



**industriales**  
etsii

**Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial**

# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Industrial**

## **PROYECTO DE MANTENIMIENTO DE LÍNEA DE ENVASADO DE TARROS**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**Autor: Diego Rubén Camacho Parra**

**Director: Antonio López Navarro**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

**Cartagena, Mayo de 2019**



## **RESUMEN**

El proyecto se basa en la elaboración de un plan de mantenimiento que pueda mejorar la conservación de los equipos que intervienen en una línea de envasado de encurtidos en tarros de cristal y aporte fiabilidad en el funcionamiento.

El proceso de envasado es llevado a cabo gracias a una serie de máquinas junto a sus operarios, las cuales están sujetas a unas normas de mantenimiento que permiten la operabilidad y alargan la vida útil de estas. Para ello, hay que realizar una serie de inspecciones periódicas basadas en parámetros técnicos.

Para realizar este proyecto es necesario conocer muy bien el proceso productivo, los equipos que intervienen en este, elementos susceptibles de rotura e identificar sobre qué parámetros habrá que realizar un seguimiento para verificar el estado de cada elemento.

Para ello, primero se estudiarán los posibles fallos de cada equipo que forma parte del envasado y se hará un estudio de criticidad de estos. También se explicarán los manuales del fabricante de cada equipo junto al mantenimiento que estos proponen. Tras esto, se verá si el mantenimiento actual se lleva a cabo conforme a estos puntos. Y, si no es así, se propondrán mejoras del mantenimiento actual y también la implantación de acciones de mantenimiento predictivo, el cual no se aplica actualmente. Finalmente, se desarrollarán hojas de ruta para reflejar el mantenimiento de cada equipo.



## ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	<i>Introducción al mantenimiento.</i> .....	1
2.	LA EMPRESA.....	2
3.	PROCESO DE TRABAJO TOTAL.....	3
3.1.	<i>Descripción del proceso de producción que se realiza en la empresa en su totalidad.</i> .....	3
4.	DETALLE DE LA MAQUINARIA DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE TARROS.....	7
4.1.	<i>Introducción.</i> .....	7
4.2.	<i>Despaletizador.</i> .....	10
4.3.	<i>Lavadora de envases.</i> .....	15
4.4.	<i>Elevador volteador de bombonas.</i> .....	17
4.5.	<i>Lavadora de producto.</i> .....	20
4.6.	<i>Llenadora de envases.</i> .....	27
4.7.	<i>Control de peso.</i> .....	31
4.8.	<i>Llenadora de líquido.</i> .....	34
4.9.	<i>Elevador magnético de tapas.</i> .....	36
4.10.	<i>Cerradora.</i> .....	42
4.11.	<i>Pasteurizador.</i> .....	48
4.12.	<i>Secadora.</i> .....	54
4.13.	<i>Paletizador –despaletizador.</i> .....	61
4.14.	<i>Caldera de vapor.</i> .....	64
4.15.	<i>Compresor.</i> .....	65
4.16.	<i>Carretillas elevadoras.</i> .....	66
4.17.	<i>Transformador.</i> .....	66
5.	FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE ENVASADO Y MODO DE FALLO.....	67
5.1.	<i>Introducción.</i> .....	67
5.2.	<i>Funcionamiento y modo de fallo.</i> .....	68
6.	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL.....	84
6.1.	<i>Introducción.</i> .....	84
6.2.	<i>Mantenimiento preventivo actual.</i> .....	84
7.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	90
7.1.	<i>Introducción.</i> .....	90
7.2.	<i>Método de análisis de la criticidad.</i> .....	90
7.3.	<i>Análisis de criticidad.</i> .....	99
8.	PROPUESTAS DE MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	110
8.1.	<i>Introducción.</i> .....	110
8.2.	<i>Propuestas de mejora para el mantenimiento preventivo actual.</i> .....	110

