura 14. Formato de mantenimiento programado

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Máquina	No Parte	Descripción	Horas de cambio	Horas de Inspección
SELLADORA ANGELUS	LIFTER			
	TORRETA SUPERIOR			
	SISTEMA CADENA ALIMENTACION DE ENVASES			

3.1.2 Mantenimiento Predictivo

Es el diagnóstico de fallas y defectos a través del análisis instrumental o sensorial para evaluar el estado de conservación y la condición de operación de la máquina refiriéndose a la selladora de latas Ángelus, para definir luego cuando sería necesaria la actividad de mantenimiento. Con esta modalidad de trabajo se busca evitar las actividades de mantenimiento innecesarias, y una más acertada programación del mismo. A continuación se observa un ejemplo de un análisis de vibraciones al motor (ver Figura 15), análisis de aceite (ver Figura 16) y termografía selladora (ver Figura 17).

Figura 15. Ejemplo de Análisis de vibraciones

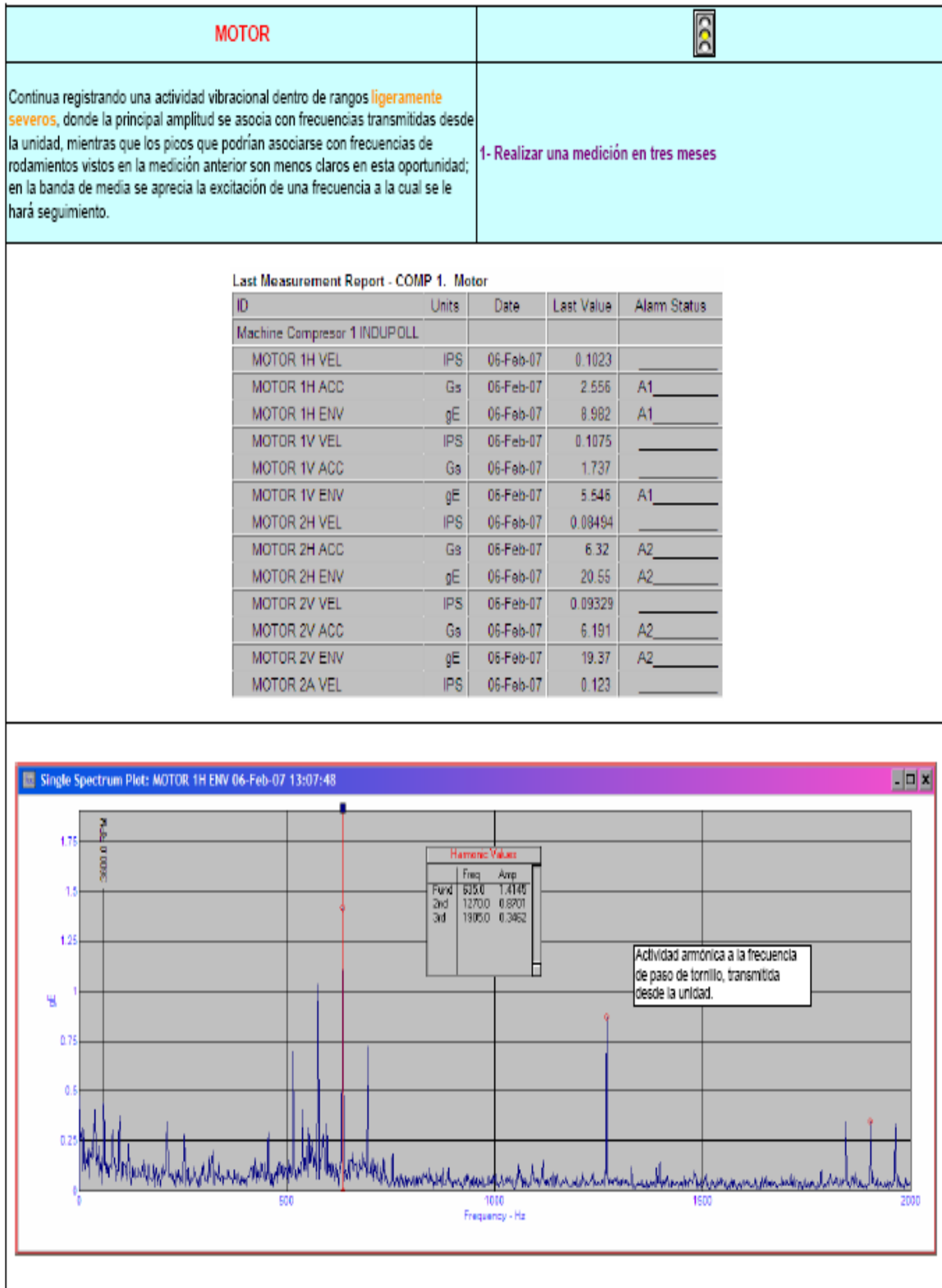


Figura 16. Ejemplo Análisis de Aceite.



ANALISIS DE LABORATORIO			
FISICO-QUIMICO-CONTAMINACION-DESGASTE			
FECHA:	FEBRERO 14 DE 2005	EQUIPO:	Caja de Engranajes Selladora.
EMPRESA:	.	ACEITE:	Ángelus
CONTACTO:		TEMPERATURA:	NA
CARGO:		HORAS DE TRABAJO:	NA

FECHA	ene-05	sep-05	feb-05	mar-05	abr-05	may-05	jun-05	jul-05	ago-05	sep-05
MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VISCOSIDAD	69,46	68,95	67,71							
TAN	0,92	0,67	0,72							
AGUA	0	0	0							
ISO 4406 18/17/15	22/21/19	21/20/16	20/19/17							
> 2 micras	20627	12094	5310							
> 5 micras	15539	5936	4022							
> 15 micras	3654	458	891							
HIERRO	0	0	17							
COBRE	2	2	2							
SILICE	0	0	1							

01. VISCOSIDAD

La viscosidad del aceite 67.71 cSt a 40°C, se encuentra dentro del rango permisible establecido para este tipo de Equipos, lo que indica que el aceite tiene la viscosidad normal para trabajar en el compresor.

02. TAN

La acidez del aceite de 0.72 mgKOH/gr.ac.us se encuentra por debajo del valor de alerta 1.5 mgKOH/gr.ac.us, lo que indica Que el aceite no se encuentra oxidado y que aun conserva propiedades antioxidantes.

03. AGUA

EL aceite no presenta contaminación con agua.

04. DESGASTE DE METALES

El contenido de partículas de Hierro de 17 ppm, de Cobre de 2 ppm y de Sílice de 1 ppm, se encuentra por debajo del valor máximo permisible establecido para cada uno de estos metales, lo que indica que se esta presentando un desgaste normal en los componentes lubricados que puedan contener alguno de estos elementos, como por ejemplo: cojinetes o arandelas.

05. CONTEO PARTÍCULAS

Las partículas de 2, 5 y 15 micras, correspondientes a un código ISO 20/19/17, se encuentran por encima del valor máximo permisible establecido para cada uno de los tamaños, lo que indica que el aceite no tiene el nivel de limpieza apropiado para trabajar en la maquina.

RECOMENDACIÓN

Como el aceite se encuentra en buen estado Físico- Químico, pero presenta un nivel de contaminación con partículas sólidas por fuera de los límites permisibles, se recomienda que este sea sometido a un proceso de filtración, para eliminar el exceso de partículas y así garantizar el nivel de limpieza requerido por el equipo, lo que permitirá reducir los niveles de oxidación y de desgaste abrasivo y/o erosivo de los elementos lubricados.

El criterio para la periodicidad de los análisis de aceite estará basado en una rutina que el responsable de mantenimiento deberá asignar de acuerdo a los últimos resultados de análisis de aceite y a las recomendaciones del laboratorio según las Normas:

- ASTM D-445 (cSt/40 °C) para la Viscosidad.
- ASTM D-664 (mgKOH/gr.ac.us) para TAN
- ASTM D-95 (% Vol.) para Agua.
- Espectrofotometría por absorción atómica (ppm). Para el desgaste de metales.
- ISO 4406 para el conteo de partículas.

Para el análisis de vibraciones la frecuencia o periodicidad de medición esta determinada por la criticidad del equipo y su historial de falla o el tiempo medio entre falla que ha tenido el equipo y de acuerdo a las condiciones de operación. Tomando como guía los niveles de severidad (ver Tabla 1) de las siguientes normas.

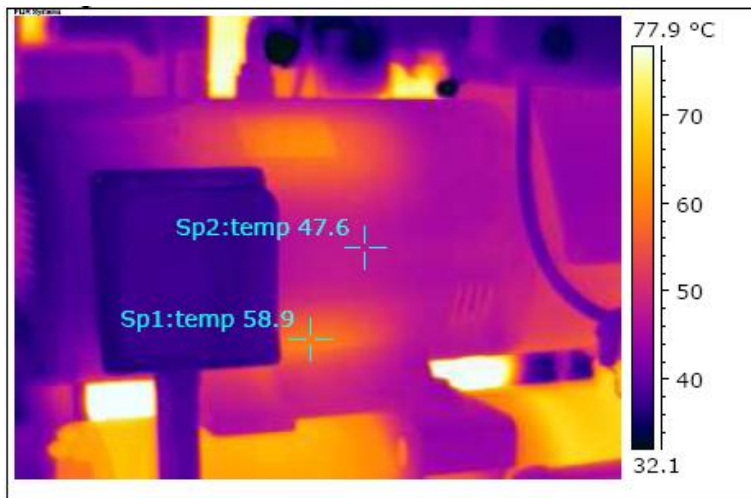
Tabla 1. Niveles de severidad

Velocity Severity		<u>Velocity Range Limits and Machine Classes</u>			
mm/s RMS	in/s Peak	Small Machines Class I	Medium Machines Class II	Large Machines	
				Rigid Supports Class III	Less Rigid Supports Class IV
0.28	0.02	Good	Good	Good	Good
0.45	0.03				
0.71	0.04	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory	
1.12	0.06	Unsatisfactory (alert)	Unsatisfactory (alert)	Unsatisfactory (alert)	
1.80	0.10	Unsatisfactory (alert)	Unsatisfactory (alert)	Unsatisfactory (alert)	Unsatisfactory (alert)
2.80	0.16				
4.50	0.25	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)
7.10	0.40				
11.20	0.62	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)
18.00	1.00				
28.00	1.56				
45.00	2.51				

- **ISO 17359**, monitoreo por condición y diagnóstico de maquinaria – guías Generales
- **ISO 13373**, vibraciones mecánicas e impacto – monitoreo por condición de vibración para maquinaria
- **ISO 13379**, datos de interpretación y técnicas de diagnóstico usada para el diagnóstico de maquinaria por condición.
- **ISO 13381**, monitoreo por condición y diagnósticos de maquinaria – pronósticos
- **ISO 18436** Parte II, Requerimientos generales para el entrenamiento y certificación del personal en los análisis de vibración
 - **ISO 18436** Sub Partes bajo el desarrollo del análisis de aceite e imágenes térmicas
 - **ISO 10816** Niveles de alarma la definición de los niveles de alarma para la implementación de un sistema nuevo, se debe basar a priori en los estándar o similar para las mediciones de velocidad en mm/seg RMS, según la Figura 16.

La Termografía infrarroja da una nueva dimensión a los análisis predictivos y preventivos convirtiéndose en la herramienta más importante para la detección de puntos calientes en componentes tanto Mecánicos como Eléctricos, con zonas de temperaturas más calientes de lo que deberían estar y a menudo con inminencia de falla. (Ver Figura 17).

Figura 17. Ejemplo Análisis de Termográfico



La inspección termográfica permite evaluar los equipos industriales a distancias seguras cuando situaciones de alto riesgo están presentes, ya que su principio de funcionamiento esta basado en la medición de temperaturas en superficies distantes y sin contacto.

Con base en la experiencia adquirida se ha encontrado que, sobre la parte fallada y referenciada al 100% de la máxima carga, la NETA (International Electric Testing Association) creó una Tabla (ver Tabla 2) de criterios, que constituyen una ayuda útil para determinar el grado de severidad de un problema eléctrico, válida únicamente para mediciones directas de temperaturas.