8.3.	<i>Propuesta de aplicación de determinadas técnicas de mantenimiento predictivo.....</i>	<i>116</i>
8.4.	<i>Hojas de ruta de cada equipo de la zona de envasado. ....</i>	<i>126</i>
9.	CONCLUSIONES .....	128
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>130</b>
10.	ANEXOS.....	1

## ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Mapa de la parcela de la sede de la empresa en Águilas.....	2
2. Sala de envasado. ....	7
3. Esquema de producción de envasado de tarros. ....	8
4. Planta de la línea de envasado. ....	9
5. Planta del despaletizador. ....	11
6. Planta de la lavadora de tarros. ....	15
7. Volcador de barriles. ....	17
8. Planta del volcador de barriles y de la tolva inundada. ....	18
9. Bombo de lavado .....	20
10. Tolva inundada.....	21
11. Planta de la lavadora de producto.....	24
12. Llenadora de envases.....	27
13. Cinta de transporte de tarros y cinta de recogida de sobrante. ....	28
14. Caída desde la lavadora de producto y cinta elevadora. ....	29
15. Planta de la llenadora de envases. ....	30
16. Fotografía del conjunto.....	31
17. Planta del peso.....	32
18. Llenadora de líquido. ....	34
19. Planta de la llenadora de líquido. ....	34
20. Elevador magnético y tolva de tapaderas. ....	36
21. Sensores y sopladores para el rechazo de tapas. ....	37
22. Luz intermitente de aviso.....	38
23. Cerradora de tarros, cámara principal. ....	42
24. Representación de la captura de la tapa. ....	43
25. Representación de la fase final del cerrado. ....	43
26. Planta de la cerradora. ....	44
27. Pasteurizador. ....	48
28. Planta del pasteurizador. ....	50
29. Válvulas neumáticas. ....	52
30. Secadora de envases. ....	54
31. Posición de los cuchillos de aire. ....	56
32. Prefiltro. ....	57
33. Limpieza del prefiltro. ....	58
34. Paletizador-despaletizador. ....	61
35. Vista frontal del paletizador. ....	62
36. Planta del paletizador-despaletizador. ....	63

37. Portada del programa informático usado para el plan de mantenimiento. ....	85
38. Codificación de equipos. ....	112
39. Termómetro de infrarrojos. ....	118
40. Medidor de vibración portátil. ....	120
41. Medidor de impulsos de choque. ....	122
42. Rodamientos en equipos. ....	123
43. Representación de la inspección mediante líquidos penetrantes. ....	125
44. Hoja de ruta de Despaletizador. ....	1
45. Hoja de ruta de Lavadora de tarros. ....	2
46. Hoja de ruta de Lavadora de producto. ....	3
47. Hoja de ruta de Llenadora de producto. ....	4
48. Hoja de ruta de Peso. ....	5
49. Hoja de ruta de Llenadora de líquido. ....	6
50. Hoja de ruta de Cerradora. ....	7
51. Hoja de ruta de Pasteurizador. ....	8
52. Hoja de ruta de Secadora. ....	9
53. Hoja de ruta de Paletizador. ....	10



**ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 2.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 5.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 6.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 7.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 8.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 9. Criticidad del despaletizador.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 10. Criticidad de la lavadora de tarros.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 11. Criticidad del volcador de barriles.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 12. Criticidad de la lavadora de producto.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 13. Criticidad de la llenadora de envases.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 14. Criticidad del control de peso.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 15. Criticidad de la llenadora de líquido.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 16. Criticidad de la cerradora.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 17. Criticidad del pasteurizador.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 18. Criticidad de la secadora.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 19. Criticidad del Paletizador – despaletizador.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 20. Equipos críticos.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 21. Equipos no críticos.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 22. Clasificación de equipos críticos en función del valor medio de criticidad.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 23. Clasificación de equipos críticos en función del número de fallos críticos.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 24. Clasificación de equipos críticos.....</i>	<i>109</i>



# 1. INTRODUCCIÓN.

## 1.1. Introducción al mantenimiento.

El mantenimiento es, en el mundo en el que vivimos, un hecho cotidiano, la tendencia de todo lo que nos rodea a degenerar de un estado de mayor utilidad a otro menos útil como consecuencia de su actividad, nos lleva al ser humano a intervenir en aquellos procesos que están a nuestro alcance para que las cosas sigan actuando según nuestro criterio de utilidad. (Ej.: el asfaltado de una carretera, el remiendo de una camisa, la restauración de un cuadro, el lavado de un coche, etc..).