Tabla 2. Tabla de severidad de temperaturas

Nivel	Temperatura Medida	Calificación	Acción
1	De 1°C a 10°C O/A ó De 1°C a 3°C O/S	Posible deficiencia	Se requiere más información
2	De 11°C a 20°C O/A ó De 4°C a 15°C O/S	Probable deficiencia	Reparar en la próxima parada disponible
3	De 21°C a 40°C O/A ó >15°C O/S	Deficiencia	Reparar tan pronto como sea posible
4	>40°C O/A >15°C O/S	Deficiencia Mayor	REPARAR INMEDIATAMENTE!

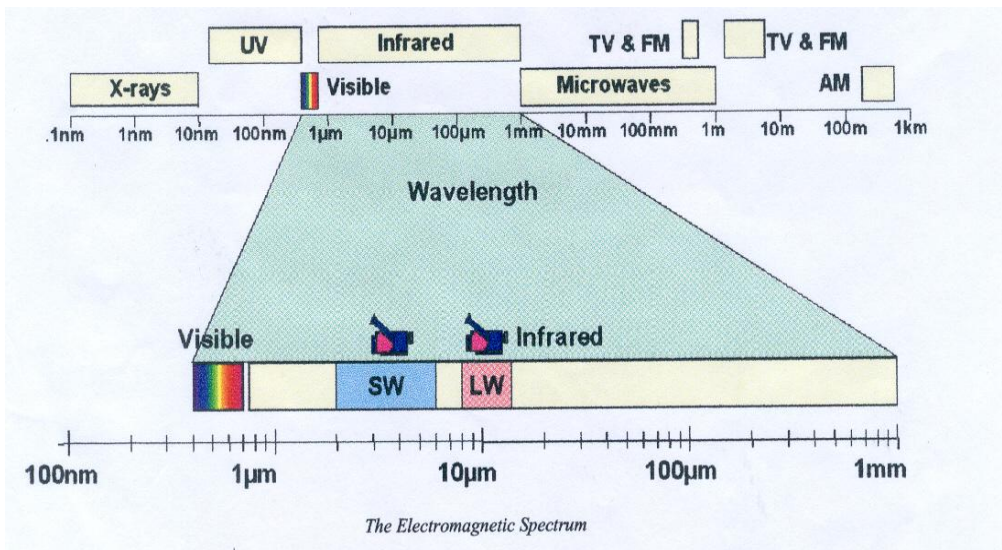
Lo importante de este estudio es que se deben realizar sólo cuando los equipos se encuentran en funcionamiento normal de trabajo, lo cual permite que no sea interrumpida la producción y así anticiparse con rapidez a paradas no programadas .

La introducción de los análisis termográficos juegan fuertemente un rol de importancia para facilitar el Mantenimiento, ahorro de energía, protección de equipos costosos y reducción de primas de seguros.

Pero para poder utilizar y comprender adecuadamente los conceptos de termografía, es necesario tener claridad sobre el fenómeno de energía radiante y las diferentes formas de transferencia de calor, y al mismo tiempo tener criterios claros sobre los diferentes aspectos y compensaciones a tener en cuenta cuando se hace una inspección termográfica.

El espectro electromagnético se descompone como se muestra en la Figura 18.

Figura 18. Espectro electromagnético.



Como se puede apreciar la banda correspondiente al espectro infrarrojo es mucho más ancha que la correspondiente al visible.

3.2 INSPECCIÓN Y MONITOREO

3.2.1 Inspección

Es la verificación que se realiza a los equipos involucrados con recursos sensoriales. (Tacto, visión, audición, medición, etc.). Esta verificación se realiza por lo general con un check list. Se da como ejemplo un Check List (ver Tabla 3) para la selladora.

Tabla 3. Ejemplo de Check List

Frecuencia	Descripción
<p style="text-align: center;">Diario (8 Horas antes de comenzar la producción)</p>	Comprobar los pulsadores de parada de emergencia y el embrague.
	Comprobar la sincronización de las torrecillas, alimentación de la cubierta, sincronización espiral, cadena de la alimentación horizontal. La lata debe transitar suavemente a través de la máquina sin las abolladuras o los rasguños. Unidad del extremo a moverse con guías y transferencia sobre cuerpo de la lata sin las abolladuras o los rasguños.
	Examinar la condición y la colocación de toda guarda en la máquina. Todos los protectores deben estar en lugar y aseguraron.
	Lubricar todas las guarniciones de la grasa según lo especificado.
	Chequee el desgaste de la leva de los seguidores de rodillos y los cojinetes, verifique restos de metal y la aspereza de la misma.
	Funcionar y evaluar las latas selladas, observar posibles abolladuras, rasguños y verificar el montaje incorrecto de las latas y de los rebordes del extremo. Esta inspección no debe sustituir los procedimientos normales del control de calidad para el examen periódico del doble cierre.
<p style="text-align: center;">Semanal (170 horas)</p>	Comprobar el nivel de aceite del reductor y de la subsistencia de la velocidad llenados al nivel correcto (galga de vista proporcionada).
	Comprobar el nivel de aceite de la impulsión y de la subsistencia del equipo auxiliar llenadas al nivel apropiado.
	Llenar el tazón de fuente no más de 3/4 del aceite lleno.
	Lubricar las guarniciones de la grasa en la cubierta superior.
	Chequee la lubricación con grasa de todas las guarniciones en la máquina.
	Continuación

Tabla 3. Ejemplo de Check List. Continuación

Frecuencia	Descripción
Semanal (170 horas)	Chequee el tiempo del tornillo sin fin alimentador de latas.
	Chequee el switch de alimentación de tapas en la torreta superior.
	Chequee el resorte del botador de latas para saber si hay la libre circulación.
	Comprobar los ajustes de todos los tornillos de fijación en para una segura operación.
	Chequeo general para asegurar que no hay elementos de fijación flojos en el centro y cuatro pilares de la torreta, al igual que la cubierta.
	Funcionar y evaluar la primera operación del doble cierre. La recomendación para la inspección semanal de la primera operación del doble cierre esta en el procedimiento normal del control de calidad para examen periódico del doble cierre.
	Chequee el freno de la máquina en un espacio para una velocidad de 100 Latas/Min. Referir a la carta en la sincronización y a la sección de ajuste para un frenado recomendado a tiempo.
Mensual (720 Horas)	Lubricar ocho puntos en el marco de elevación de la placa del mecanismo y del motor situado en la cubierta superior.
Anual (8.760 Horas)	Drenar el aceite del reductor de velocidad, reponerlo con aceite nuevo al nivel apropiado marcando 1/2 en el Visor.

3.2.2 Monitoreo

Es el seguimiento periódico realizado a una máquina o componentes de equipos, con aparatos de medición y registro de datos para su posterior interpretación, análisis e historia.

En el caso de la selladora se realiza un monitoreo de puntos calientes con una pistola de temperatura de 3M; Monitoreo que estará a cargo del técnico eléctrico de turno y con la responsabilidad de diligenciar, analizar, gestionar y almacenar la planilla que se muestra en la Figura 19 con la aprobación de Ingeniería.

esta zona con agua caliente. Una vez que esta limpieza ha sido realizada, es importante que la máquina sea lubricada a fondo, después de lo cual deberá estar en marcha durante 10 a 15 segundos, de modo que la lubricación se distribuya por toda la máquina y las zonas donde el agua pudiera quedarse atrapada para que desagüen totalmente. Después de un lavado, la máquina nunca deberá de ser dejada toda la noche sin una lubricación a fondo. El engrase de los cojinetes forzará la salida de cualquier material extraño o agua que hay en el mismo, ayudando a evitar la corrosión.

Reparaciones y Modificaciones: Son aquellas actividades de reconstrucción de piezas o diversos componentes de máquinas con el propósito de volverlas a su estado original. También se incluyen, pequeñas mejoras a los componentes de los equipos, que permiten un mejoramiento de su capacidad, un mayor rendimiento o una optimización de los procedimientos de operación o mantenimiento de la máquina.

3.4 AJUSTES ANTES Y DESPUÉS DE FALLA PARA LA SELLADORA

Es importante mencionar que antes del arranque de la maquina y que cada 8 horas se deben realizar los ajustes necesarios del doble cierre para asegurar una buena operación de esta y evitar que la maquina estrelle sus partes móviles, según las causas-defectos en el Anexo C. Haciendo aclaración que las fallas o causas mencionadas en este anexo de la selladora están directamente relacionadas con el comportamiento del doble cierre.

3.4.1 Primera operación de cierre apretada

Si la primera operación de cierre está demasiado apretada, su fondo queda casi plano, como se muestra en la Figura 20, o el gancho de la tapa se mete hacia dentro del gancho del cuerpo. Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 4

Figura 20. Primera operación de cierre apretada

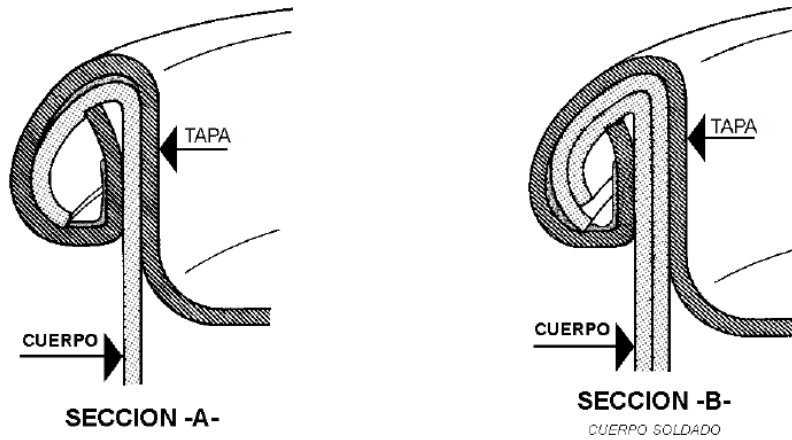


Tabla 4. Causas y remedio de la primera operación de cierre apretada

Causas	Remedio
1 rulina de la 1ª operación demasiado apretada	Aflojar rulina 1ª operación
Perfil ranura 1ª operación demasiado estrecho	Cambiar la rulina por una de perfil mas ancho

3.4.2 Primera operación de cierre floja

Si la primera operación es demasiado floja (ver Figura 21), el borde de la tapa no hace buen contacto con el cuerpo de la lata originando un pliegue insuficiente del curvado final, necesario para una buena pestaña y una buena solapa. Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 5

Figura 21. Primera operación de cierre floja

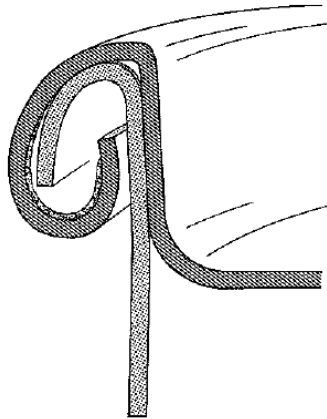


Tabla 5. Causas y remedio de primera operación de cierre floja

Causas	Remedio
Rulina demasiado floja	Apretar rulina
Perfil ranura con desgaste	Cambiar 1ª operación por una nueva.
Perfil de ranura de rulina demasiado ancho	Cambiar la rulina por una con perfil estrecho

3.4.3 Cierre cortante

El cierre tiene un filo cortante (ver Figura 22) todo alrededor del bote superior interno de la tapa. Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 6

Figura 22. Cierre cortante

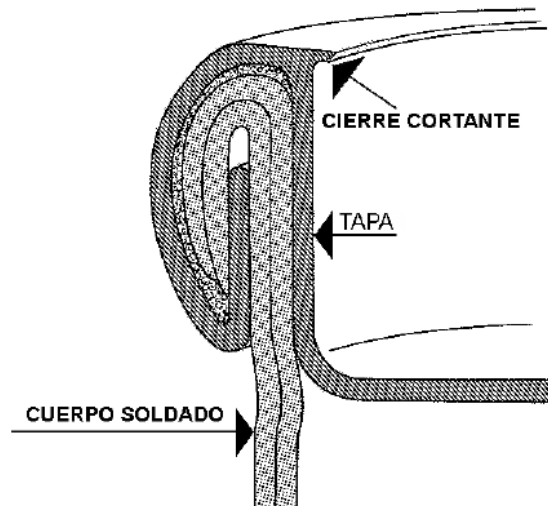


Tabla 6. Causas y remedio de cierre cortante

Causas	Remedio
La rulina de la 1 operación demasiado alta o demasiado baja en comparación al borde del mandril	Reajustar la altura de la rulina con un margen máximo de 0.08mm entre el perfil de la rulina y la parte superior del mandril.
Rulina de la 1 operación muy apretada	Aflojar rulina
El borde del mandril puede estar desgastado porque el perfil de la rulina de la 1ª operación lo toca.	Comprobar si las rulinas están dañadas y remplazarlas si es necesario
Uso del perfil de la rulina demasiado estrecho	Reemplazar rulinas 1ª operación
Cabezales de los mandriles de cierre demasiado apretadas o dañadas	Si el cierre cortante aparece en una estación de cierre solamente probablemente el cabezal está inclinado. Ponerlo en la posición correcta. Si el problema existe en todas las estaciones ajustar la torreta del cabezal.

3.4.4 Corte en la junta

El metal esta fracturado en lo alto del cierre; principalmente esto ocurre en la junta. Ver también las condiciones que causan un borde cortante (ver Figura 23). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 7

Figura 23. Corte en la junta

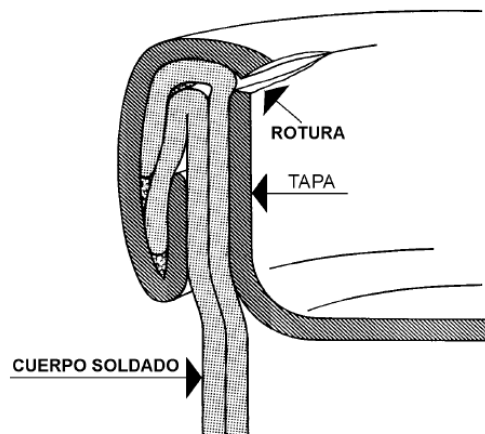


Tabla 7. Causas y remedio de corte en la junta

Causas	Remedio
Excesiva soldadura en el solape.	Contactar al fabricante de las latas
Productos sólido y semisólidos atrapados en el cierre	Comprobar el proceso de llenado para detectar excesos. Puede ser necesario colocar un tope para asegurar un adecuado espacio en cabeza
Marcas defectuosas en el cuerpo liso La cantidad de material en la soldadura es mas que lo que el perfil de la rulina puede soportar.	Contactar al fabricante de las latas

3.4.5 Abolladura

Una parte lisa del cierre se extiende por debajo de la línea normal. Esto puede ocurrir en cualquier parte del cierre pero generalmente ocurre en el doble. Una pequeña cantidad de abolladuras puede ser tolerada a causa del espesor adicional de metal y soldadura en este punto (Ver Figura 24). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 8.

Figura 24. Abolladura

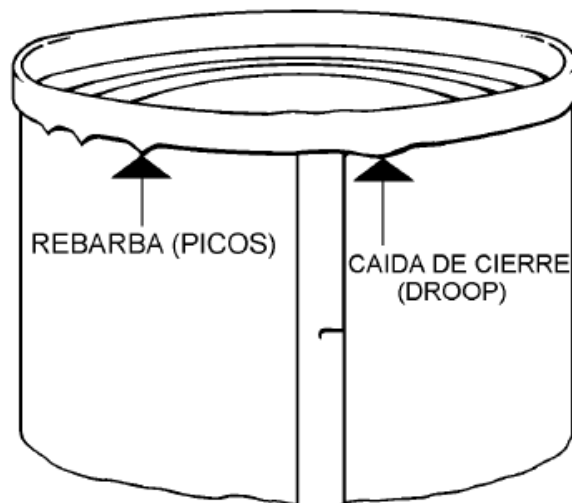


Tabla 8. Causas y remedio de abolladura

Otras Causas	Remedio
Rulina de la 1ª operación desgastada.	Reemplazar rulina
Cojinete de la rulina desgastado.	Reemplazar cojinete
Borde de la tapa inapropiado	Contactar con el fabricante de la tapa.
Excesiva cantidad o distribución irregular del componente de sellado.	Contactar con el fabricante de la tapa.
Gancho del cuerpo demasiado largo	Comprobar la altura del perno y bajar el ajuste del muelle del mandril
Excesiva soldadura en el solape.	Contactar con el fabricante de las latas

3.4.6 Rebabas

Similares a las abolladuras pero más afiladas y pequeñas. No se extiende por debajo del cierre como las abolladuras y pueden ocurrir en cualquier parte alrededor del cierre. Es posible ver o sentir una gran rebarba pasando un dedo alrededor del cierre. En casos serios el gancho de la tapa se dobla sobre si mismo (ver Figura 25). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 9

Figura 25. Rebabas

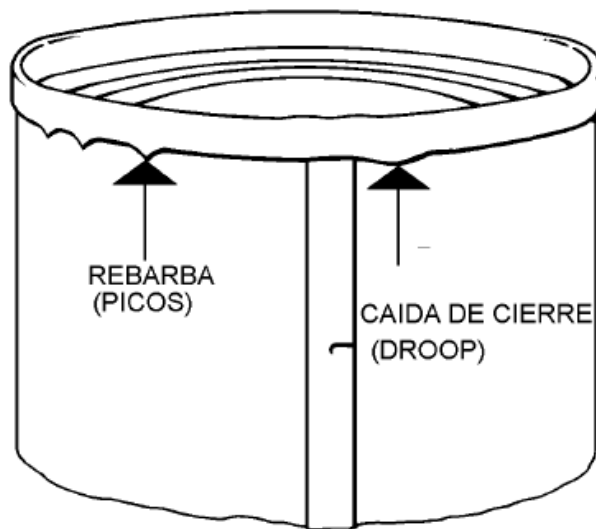


Tabla 9. Causas y remedio de las rebabas

Causas	Remedio
Ajuste erróneo de la rulina de 1 operación.	Ajustar el diámetro y altura de la rulina en relación a la parte superior del labio del mandril
Perfil de la primera operación demasiado ancho.	Reemplazar rulina con una de un perfil mas estrecho
Perfil de la 1ª operación desgastado.	Reemplazar rulina 1ª operación
Excesivo componente de sellado en el borde.	Contactar con el fabricante de la tapa.
Producto atrapado en el cierre.	Comprobar el procedimiento de llenado para detectar excesos de producto.
Arrugas en el panel de cierre antes del cierre propiamente dicho.	Contactar con el fabricante de la tapa.

3.4.7 Falso cierre

Una porción del cierre esta completamente desenganchada. El gancho de la tapa esta plegado fuera del gancho del cuerpo en vez de estar doblado debajo de él (Ver Figura 26). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 10

Figura 26. Falso cierre

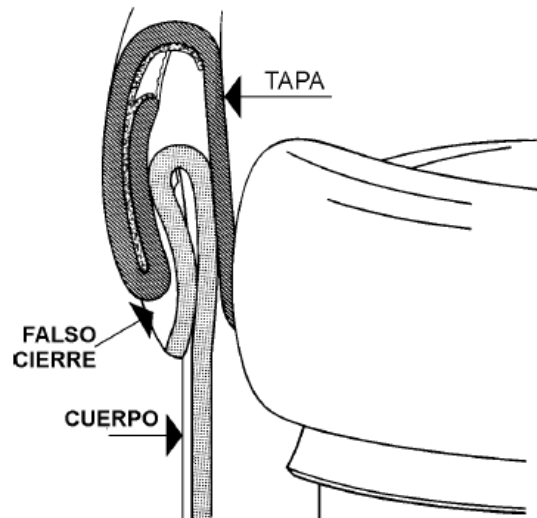


Tabla 10. Causas y remedio del falso cierre

Causas	Remedio
Pestaña de la lata doblada o rebajada.	Verificar si la lata está dañada antes después de entrar en la cerradora. Si esta dañada antes comprobar el sistema de soporte de la lata y verificar si la lata entra adecuadamente en la maquina de llenado (ver “pestaña de la lata enmohecida”) Si la pestaña está dañada dentro de la cerradora comprobar el tiempo de sistema de alimentación de tapas (estrella o secciones y del sistema de paso entre la alimentación de latas y la torreta de sellado (empujador de cadena o secciones). (Ver índice de partes y manual de instrucciones de su cerradora) Comprobar los raíles de guía de las tapas para verificar si están adecuadamente alineados para permitir a la lata levantarse sin interferir en la pestaña.
Borde de la tapa dañado o aplanado	Comprobar el sistema de alimentación tapas para verificar si el daño esta ocurriendo en ese punto. Ajustar las filos de los tornillos de alimentación (u otros componentes particulares de su sistema de alimentación) para poder separar las tapas con facilidad. Normalmente si hay una interferencia dañando el borde de la tapa, es necesario comprobar el freno de las tapas y toda la alimentación y soporte de las mismas
La rulina de la 1ª o 2ª operación no vuelve bastante rápida a la posición off., así que el labio de la rulina puede dañar el borde de la tapa	Comprobar si el giro de cerrado es suficientemente rápido y sencillo, comprobar la existencia de muelles del elevador de cierre rotos, y reemplazar si es necesario.
Mal encajado de tapa y bote.	Ver “pestaña dañada”

3.4.8 Cierre incompleto

La 2ª operación de cierre no esta completa. El espesor del cierre en cualquiera de los lados es superior a la del resto del cierre (ver Figura 27). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 11.

Figura 27. Cierre incompleto

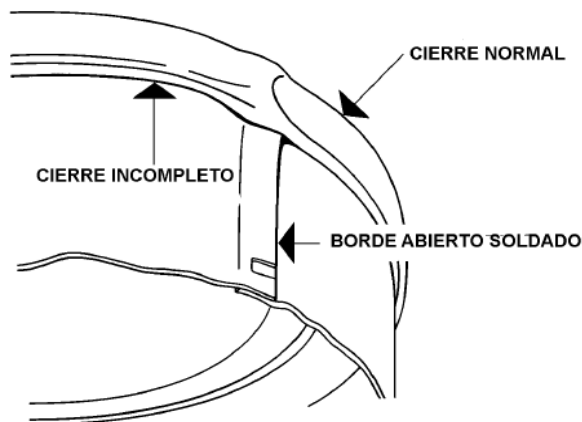


Tabla 11. Causas y remedio cierre incompleto

Causas	Remedio
El mandril del cierre esta desgastado o es de tamaño inferior para la tapa utilizada.	Reemplazar el mandril. Para quitarlo primero aflojar el mandril utilizando un empujador y martillo en los agujeros (comprobar a dirección del tornillo).
Altura entre tapa y mandril demasiado alta para la altura de la lata.	Replantear la altura siguiendo la fórmula en la página siguiente: Si el cierre incompleto ocurre sólo en la estación de cierre, comprobar la altura tanto de la tapa como del del mandril. La tolerancia de altura entre las tapas debe estar dentro de 0,05 mm.
Los soportes del mandril inferiores no giran perfectamente. (En maquinas de lata rotativa)	Retirar los platos inferiores y limpiar los rodamientos inferiores. Si los rodamientos no giran tras su limpieza, reemplazarlos.
Insuficiente presión en el muelle del pistón inferior.	Ver índice de piezas y manual de instrucciones
El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa o el mandril no se adapta perfectamente a la tapa.	Reemplazar mandril.
El soporte de la rulina esta atascado evitando que la rulina gire.	Reemplazar rodamiento
Rulinas 1ª y 2ª operación demasiado apretadas.	Ajustar apropiadamente las rulinas

Continua

Tabla 11. Causas y remedio cierre incompleto. Continuación

Causas	Remedio
Labio inferior de la rulina de 1ª o 2ª operación tocando el cuerpo de la lata.	Reducir el diámetro del labio o usar una rulina con una ranura menos profunda.
Excesiva tolerancia vertical del empujador del mandril	Reemplazar el rodamiento del empujador del mandril
Aceite o grasa en el mandril o en la tapa	Limpiar
Excesiva tolerancia vertical del empujador del mandril	Reemplazar el rodamiento del empujador del mandril
Aceite o grasa en el mandril o en la tapa	Limpiar

3.4.9 Borde dañado

El borde se aplana en uno o más puntos en vez de abrazar el cuerpo (ver Figura 28). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 12.