Existen muchas definiciones de mantenimiento, pero de forma simplificada nos vamos a quedar con la que propone la norma AFNOR (NF X 60-010): “conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado”. Esta definición se queda incompleta debido al gran desarrollo que ha tenido el mantenimiento en los últimos años, ya que se extiende a muchos más campos quedando estos integrados dentro del mantenimiento, como pueden ser la seguridad, trazabilidad...

Puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

Esta definición tan amplia se concretará en función de los diversos factores entre los que puede mencionarse el tipo de industria a la que se aplica, su tamaño, las características de la producción, etc. Por tanto, dependiendo de estos factores, el campo de acción de las actividades de un departamento de ingeniería del mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Intervenir en proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.

## 2. LA EMPRESA.

La empresa nació en la localidad de Águilas (Murcia) en 1968 con el objetivo de consolidarse como una empresa de alcarras. Con el paso de los años ha sabido adaptarse a los cambios y crecer para ser a día de hoy líder en el sector de la producción y comercialización de encurtidos de España y otros productos.

Durante su evolución, con la desaparición de la producción en la península de la materia prima han tenido que viajar allí donde se producía esta, para conseguir gran cantidad de materia prima y verificar su calidad. Extendiéndose así a Marruecos y Turquía, donde hay otras dos fábricas, una solo para la preparación de materia prima y la otra con envasado y preparación de materia prima.



1. Mapa de la parcela de la sede de la empresa en Águilas.

1. Oficinas.
2. Almacén de materia prima. (Aquí se prepara la materia prima para su envasado).
3. Zona de envasado y etiquetado.
4. Almacén del producto ya envasado.

### 3. PROCESO DE TRABAJO TOTAL.

#### 3.1. Descripción del proceso de producción que se realiza en la empresa en su totalidad.

El proceso de producción en la empresa comienza en los muelles de los almacenes con la recepción de la materia prima, los tarros de cristal en sus diferentes formatos, las tapas de cada tipo de tarros, cubetas y tapas de plástico para la línea de envasado de cubetas, etiquetas tanto para frascos como para cubetas, bandejas de cartón para los tarros de cristal y cajas de cartón para las cubetas. También se descargan mediante camiones los distintos líquidos necesarios, se descargan por separado en sus respectivos tanques, desde los que serán enviados a los depósitos de mezclado para hacer las preparaciones finales del líquido de conserva en función del producto con el que se vaya a trabajar.

En el almacén de graneles se prepara la materia prima según los requisitos del cliente antes de mandarla a las tolvas de envasado. Los principales productos con los que se trabajan son alcaparra, alcaparrón, pimienta, pepinillos, aceituna blanca y negra, cebollita y piri piri (chile).

La alcaparra es con diferencia el producto que más se envasa y para asegurar la máxima calidad hay distintos pasos que se llevan a cabo para la limpieza y adecuación del producto. Las distintas fases disponibles por las que puede pasar el producto antes de ser enviado a la línea de envasado son: una línea de limpieza de alcaparra mediante una cinta que pasa por una tolva inundada para retirar los posibles materiales pesados como, por ejemplo: piedras que pudiera traer la alcaparra en los barriles. Otra cinta con imanes para la eliminación de metales, una línea de clasificación de alcaparra en función de sus medidas, una máquina donde es posible mezclar la alcaparra con barriles de sal para aumentar su proporción de sal, una trituradora para hacer producto triturado y por último, para la mayoría de producto se hace un desalado (que también sirve de limpieza) mediante el rebose de los barriles llenándolos de agua.