Figura 28. Borde dañado

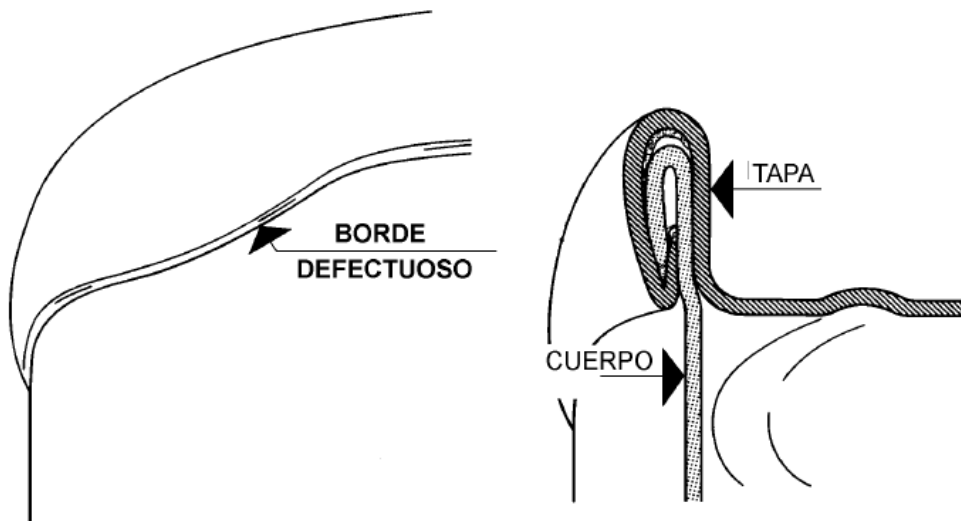


Tabla 12. Causas y remedio de borde dañado

Causas	Remedio
Tapas dañadas durante el manejo y transporte.	Si las tapas son enviadas en tubos o bolsas, pueden presentar unidades dañadas en lo alto y lo bajo de la pila. El operador debería comprobar muy cuidadosamente durante la alimentación y rechazar todos los dañados. Deber también tener cuidado mientras se llena una nueva bolsa o tubo en el almacén. Si las nuevas tapas son dejadas caer sobre las ya almacenadas pueden causarse daños en el borde de la tapa inferior, que descansa sobre los tornillos de alimentación.
Ajuste o temporizado imperfecto de Los fillos de los tornillos de alimentación de la torreta de alimentación de tapas	Comprobar la alineación entre las torretas de cierre y alimentación y entre la alimentación de latas y los raíles de descarga. Las tapas deben ser transferidas a los empujadores suavemente y sin ningún tipo de duda.
Alineamiento impropio de los raíles de guía de la tapa.	Alinear los raíles de guía de la tapa para centrar la tapa exactamente sobre la lata en el punto adecuado y proveer también un margen sobre la tapa curvada para permitir libre movimiento durante la separación y el envío a los raíles de guía de la tapa.
Las rulinas de la 1a o 2a operación no vuelven a la posición de "off" dañando el borde cuando este es alzado a la posición de cierre.	Comprobar si hay un buen retorno a la posición de "off" de la rulina. Verificar también si los muelles del elevador de cierre están rotos y reemplazarlos si es necesario.

3.4.10 Pestaña del bote golpeada

Similar condición al falso cierre (ver Figura 29). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 13

Figura 29. Pestaña del bote golpeada

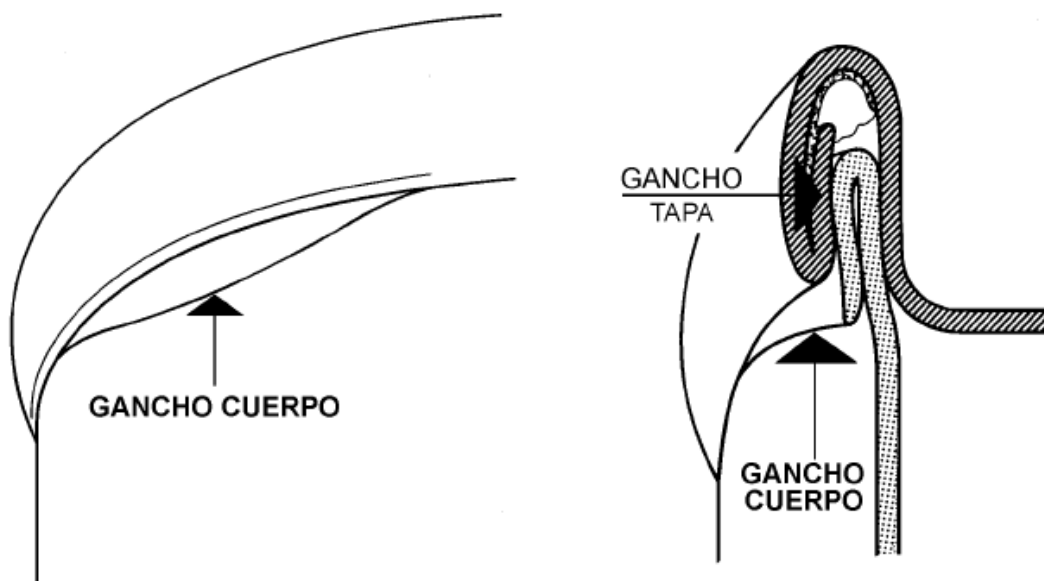


Tabla 13. Causas y remedio de pestaña del bote golpeada

Causas	Remedio
Pestaña del bote dañada	Revisar por completo el sistema Comprobar si la “pestaña enmohecida” ocurre a causa de la llenadora o en La fabricación del bote
Rail guía de tapas fuera de alineación	Realignar las guías para prevenir la colisión entre la tapa y la pestaña del bote
Torreta de alimentación tapas y cadena de alimentación botes desacompañadas con el cabezal de cierre.	Sincronizar la torreta de alimentación de tapas y la cadena de alimentación de botes con el cabezal de cierre.
Las rulinas de 1ª y 2ª operación retornan lentamente a la posición off dejando el labio inferior de la rulina dañado, el borde y la pestaña del bote demasiado tiempo en la posición de cerrado	Revisar si es correcto el retorno de las rulinas a la posición off. Verificar si el muelle de la palanca de cerrado está roto y reemplazarlo si es necesario
Regulación inadecuade la leva de entrada de tapas en la posición de acompañamiento de tapa.	Reinicializar la leva para que el final del eje toque suavemente la tapa mientras es trasferida al mandril de cierre con el bote

3.4.11 Espacio desigual entre bote y tapa

Regulaciones defectuosas o montajes del equipo causan un alineamiento inadecuado de los botes con las tapas durante la operación de cierre; y en consecuencia, el cierre estará completamente desajustado en alguna parte del bote (ver Figura 30). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 14.

Figura 30. Espacio desigual entre bote y tapa

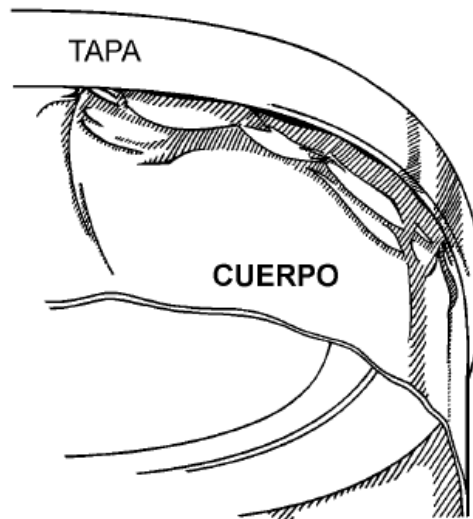


Tabla 14. Causas y remedio del espacio desigual entre bote y tapa

Causas	Remedio
Desfase en la transferencia de la cadena de alimentación de botes y el cabezal de cierre	Ajustar de nuevo la cadena alimentación
Desfase entre la estrella de alimentación de tapas y el cabezal de cierre.	Ajustar de nuevo al estrella de alimentación de tapas con el cabezal de cierre.
Las guías de alimentación de tapas y los raíles de alimentación de botes están inadecuadamente alineados	Realignar las guías de alimentación de tapas para evitar que las tapas y las pestañas se amontonen y regular las guías de entrada de botes dejando un espacio de aprox.0, 5 mm
Inadecuada colocación de la leva del extractor en la posición de acompañamiento de las tapas o altura del vástago fuera	Ajustar la leva o la altura del vástago

Continua

Tabla 14. Causas y remedio del espacio desigual entre bote y tapa. Continuación

Causas	Remedio
Inadecuado ajuste de las guías de tapas	La estrella de igualado de las tapas debe soltar el borde de la tapa cuando la tapa es colocada en el mandril de cierre.
Inadecuado ajuste del empujador de tapas	Reajustar la colocación de las tapas en la pestaña del cuerpo y colocar el cuerpo del bote con tapa en la torre de alimentación de tapas. Ajustar el empujador de tapas para que haga contacto con el diámetro del borde.

3.4.12 Cuerpo del bote deformado

Hay algunas deformaciones después de acabado el cierre. Esto ocurre normalmente cerca de la junta pero en algunos botes sucede alrededor del bote (ver Figura 31). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 15.

Figura 31. Cuerpo del bote deformado

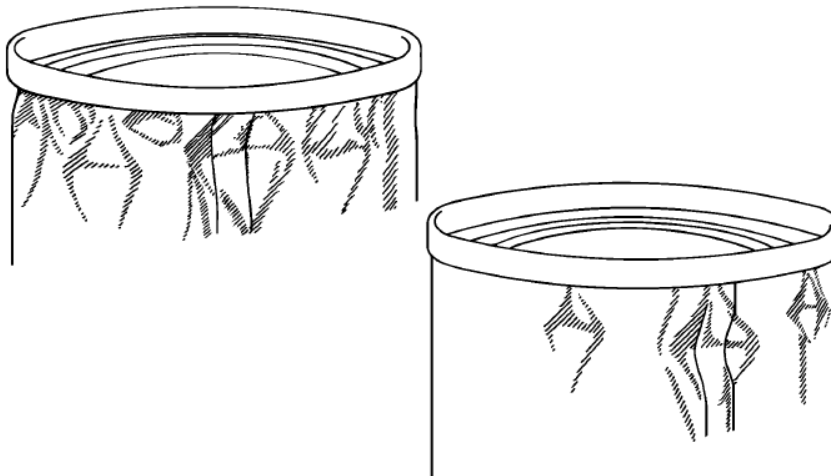


Tabla 15. Causas y remedio del cuerpo del bote deformado

Causas	Remedio
El perfil de la rulina de 2ª operación está demasiado bajo en relación con el borde del mandril.	Ajustar la rulina de 2ª operación de forma que deje aprox. 0,15 mm. entre la ranura de la rulina y la cara superior del borde del mandril.
Rulinas 1ª y 2ª operación muy apretadas.	Ajustar las rulinas

Continua

Tabla 15. Causas y remedio del cuerpo del bote deformado. Continuación.

Causas	Remedio
La rulina de 1ª operación está demasiado apretada en relación con el borde mandril.	Ajustar la rulina de 1ª operación de forma que deje aprox. Lo máx. 0,08 mm. Entre la ranura de la rulina y la cara superior del borde del mandril.
El borde inferior de la ranura de las rulinas de 1ª y 2ª operación tocan el cuerpo del bote	Reducir el diámetro inferior de la rulina y sustituir por uno con menor perfil de ranura
El cojinete inferior del mandril no gira suavemente	Limpiar el cojinete y lubricar con adecuado lubricante.

3.4.13 Pestaña del bote enmohecida

Una pestaña enmohecida es una deformación de la pestaña causando un gancho del cuerpo largo. No es posible detectar esta condición hasta que el cierre ha sido desmontado para comprobar el cuerpo y el gancho de la tapa (ver Figura 32). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 16.

Figura 32. Pestaña del bote enmohecida

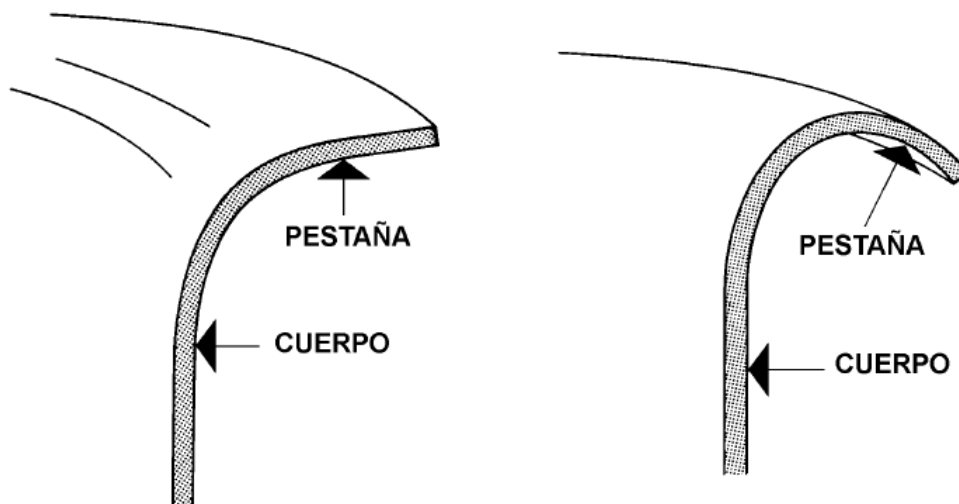


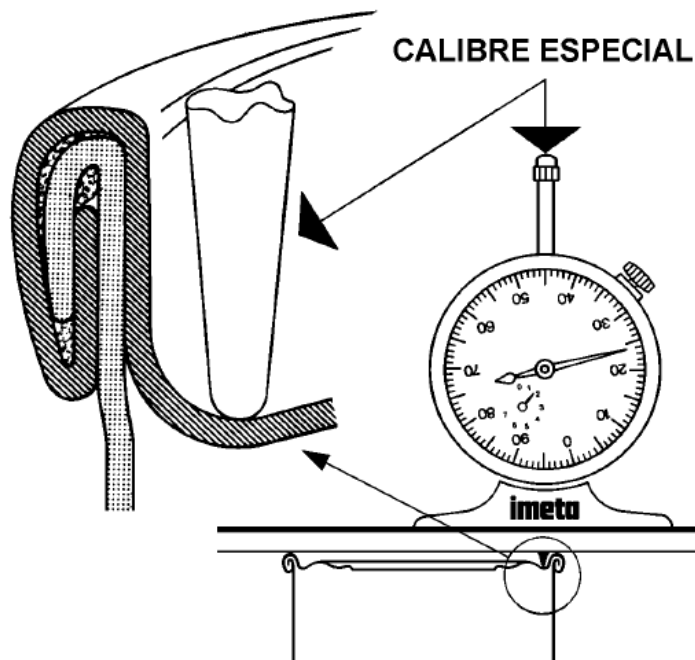
Tabla 16. Causas y remedio de pestaña del bote enmohecida

Causas	Remedio
Excesiva presión del muelle inferior del mandril durante la fabricación del bote.	Reducir la presión del muelle inferior del mandril
Ranura inferior del mandril gastada.	Sustituir con una nueva placa de mandril inferior.
Excesiva presión del alzado del cilindro en la llenadora.	Comprobar la presión de alzado del cilindro para que sea correcta.
La pestaña del bote ha sido dañada de en el sistema de manipulación de latas.	Comprobar el conjunto del sistema de manipulación de Latas.

3.5 INSPECCIÓN INTERNA DE CIERRE

3.5.1 Control de la profundidad del avellanado con calibre especial (ver Figura 33)

Figura 33. Control de la profundidad



3.5.2 Avellanado demasiado profundo

El avellanado tiene que tener el mismo espesor que el labio del mandril hasta un máximo de apro.0,10 mm. de más. Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 17.

Tabla 17. Causas y remedio de avellanado demasiado profundo

Causas	Remedio
Excesiva presión entre el perfil de la rulina de 1ª operación y el labio del mandril	Reajustar la rulina de 1ª operación dejando un máx. de 0,08 mm. de espacio entre la ranura de la rulina y la superficie superior del labio del mandril.
El diámetro del mandril es demasiado grande para la tapa del bote	Cambiar mandril.
El espesor del labio del mandril es demasiado grande	Sustituir el mandril por uno de correcto espesor.
La rulina de 1ª operación está gastada	Sustituir la rulina de 1ª operación

3.5.3 Altura del cierre más allá del máximo

Si la 2ª operación es demasiado apretada causando una excesiva presión en el cierre, el metal se estira y el cierre aumenta su altura creando falsos ganchos o una reducción de la solapa. Este cierre tiende a reducir el poder de sellado del bote, especialmente en la junta (ver Figura 34). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 18.

Figura 34. Altura del cierre más allá del máximo

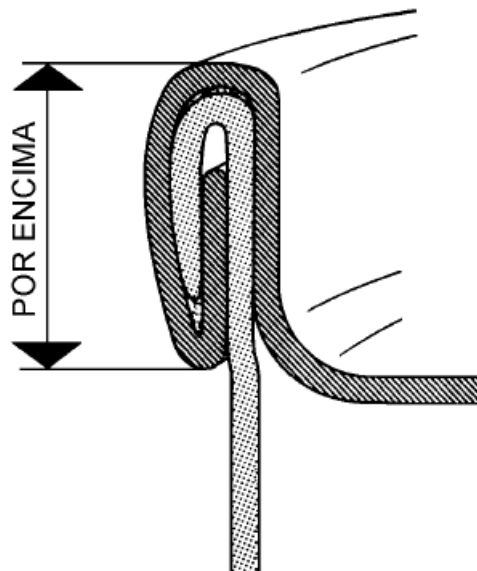


Tabla 18. Causas y remedio altura del cierre más allá del máximo

Causas	Remedio
Rulinas de 1ª operación están desgastadas por encima del límite	Sustituir las rulinas de 1ª operación
El surco de la rulina de 1ª operación está perdido.	Preguntar al fabricante de botes por las correctas dimensiones del cierre.
La regulación de la rulina de 2ª operación está demasiado apretada	Preguntar al fabricante de botes por las correctas dimensiones del cierre.
Los surcos de las rulinas de 2ª operación están desgastados.	Sustituir las rulinas de 2ª operación

3.5.4 Altura del cierre por debajo del mínimo

Si la 2ª operación es demasiado floja el cierre puede tener escapes, porque los pliegues del metal no han sido presionados lo bastante fuerte y el compuesto de sellado no llena el vacío dejado por los metales (ver Figura 35). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 19.

Figura 35. Altura del cierre por debajo del mínimo

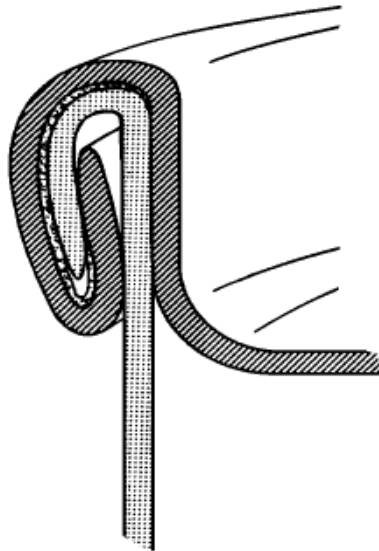


Tabla 19. Causas y remedio de altura del cierre por debajo del mínimo

Causas	Remedio
La ranura de la rulina de 1ª operación es demasiado estrecha.	Comprobar las dimensiones de los pliegues de cierre con el fabricante de los botes y las tapas y determinar las más apropiadas.
La ranura de la rulina de 2ª operación es demasiado grande	Comprobar las dimensiones de los pliegues de cierre con el fabricante de los botes y las tapas y determinar las más apropiadas.

3.5.5 Desmontado y control del cierre

Hay muchas maneras de controlar el cierre como aquellas aconsejadas por el fabricante o usuario de latas y tapas; una manera es el uso de un proyector especial. Este sistema sirve sólo para analizar una sección cortada del cierre.

La frecuencia del control depende de los standards de cada compañía. De todas maneras, deberían ser realizadas inspecciones aleatorias en cada lata para todas las secciones de sellado al menos cada cuatro horas y tan pronto como la cerradora se sobrecalienta o tras un breve apagón.

Además una inspección completa debería ser hecha tras cada interferencia con la máquina. En caso de que un cierre defectuoso ocurra en un cabezal, es necesario controlar una segunda lata de este antes de proceder al ajuste.

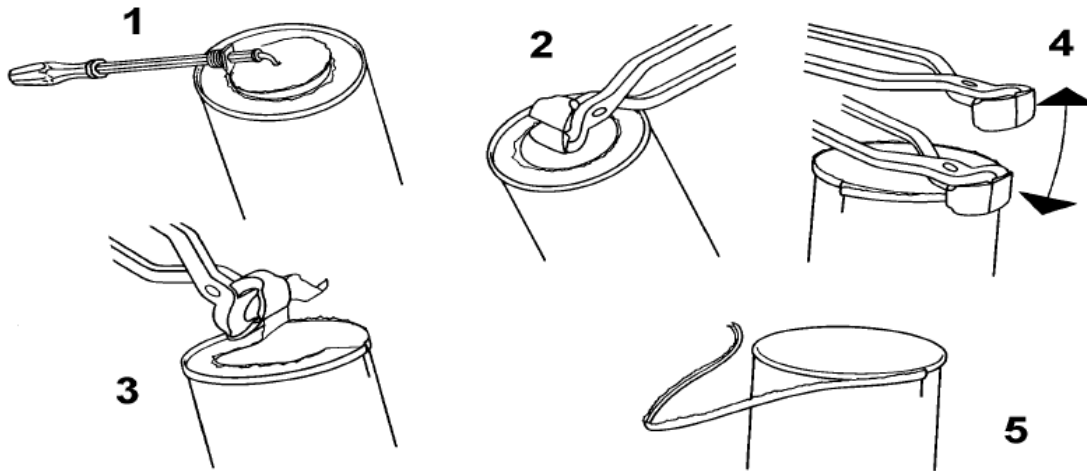
En caso de un defecto grave la cerradora debe ser cuidadosamente inspeccionada antes de ningún otro control.

En líneas a gran velocidad cientos o miles de restos pueden ocurrir si la máquina no es inmediatamente inspeccionada y no se actúa.

Para conseguir buenos resultados del test de control es importante tomar nota de todas las medidas tomadas y considerar los resultados como una regla definida.

Para obtener un chequeo completo el cierre debe ser desmontado y despiezado de la manera en que se muestra en la Figura 36.

Figura 36. Desmontado y control del cierre



3.5.6 Arrugas en el gancho de la tapa

Arrugas en la tapa se extienden por el gancho del cuerpo y se detectan solo después del desmontado del cierre para el control (ver Figura 37). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 20.