Por otro lado, se prepara el líquido de gobierno mezclando distintos líquidos, como pueden ser la salmuera, vinagre y aditivos, en las proporciones debidas. El líquido de gobierno es el fluido que se añade en la elaboración de conservas. La mezcla de estos productos se hace en dos depósitos adecuados con unos agitadores en la parte inferior para asegurar la mezcla de todos los componentes y la homogeneización del producto final. Estos depósitos tienen tanto

tuberías de entrada de líquidos para proceder a su mezclado, como de salida del líquido de gobierno ya homogéneo. Este fluido final será el que se envíe mediante una bomba hidráulica a la llenadora de líquido.

Una vez preparada la materia prima en almacén y los líquidos de gobierno en sus depósitos estaría todo preparado para comenzar el proceso de envasado.

El proceso de envasado se explica detalladamente en los siguientes apartados, por ello, ahora solamente se explican las partes fundamentales del proceso.

Desde el almacén se traen barriles con el producto usando carretillas elevadoras. Hay dos formatos de barriles, barriles medianos que se vacían en la tolva de producto usando el volcador de barriles y barriles grandes que se descargan directamente con la carretilla elevadora usando un soporte adaptado para sujetarlos. También se usa otra carretilla elevadora para traer desde el almacén palés con tarros de cristal vacíos y colocarlos en el despaletizador de frascos.

Una vez colocado el palé en la cinta de rodillos de entrada, se pulsa el botón que acciona los rodillos y el palé entra en el despaletizador, el cual sujeta los tarros vacíos y los coloca en una cinta que los transporta hasta la lavadora de tarros, en esta máquina se limpian de cualquier resto de suciedad que puedan contener mediante un chorro de agua a presión que se les inyecta estando los tarros en vertical y con la abertura hacia abajo, una vez lavados se les da la vuelta y llegan a la llenadora de producto. En este equipo es donde se rellenan los botes con la alcaparra o el encurtido elegido, pero esta materia prima debe estar totalmente limpia, para ello se llena de agua la tolva en la que el producto ha sido descargado (por eso se llama tolva inundada) y desde esta tolva se hace pasar por una lavadora de producto antes de llegar a la llenadora, donde se precipitará dentro de los frascos.

Una vez que se han llenado los botes, avanzan hasta el control de peso donde habrá un operario pendiente de que los botes vayan con el peso indicado y no salte la alarma luminosa que indica que el peso es incorrecto.

Los tarros con la cantidad de producto adecuada pasan a la llenadora de líquido, este equipo está provisto de un tanque al que llegan los líquidos de gobierno desde los depósitos donde se realiza la mezcla y mediante una bomba se eleva el líquido hasta una cascada que cae a los tarros, pasando antes por un intercambiador de calor que calienta el líquido hasta la temperatura adecuada.

Después de la llenadora de líquido el equipo que tenemos en la línea es la cerradora, en una tolva se depositan las tapas para ser enviadas por un conducto hasta la cerradora, por esta pasan los botes de pie arrastrando las tapas que están inclinadas, colocadas a una altura preparada para que los botes puedan desengancharlas y queden colocadas en su boca para que mediante unas cintas se giren y les den el apriete adecuado.

Una vez los botes cerrados y con todos los ingredientes en su interior se envían a un pasteurizador que elevará considerablemente su temperatura para luego reducirla rápidamente consiguiendo así el efecto deseado de eliminación de microorganismos perjudiciales.

Como el proceso de pasteurización se lleva a cabo sometiendo a los botes a una “ducha” de agua estos salen mojados del equipo y estos no se pueden almacenar así. Para secarlos pasan por una secadora que mediante sopladores de aire elimina el agua que recubre los frascos.