Figura 37. Arrugas en el gancho de la tapa

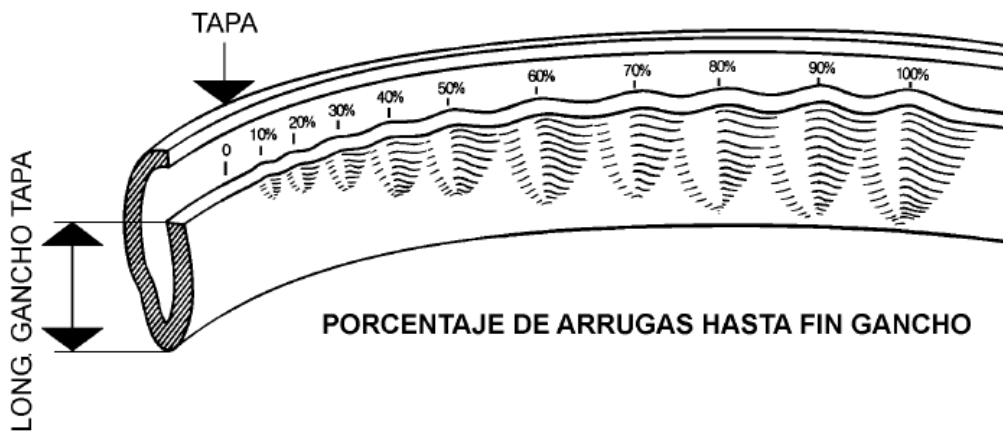


Tabla 20. Causas y remedio de arrugas en el gancho de la tapa

Causas	Remedio
Rulinas de 1ª operación flojas	Reajustar las rulinas
Rulinas de 2ª operación flojas	Reajustar las rulinas
Perfil de rulinas de 1ª y 2ª operación gastadas.	Sustituir las rulinas de 1ª y 2ª operación
Perfil de 1ª operación esta demasiado ancho	Sustituir las rulinas de 1ª operación con otras de perfil más estrecho.
Inadecuada curvado en la tapa	Llamar al fabricante de tapas.
Arrugas o pliegues en el panel o en la curva de las tapas. Si están ya antes de la operación de cierre, no podrán ser ajustadas incluso si las rulinas de la 1a operación lo están.	Llamar al fabricante de tapas.

3.5.7 Arrugas en el reverso

Son aquellas arrugas que se extienden hacia la parte de abajo del cuerpo del bote. El borde afilado de las arrugas del reverso perforan el bote y causan pérdidas de producto.

Este género de arrugas se forman durante la 1ª operación y los botes no son apretados bien durante la 2ª operación. Comúnmente las arrugas en el reverso ocurren solo en las tapas producidas con una placa de doble reducción (DR). (ver Figura 38). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 21.

Figura 38. Arrugas en el reverso

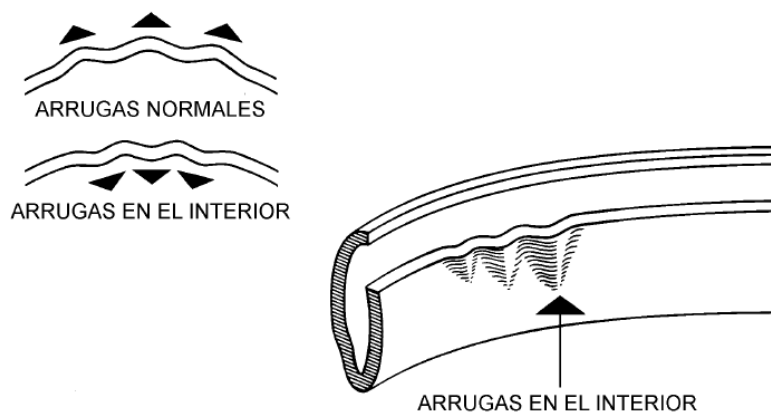


Tabla 21. Causas y remedio de arrugas en el reverso

Causas	Remedio
Las rulinas de 1ª operación están demasiado apretadas.	Ajustar correctamente la 1ª operación
Tapas recibidas con defectos en los bordes contienen arrugas.	Consultar el problema con el fabricante de las tapas.

3.5.8 Cierre saltado

El cierre presenta un desprendimiento que se prolonga aprox. 13 mm. después del cruce (ver Figura 39). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 22.

Figura 39. Cierre saltado

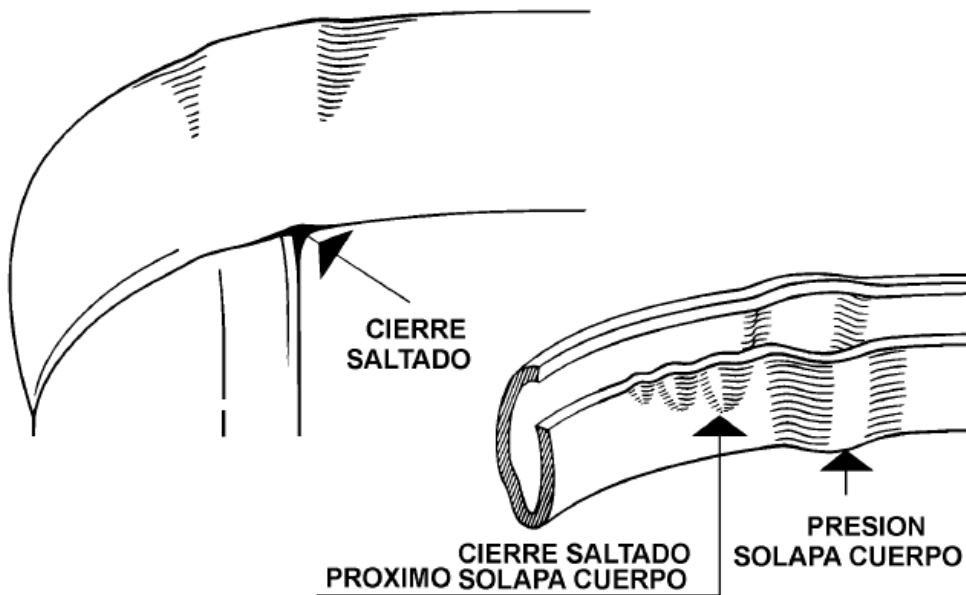


Tabla 22. Causas y remedio de Cierre saltado

Causas	Remedio
Muelle de la leva de cierre de la 2a operación demasiado flojo.	Apretar el muelle hasta que apenas es posible girar la parte excéntrica de la misma hasta la posición off. Esto hará la precarga tan grande que para propósitos prácticos el muelle no volverá a fallar. Cuando se estén cerrando cerveza o refrescos un espaciador sólido especial debería ser utilizado para reemplazar el muelle de la leva.
Cerradora funcionada a una velocidad mayor que la especificada.	Disminuir la velocidad hasta que el defecto desaparece
Demasiada soldadura en el cierre lateral.	

3.5.9 Abolladuras superpuestas

Una estrechez excesiva del cierre lateral causa una ligera deformación del gancho de la tapa en este punto. Este defecto debe ser corregido inmediatamente. (ver Figura 40). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 23.

Figura 40. Abolladuras superpuestas

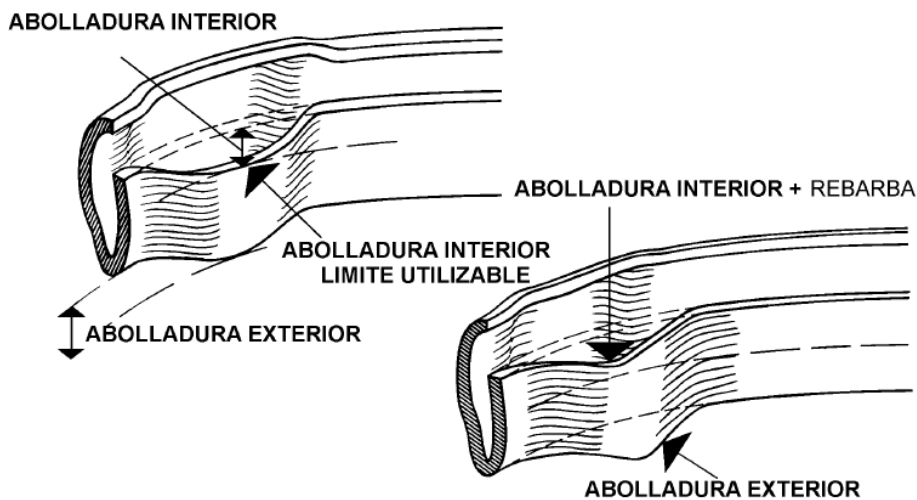


Tabla 23. Causas y remedio de abolladuras superpuestas

Causas	Remedio
Ver abolladuras	Ver abolladuras

3.5.10 Gancho de la tapa corto

Ver Figura 41. Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 24.

Figura 41. Gancho de la tapa corto

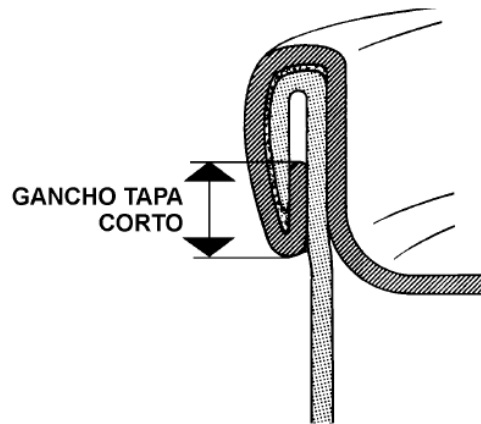


Tabla 24. Causas y remedio y gancho de la tapa corto

Causas	Remedio
Rulina primera operación demasiado floja	Ajustar la rulina apropiadamente
Avellanado profundo limitando el metal disponible para el gancho de la tapa	Ver "Avellanado profundo"
Rulina 2ª operación demasiado floja	Ajustar la rulina apropiadamente
Perfil ranura rulina 1ª operación desgastado.	Reemplazar rulina 1ª operación
Perfil ranura rulina 1ª operación demasiado ancho.	Reemplazar rulina 1ª operación por una con un perfil más estrecho.
Insuficiente borde de tapa causado por cortes demasiado pequeños en la manufactura de la lata.	Llamar al fabricante de tapas
Presión del muelle del pistón elevador demasiado baja	Reducir la presión del muelle (ver "Gancho de la tapa largo")
huso, rodamiento o perno rulina 1ª operación desgastados.	Reemplazar perno o rodamiento
perno porta leva superior y/o casquillos inferiores de la torreta superior desgastados.	Reemplazar los casquillos del perno porta leva desgastados.

3.5.11 Gancho de la tapa largo

Ver Figura 42. Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 25.

Figura 42. Gancho de la tapa largo

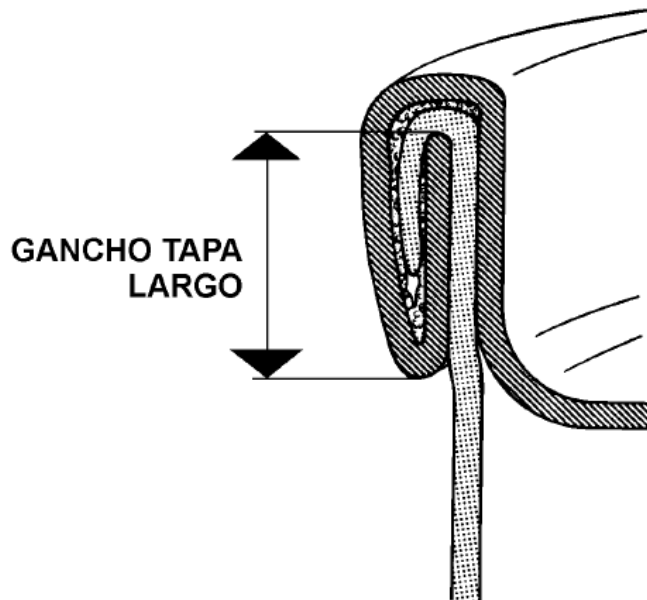


Tabla 25. Causas y remedio de gancho de la tapa largo

Causas	Remedio
Rulina 1ª operación demasiado ajustada	Ajustar rulina 1ª operación
Perfil ranura rulina 1ª operación demasiado estrecho	Sustituir rulina con una que tenga un perfil de ranura más ancho.
Curvatura excesiva causada por el curling en la fabricación de la tapa.	Llamar al fabricante de las latas.
Avellanado poco profundo por mandril desgastado o sucio.	Reemplazar mandril
Gancho de la lata corto por insuficiente presión del muelle del pistón inferior.	Aumentar presión del muelle para tener un gancho del cuerpo correcto.

3.5.12 Gancho cuerpo corto

No hay bastante material para formar el gancho del cuerpo. Esta situación puede ser fácilmente detectada desmontando el cierre. Si este defecto no es corregido

puede haber pérdidas (ver Figura 43). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 26.