Posteriormente, el proceso de envasado acaba con el transporte de los tarros al paletizador, donde se forman los palés que se almacenan hasta que se sacan para etiquetarlos y enviarlos al cliente.

La siguiente etapa es el proceso de etiquetado, lo palés se despaletizan para colocarlos en la línea de etiquetado. Una vez que se colocan los tarros en la cinta de inicio de etiquetado, estos son transportados a una máquina que detecta desde cerámica hasta metales en el interior de los frascos a través del uso de rayos X, a la salida de este equipo hay una mesa de rechazo y usando un pistón neumático se rechaza cualquier bote que no sea óptimo para su consumo. El resto de los tarros llegan a la etiquetadora, en ella se colocan las etiquetas que requiere el cliente al que se va a enviar el pedido. La etiquetadora tiene unos rodillos verticales donde se colocan los rollos de etiquetas y cada vez que pasa un bote por la zona de la cinta donde está la etiqueta, arrastra esta y hace girar el rollo para que se coloque la etiqueta siguiente.

Nada más se coloca la etiqueta hay un codificador que lanza la tinta con el codificado a los tarros y les pone la fecha de caducidad. Tras este, hay una máquina que coloca el precinto de plástico a los botes, una vez colocado este los botes atraviesan un túnel de aire caliente que hace que el plástico se adhiera al lugar del bote donde ha sido colocado (en la zona superior abarcando tapa y bote).

A continuación, hay una formadora de cajas y una embandejadora, esta última tiene dos cintas de entrada perpendiculares la una con la otra y a diferente altura, por una llegan las bandejas de cartón provenientes de una formadora de cajas que las dobla dándoles su forma y

les aplica pegamento en las alas para que no se separen y por otra llegan los botes a través de una cinta en la que se separan en filas por unos pasillos para poder ser contabilizados y elegir la cantidad exacta que cabe en cada formato de caja, por ejemplo, en uno de los formatos más usados caben cuatro filas de tres botes cada una, el operario prepara los cuatro pasillos cuando se va a usar ese formato de cajas y también adapta un sistema mecánico, regulado por levas que será el que haga que se separen en cada fila los tarros de tres en tres, una vez separado el lote de cuatro filas y tres frascos, avanza por una cinta hasta que tropieza con el borde de la bandeja que estará inclinada para que al tocarla los botes caigan dentro y arrastren la bandeja sin dejar de avanzar.

Tras esto, la bandeja ya con los tarros llega a una máquina donde se forra de plástico para que no se salga ningún bote, primero pasa por una cortina de plástico arrastrando este hasta que está envuelta, en ese momento la bandeja deja de avanzar un segundo y una guillotina corta el plástico aplicando calor para que este selle, tras esto la cinta sigue avanzando hasta un horno donde el calor hace que el plástico se adhiera totalmente a los botes. Con esto ya estarían las bandejas listas para que un operario les ponga las etiquetas y se coloquen en palés que se forran de plástico y están listos para enviar.