Figura 43. Gancho cuerpo corto

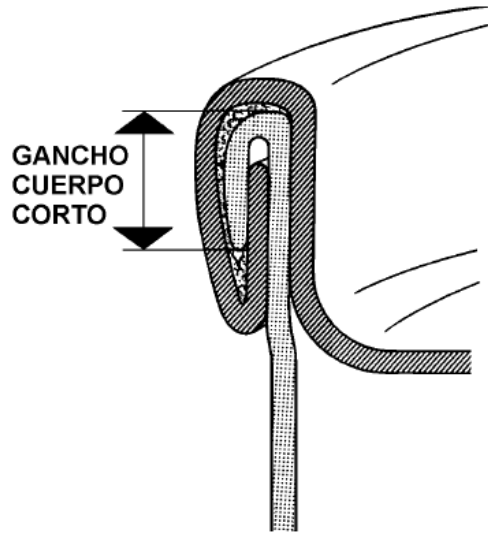


Tabla 26. Causas y remedio de gancho cuerpo corto.

Causas	Remedio
Diseño del muelle del amortiguador pistón inferior cerradoras	
Insuficiente presión del muelle de la placa base.	Aumentar la presión del muelle o sustituirlo por uno más fuerte.
Excesiva distancia entre mandril y placa base.	Reajustar altura de la aguja del calibre.
Muelle del elevador inferior roto o dañado.	Reemplazar el muelle del elevador inferior.
Un gancho largo en la fabricación de los extremos del bote determina un gancho de cuerpo corto en el extremo de enlatado.	Llamar al fabricante de las latas. Un gancho largo en la fabricación de los extremos del bote está normalmente asociado con daños en los rebordes del cuerpo de la lata.
Cuerpos de las latas poco rebordeados.	Llamar al fabricante de las latas. La cerradora no puede terminar la operación de pestañado.
Diseño macizo del muelle del pistón de las Cerradoras	
Ajuste de altura incorrecto entre mandril de cierre y placa de base del elevador inferior.	Ajustar la nueva altura (ver “Gancho del cuerpo largo”)

3.5.13 Gancho cuerpo largo

Hay demasiado material para formar el gancho del cuerpo. Esta situación puede ser fácilmente detectada desmontando el cierre. Si este defecto no es corregido puede haber grietas que causen el deterioro del producto (ver Figura 44). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 27.

Figura 44. Gancho cuerpo largo

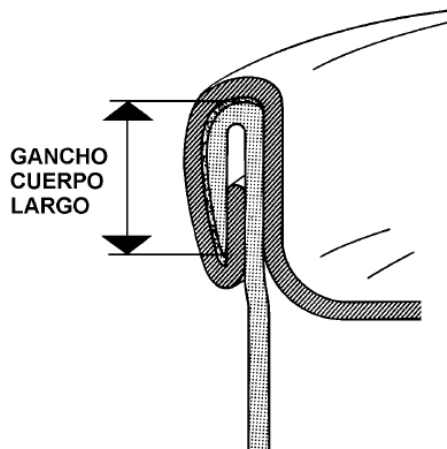


Tabla 27. Causas y remedio gancho cuerpo largo.

Causas	Remedio
Diseño del muelle del amortiguador pistón inferior cerradoras	
Excesiva presión en el muelle del elevador inferior	Reducir la presión del muelle o reemplazarlo por uno más débil. Un gancho de cuerpo demasiado largo puede reducir el gancho de la tapa.
Altura de la aguja del calibre inadecuada entre el mandril y la placa de base inferior.	Ajustar la altura de la aguja del calibre adecuadamente.
Pestaña del bote enmohecida	ver "Pestaña del bote enmohecida"
Diseño macizo del muelle del pistón de las cerradoras	
Altura aguja del calibre inadecuada entre mandril de cierre y placa de base inferior.	Reinicializar altura de la aguja del calibre elevando ligeramente el cabezal de cierre superior más alto que la lata que ha de ser cerrada. Poner una lata cerrada en una de las estaciones de cierre y centrarla. Bajar el cabezal de cierre hasta que el mandril inferior ha comprimido 0'5 mm. Retirar la lata y usar otra a través del proceso de cierre. Mantener siempre a 0'5 mm la deflexión del muelle durante el ciclo de cierre.

3.5.14 Marca de presión

Debería haber una clarísima impresión alrededor del interior del cuerpo de la lata, que se hace evidente cuando el avellanado de la tapa es desmontado tras retirar el cierre para inspección. Este es un momento importante del control. Si no hay una marca de presión o esta es poco marcada, indica un cierre flojo incluso en ausencia de arrugas en la tapa. Una marca de presión que es fuerte en el fondo y poco marcada en la parte superior puede indicar un perfil de la rulina de la 2a operación no adecuado para la lata o la tapa que están siendo cerradas. Cuando se utilizan cuerpos de lata de hojalata y tapas de aluminio, la marca de presión es visible sólo en un lado del cierre lateral (ver Figura 45). Las causas y las soluciones se ven en la Tabla 28.

Figura 45. Marca de presión

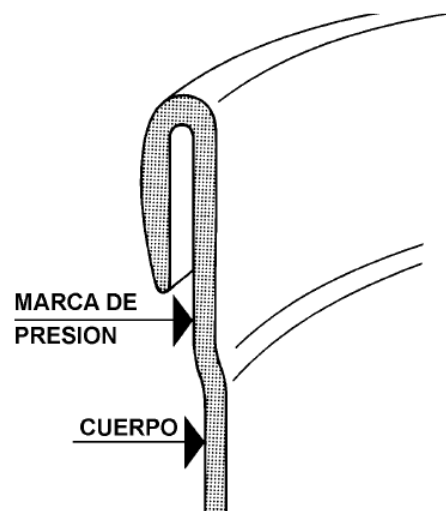


Tabla 28. Causas y remedio de marca de presión

Causas	Remedio
ajuste inadecuado de la rulina de la 2a operación	Si la marca de presión es poco clara, ajustar la rulina de la 2a operación. Si es demasiado fuerte, aflojarla.
Perfil de la ranura de la rulina de la 2a operación incorrecto	Reemplazar la rulina por una que posea ,el perfil de ranura adecuado.

4. SISTEMAS DE INFORMACION

4.1 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Mantenimiento Planeado: Es el mantenimiento que se ejecuta de acuerdo a planes previamente establecidos con base a: frecuencias de intervención, tipos de intervención, recursos requeridos, duración, prioridades de máquinas y de líneas, debidamente coordinado con el Departamento de Programación de Producción. .

Mantenimiento Imprevisto: Es el mantenimiento aplicado en situaciones críticas y de emergencia, cuando las circunstancias obligan a intervenir los equipos sin haberlo previsto.

Procedimientos de mantenimiento:

En ellos se describe la metodología y forma de realizar:

- ✓ los trabajos de mantenimiento en los equipos críticos
- ✓ trabajos que demanden altas dosis de metodología y
- ✓ trabajos con una alta frecuencia de ejecución, que ameriten su optimización en tiempo y recursos.

La redacción de los procedimientos, debe incluir: las actividades de preparación para el trabajo y las herramientas específicas a utilizar, dependiendo de la máquina a intervenir.

Se establece como requisito, la adecuada documentación de estos procedimientos, a medida que se identifican y ejecutan durante el trabajo cotidiano de mantenimiento.

Todos los documentos de mantenimiento y actualizaciones, deberán ser guardados en el archivo central y copiados en las carpetas del taller correspondiente; esto para consulta o estudio posterior, no solo del responsable del equipo, sino, que por cualquier otro colaborador, configurando así una Memoria Institucional al alcance de toda la Organización.

4.2 ORDENES DE TRABAJO, REGISTRO DE ACTIVIDADES Y CONTROL DE EJECUCIÓN

Todos los trabajos de mantenimiento, solicitados por el Jefe de Mantenimiento respectivo o por iniciativa del propio técnico, deberán ser realizados de acuerdo a la Orden de Trabajo específica para esta.

Las informaciones a ser incluidas en la Orden de Trabajo, Son: El código, el número consecutivo, descripción del trabajo a realizar y el centro de costo al cual se le cargarán la mano de obra y los materiales.

Para Ordenes de Trabajo ocasional: indicar el centro de cargo, línea, unidad y/o componente (código del equipo según Software Utilizado) que utiliza los repuestos.

Esta información es indispensable para determinar posteriormente los recursos que se requieren (uso de mano de obra y tipo de profesional) e identificar los repuestos que utiliza cada equipo de fábrica.

Se recopila así, valiosa información para: futuros mantenimientos, calcular el costo asignado a cada equipo y para la administración de los materiales del almacén Técnico.

Se deberá disponer de un sistema de registro de actividades planificadas y ejecutadas, con el fin de monitorear el cumplimiento y aprestar los recursos necesarios para efectiva realización de los trabajos. El sistema adicionalmente soportará el mejoramiento continuo, aportando elementos de análisis, que permitan validar o reorientar las soluciones implementadas para la erradicación de las fallas. **Orden de Trabajo Permanente:** Son aquellas que se emiten para ejecutar trabajos de rutina, con procesos en funcionamiento y que no implica paradas de máquinas. No se entregarán repuestos en el almacén para solicitudes con este tipo de orden. Dentro de este Grupo se pueden considerar los trabajos de: inspecciones, ajustes, aseos, etc.

Orden de Trabajo Ocasional: Estas ordenes se emitirán únicamente para trabajos correctivos, es decir, después de una falla o si hay inminencia de falla. Se procede a realizar primero el trabajo técnico y después se realiza la documentación de la Orden de Trabajo, incluyendo: la identificación del activo, los procedimientos y actividades realizadas, el diagnóstico de la situación presentada, (que aporte elementos de análisis para encontrar la causa raíz de la falla), los repuestos usados, el tiempo y los profesionales que participaron en la intervención. Paralelamente de deberá diligenciar el formato de paradas con la información requerida para incluir en los reportes SAM.

4.3 METROLOGIA

Como en todo proceso industrial, es imprescindible: conocer, asegurar la confiabilidad y controlar las diferentes variables que intervienen en el proceso, a

fin de asegurar la calidad, el costo y la inocuidad del producto fabricado, así como la seguridad de de los equipos.

Bajo las premisas de que:

- ✓ Toda información suministrada por un instrumento, solo es de utilidad, si es confiable
- ✓ Todos los instrumentos deben estar registrados y haber sido calibrados en algún momento.
- ✓ El sistema de mantenimiento debe registrar el estado de calibración de instrumentos, para garantizar la planeación, ejecución y registro de los trabajos, y así mismo, las instrucciones de manipulación y almacenamiento de instrumentos.

Se desarrolla entonces una metodología para la gestión de la metrología y la calibración de instrumentos, que deberá estar documentada, de manera que se incluya al menos: un glosario con la definición de los términos empleados, la clasificación de los instrumentos según el Grado de importancia y/o criticidad, código de identificación de instrumentos, equipos patrones, procedimientos de verificación y calibración, equipos nuevos o reemplazo de los existentes y todos los documentos y referencias pertinentes.

Así mismo, se deberá documentar la historia de las actividades realizadas a cada instrumento y proveer un sistema de identificación que permita verificar en el propio equipo la referencia de la última calibración ejecutada y la frecuencia definida para él.

4.4 INDICES DE GESTION

Con la finalidad de mantener los paros técnicos en las cifras más bajas posibles, con un costo de mantenimiento y producción óptimos, es necesario determinar

bases de medición y tendencias de todos los servicios técnicos, para ello se han establecido los siguientes indicadores:

Confiabilidad: (%)

Se define este índice de la siguiente relación porcentual:

$$\text{Confiabilidad} = [1 - (\text{Paradas técnicas} / \text{horas netas Prod.})] * 100$$

Mide el grado de cumplimiento de la programación.