## 4. DETALLE DE LA MAQUINARIA DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE TARROS.

### 4.1. Introducción.

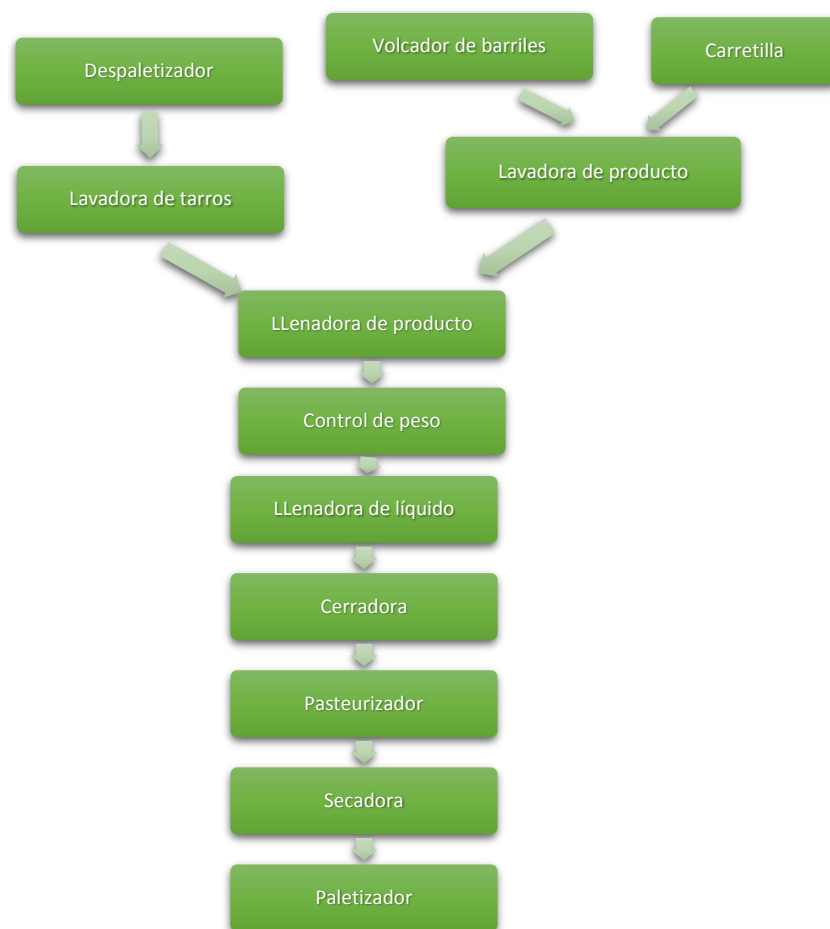
Una vez explicado todo el proceso que se lleva a cabo en la planta, nos vamos a centrar en la zona de envasado que es a la que afecta este proyecto.

En este apartado se va a proceder a describir en detalle y por separado cada una de las máquinas de la línea de envasado de frascos de cristal y también otros elementos sin los cuales sería imposible el funcionamiento de ninguna de las anteriores y por consiguiente no se podría realizar el envasado. La caldera, el compresor, el transformador y las carretillas elevadoras son fundamentales para hacer posible la producción ya que como se verá más adelante son numerosos los elementos que, por ejemplo, no podrían trabajar sin el aire comprimido proporcionado por el compresor o el vapor de agua a alta temperatura proporcionado por la caldera.