Consumo Eléctrico Especifico:

Se define como:

Energía eléctrica consumida en la producción de 1 ton. de producto terminado: (Kwh/ton)

Mide la eficiencia del uso de la energía eléctrica

Consumo Especifico de combustible

Se define como:

Combustible consumido en la producción de 1 ton. de producto terminado (MBtu/ton)

Mide la eficiencia del uso del combustible

Horas de Paros Técnicos (Pt)

Se define como:

$$\text{Pt} = (\text{Total horas de paros técnicos} / \text{Horas brutas producción}) * 100$$

Mide el % de tiempo de paradas técnicas (Eléctricas, electrónicas, mecánicas o de suministro), que afectan la máquina cuello de botella durante el tiempo programado para producir.

Rotación del Almacén Técnico: (Ir)

Se define como:

$$\text{Ir} = (\text{Valor total de vales Salida materiales almacén en periodo} / \text{Valor total almacén fin periodo}) * 100$$

Mide la eficiencia de uso del capital de trabajo invertido en el Almacén Técnico

Nivel de Servicio del Almacén Técnico (Is):

Se define como:

$$\text{Is} = (\text{Solicitudes de vales insatisfechas} / \text{el Total Solicitudes de vales}) * 100$$

Mide la eficiencia de servicio del almacén Técnico

Valor Almacén Técnico (VAT):

Se define como:

Es el valor obtenido de los reportes Fama; se establece la tendencia del valor actual del almacén, respecto a meses anteriores.

Mide la evolución del valor actual del almacén respecto al mismo valor de meses anteriores.

Índice de Mantenimiento Correctivo Aplicado: (Ica)

Se define como:

$$\text{Ica} = (\text{Horas Mant. Correctivo} / \text{Horas totales de Mantenimiento}) * 100$$

Mide el grado de prevención y planificación del mantenimiento

Costo de Mantenimiento Rutinario Vs. Costo de Conversión (%)

Mide la porción del valor agregado que corresponde a los gastos de mantenimiento, dando un valor más comparable entre fábricas al descontar el valor de la materia prima y los materiales de empaque.

El modulo de análisis de paradas provee instrucciones claras sobre como calcular:

- Rendimiento
- Performance
- Tiempo de Paros
- Perdida de Rendimiento
- Tiempo Desocupado
- Capacidad

Figura 46. Ejemplo de cómo Medir los indicadores de gestión

Tiempo Total = 24 horas			
Horas Brutas de Producción, (HBP)			Tiempo Disponible (TD)
Horas Netas de Producción, (HNP)		Horas Downtime (HD)	
Horas Target, (HT)	Pérdidas Rend. (PR)		

- **Performance de línea. HT/HBP**
- **Rendimiento de línea. HT/HNP**
- **Porcentaje de Paros. HP/HBP , $HP=PR+HD$**

Se puede obtener mucha ayuda por parte de producción si se manejan algunos Indicadores de gestión comunes, en la Figura 46 anterior se observa como se llevarían estos indicadores y en el Anexo D se puede observar los indicadores reales para una línea de enlatados.

4.5 PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento Rutinario o Normal: Se incluyen por este concepto los gastos de mantenimiento repetitivos o que se suceden en un período de tiempo determinado

y que están considerados dentro de la operación normal de la línea y de acuerdo a un plan previo.

Son los gastos de mantenimiento que se cargan directamente a los centros de costo ya establecidos y que en el 100% de los casos se haya presupuestado.

Mantenimiento Esporádico o Extraordinario: Son Aquellos gastos que no se suceden periódicamente y por lo tanto no se contemplan como gastos rutinarios y que por su costo deben ser analizados y aprobados previamente por las Jefaturas Técnicas, conforme a Instrucciones vigentes.

La planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento resultan del programa de inspecciones por cada Línea. Estas tareas para los Técnicos Especialista se distribuyen en listados en los que se describen las: Inspecciones, mantenimientos y lubricaciones periódicas, de cada uno de los equipos de fábrica, para la semana en curso y según la asignación de la “Matriz de Responsabilidad”. Igualmente, para los operadores de producción se tendrá el mismo formato de inspecciones, pero orientadas a actividades básicas de limpieza, ajustes y cambios de formato. Estas actividades se encuentran organizadas en la base de datos, subdivididas por grupos profesionales y grupos de equipos. De esta forma, cada Especialista Técnico, gestiona durante la semana, las actividades que le corresponden, de acuerdo con su matriz de responsabilidad.

En el listado de “Inspecciones de Mantenimiento” deben estar incluidas: la frecuencia de mantenimiento de una determinada máquina o sistema, la herramienta y/o el procedimiento para realizarlo.

Las observaciones detectadas durante las inspecciones Técnicas, que sugieran la necesidad de alguna intervención a corto o mediano plazo, deberán ser notificadas, para su programación o ejecución inmediata, con la emisión de “Orden de Trabajo Ocasional”.

Estas observaciones tendientes al mejoramiento de los procedimientos de mantenimiento y operación, serán discutidas en las reuniones semanales de resultados, como se explica más adelante.

El sistema de mantenimiento deberá proveer las herramientas para el control y seguimiento de las inspecciones y actividades de mantenimiento, así como la captura de las observaciones y actividades que deben ser programadas a raíz de las mismas inspecciones.

Puesto que la estrategia de mantenimiento se soporta en el monitoreo de los equipos con verificación de su condición, que el sistema de inspecciones ofrece, su cumplimiento y una adecuada ejecución, serán vitales para certificar el sistema de mantenimiento.

4.6 MODELO DE STOCK MINIMO DE REPUESTOS

4.6.1 Los inventarios de activos, equipos y componentes de máquinas

Para una efectiva gestión de los costos del producto, pólizas de seguros y de la gestión de mantenimiento, es indispensable mantener actualizado este sistema, con la información de novedades de activos y su localización actual, reportando a la brevedad, cualquier cambio de ubicación de activos y/o componentes, su incorporación o baja de cualquier activo.

El Departamento Técnico, proporcionará al Departamento Administrativo todas las novedades de estos activos de fábrica, para lo cual debe diligenciar el formato MAF, (Movimientos Activos Fijos), que se anexa como ejemplo en la Figura 47.

A su vez, el Departamento Técnico mantendrá actualizados todos los planos y dibujos claves de fábrica (lay-out, flow-sheets, diagramas eléctricos, etc) con la información específica presente de las Líneas y equipos para su consulta interna, así como todos los archivos con los reportes respectivos relacionados con

modificaciones, mejoramientos y adaptaciones de ellos, como parte de su hoja de vida.

Estas actualizaciones también deberán ser reportadas al Departamento de Aseguramiento de la Calidad de fábrica, para modificar los documentos del QMS y HACCP correspondientes.

Figura 47. Cuadro formato “M.A.F.”

MOVIMIENTO DE ACTIVOS FIJOS FORMATO UNICO DE NOVEDADES			
CIUDAD Y FECHA _____			
TRANSFERENCIA	<input type="checkbox"/>	BAJA	<input type="checkbox"/>
			VENTA <input type="checkbox"/>
	DEPENDENCIA	CODIGO DE LOCALIZACIÓN	NOMBRE DEL EMPLEADO A CARGO
ORIGEN			
DESTINO			
NUMERO DE INVENTARIO	DESCRIPCION		MOTIVO DE BAJA
APROBADO POR			
DESPACHADO POR		RECIBIDO POR	
OBSERVACIONES			

4.6.2 Base de datos de componentes de línea y equipos

Para realizar una adecuada gestión de mantenimiento, es preciso mantener una Base de Datos permanentemente actualizada, donde se anotan los cambios, modificaciones o sustituciones.

El principal objetivo de esta tarea, es disponer de la información oportuna sobre la ubicación del componente, sus especificaciones y la evolución histórica de su condición.

De esta manera, ante una condición “próxima a falla” o “falla”, con su identificación y condición, podrá establecerse la intervención adecuada, tanto de procedimiento como de repuestos a utilizar, minimizando el impacto de su consecuencia.

A su vez, definir o comprobar los niveles mínimos y máximos de piezas de reserva asignados.

Toda esta información es suministrada a la base de datos de activos que permite recopilar la información sobre componentes y repuestos de cada activo, en la medida en que se va generando durante las labores cotidianas de mantenimiento, monitoreadas por los Jefes de Mantenimiento.

4.6.3 Piezas de repuesto y materiales técnicos

Se determinan por cada Línea de Producción, las cantidades de repuestos y materiales técnicos claves dentro del almacén; con sus niveles de stock.

Se establecerá una lista con estos repuestos, titulada “Repuestos Claves de Línea” con la justificación del análisis y sobre los que no se aplicará ningún criterio de obsolescencia, independientemente del tiempo que permanezcan sin movimiento en el almacén y mientras no cambien las prioridades definidas por el Mantenimiento Preventivo.

En el Almacén Técnico, los repuestos y materiales, deben estar en perfecto estado de almacenamiento, que permita garantizar su correcta operación en los equipos que los requieran.

Los materiales técnicos y/o equipos de montaje de proyectos especiales, deben estar localizados en otro sector del almacén o ser administrados independientemente, de los demás materiales, de forma que no alteren los parámetros de operación normal del almacén.

Será responsabilidad del Jefe Técnico, gestionar la cantidad y el valor apropiado de los materiales y repuestos del almacén, conforme a los objetivos de optimización establecidos.

Para esto, se implementarán procedimientos periódicos de búsqueda de ítems obsoletos y revisión de niveles de stocks.

Ítems identificados como obsoletos o excedentes se pondrán a disposición de otras unidades técnicas o proveedores y de acuerdo con los procedimientos administrativos vigentes.

El retiro de un repuesto del almacén, deberá estar adecuadamente soportado por el respectivo vale de Salida y Orden de Trabajo, donde explícitamente se cite el equipo al que será instalado, para que el almacenista pueda actualizar la información en la ficha técnica del activo respectivo.

5. CONCLUSIONES

- El uso de las herramientas para el análisis de fallas permiten la identificación y clasificación de los problemas de mayor importancia presentados en los equipos, de tal manera que el personal de mantenimiento y producción involucrados en el proceso puedan realizar un adecuado plan de acción.
- Con un adecuado modelo de gestión de mantenimiento se logra adquirir un acertado manejo de la información, la cual a su vez facilita la toma de decisiones en los problemas relacionados en esta área.
- Al implementar el Modelo de Gestión de Mantenimiento, se busca la minimización de las actividades no programadas, y la disminución de los costos de mantenimiento.
- En la industria atunera una etapa crítica del proceso de enlatado es el doble cierre, por lo cual se debe prestar mayor importancia; ya que cualquier tipo de falla en esta etapa afecta gravemente la salud del consumidor.
- Las técnicas de mantenimiento predictivos son una ayuda muy importante para lograr entender la evolución de las fallas en los equipos, ya que esta herramienta se apoya en gráficos de tendencia y tablas de severidad según estándares internacionales.
- El trabajo conjunto de producción y mantenimiento ayuda a conseguir con mayor facilidad los objetivos de la compañía.
- La estructura del Modelo de Gestión de Mantenimiento permite:
 - Conocer los equipos de la organización.
 - Conocer las variables que influyen en su vida útil.

- Elegir el modo de mantenimiento a aplicar.
- La generación de valor a través de la unidad productiva de mantenimiento.
- Un apropiado uso de los indicadores de gestión permiten analizar el comportamiento de las actividades realizadas en el procesos, es decir analizar tendencias, la posibilidad de realizar benchmarking, etc.

6. BIBLIOGRAFIA

GONZALEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2001

JOHNSON, P. Dale. Principles Of Controlled Maintenance Management. New York, Ed The Fairmont Press, 2002

KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. Madrid, Ed Isdefe, 1996

HECHT, Herbert. Systems Reliability And Failure Prevention. London, Ed Artech House, 2004

LEVITT, John. Complete Guide To Preventive And Predictive Maintenance. New York, Ed Industrial Press, 2003

M. GROSS, John. Fundamentals Of Preventive Maintenance, New York, Ed Amacom, 2002

MOBLEY, R. Keith. An Introduction To Predictive Maintenance, Ed Butterworth-Heinemann, 2002

----- Maintenance Fundamentals, Ed Butterworth–Heinemann, 2004

MOBLEY, R. Keith, Root Cause Failure Analysis. Ed Newnes, 1999

TAMAYO DOMINGUEZ, Carlos Mario. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2002.