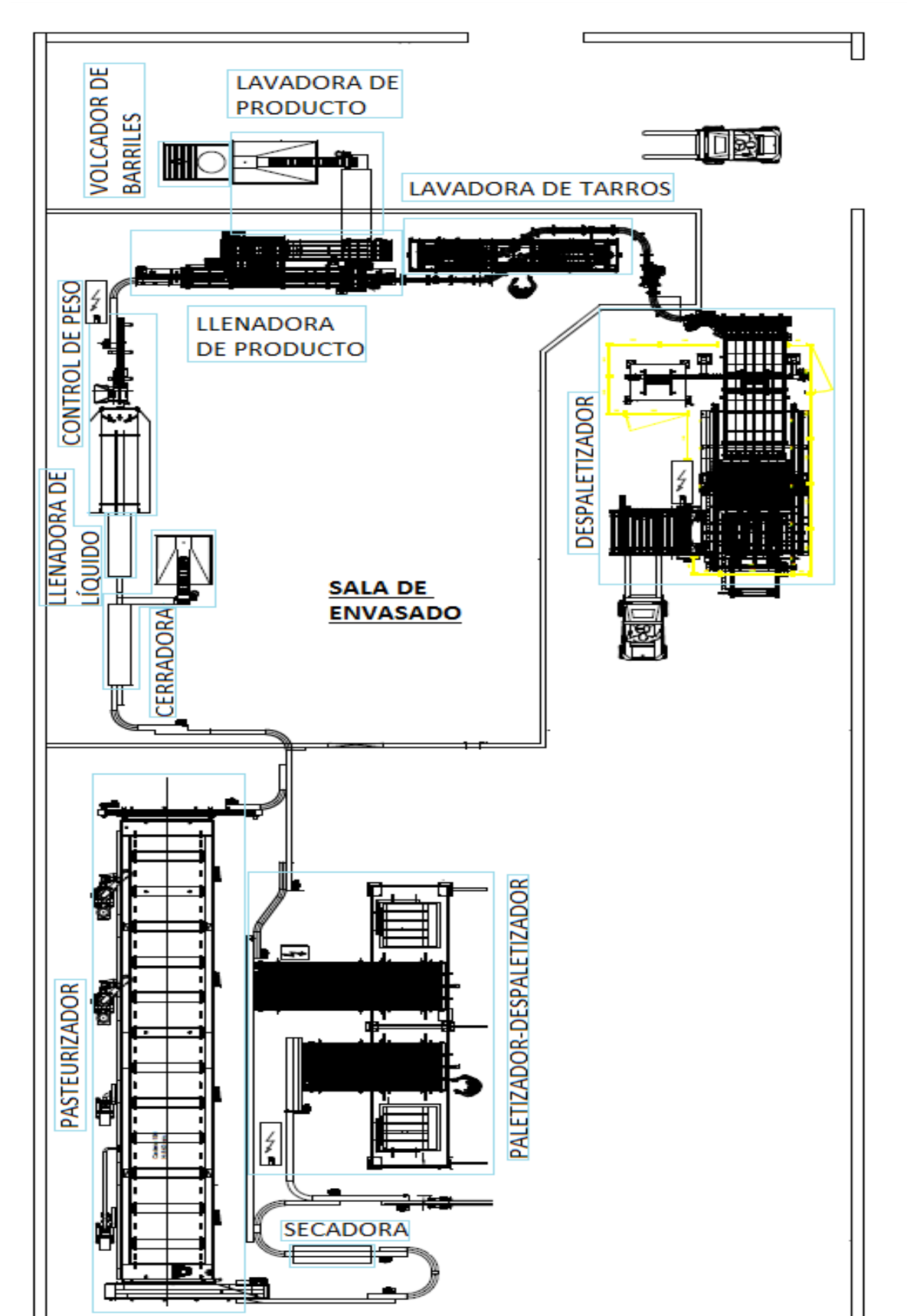


2. Sala de envasado.

Para facilitar la comprensión del proceso de envasado y entender mejor el recorrido que sigue la materia prima a través de la planta se adjunta a continuación un esquema de la producción y la vista en planta de la zona de envasado con el nombre de cada máquina e indicaciones del sentido del recorrido.



3. Esquema de producción de envasado de tarros.



4.Planta de la línea de envasado.

Diego Rubén Camacho Parra

## 4.2. Despaletizador.

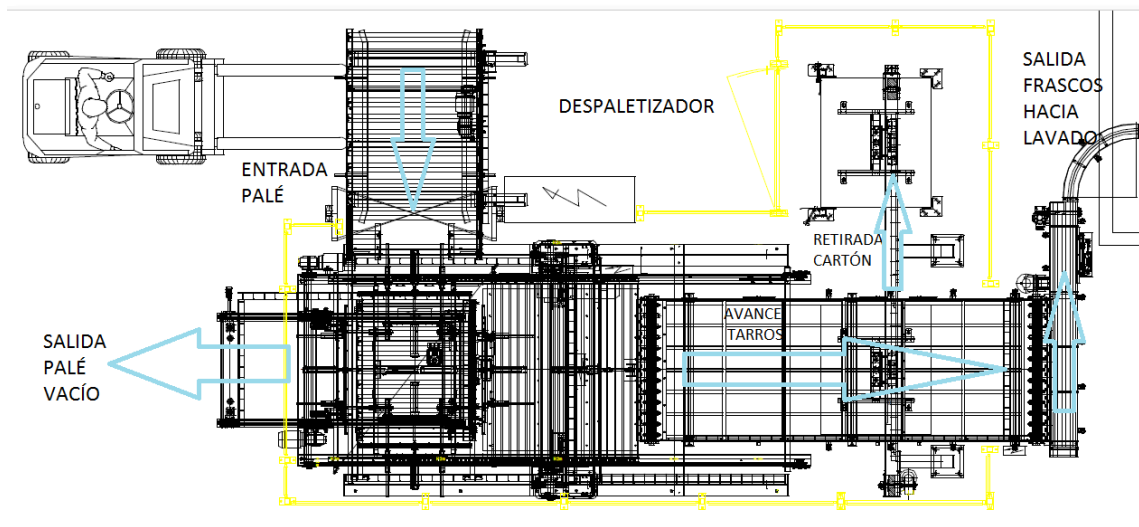
### 4.2.1. Descripción funcional de la máquina.

Para hacer una mejor descripción de la máquina vamos a definir algunas partes de esta: la primera sería el conjunto de rodillos que forman la entrada, después estaría la zona donde descansa el palé mientras se le van quitando los tarros capa a capa, luego la mesa donde en su parte final estaría la zona de retirada de cartón mediante ventosas y a la salida de la cinta de esta mesa habría tres cintas verticales a la anteriormente nombrada y de un ancho considerablemente menor, por otro lado tendríamos un conjunto de rodillos similar al de entrada que son utilizados para la salida del palé vacío.

Primero, en los rodillos de entrada se coloca el palé lleno de tarros de cristal utilizando una carretilla elevadora, se acciona la cinta de rodillos mediante un botón que lo transporta a la zona inicial, donde el carro móvil va cogiendo capa a capa los tarros con su cartón mediante unos sujetadores accionados por pistones neumáticos y colocándolos en la mesa de pulmón de descarga, una vez allí, la cinta de la mesa transporta los botes hasta la zona donde se separan del cartón mediante cuatro ventosas que hacen vacío sujetando el cartón y llevándolo al almacén de cartón retirado.

Finalmente, los envases ya sin cartón siguen avanzando y pasan a la cinta de salida, más estrecha que la cinta de la mesa de transporte, donde son enviados a la lavadora de envases. Para que no se atasquen los tarros en el cambio de cinta se forma una especie de embudo con las cintas que tiene un movedor para impedir dicho atasco.

Cuando el palé se vacía totalmente de tarros, mediante unas cadenas se envía a la salida de palé vacío.



5.Planta del despaletizador.

## 4.2.2. Características técnicas.

Red de energía:

A partir del cuadro de alimentación y debidamente protegido con los elementos regulados conforme la legislación de energía, será tomada una derivación para alimentar la máquina.

Las características mínimas de esta derivación deberán ser:

- Tensión de 380V.
- Fases: 3F+N+T.
- Frecuencia de 50Hz.
- Potencia total instalada de 12,5 KW.

Red de aire:

La red de aire comprimido necesaria debe permitir mantener un suministro de presión constante, una caudal y un grado máximo de humedad del 30 % de flujo.

En la derivación y antes del tubo de desagüe, se recomienda intercalar un matraz de condensación con una válvula de purgado, para evitar la entrada de agua y suciedad en la máquina.

Las características de esta rama son:

- Presión mínima de 6 bares.

- Caudal de 400 l/h.
- Adaptador de conexión de 1/2".

#### 4.2.3. Mantenimiento recomendado por el fabricante.

El mantenimiento del despaletizador se divide en las siguientes secciones:

- Mantenimiento general.
- Mantenimiento de la instalación neumática.
- Mantenimiento de los motores y reductores.

- **Mantenimiento general:**

Operaciones a realizar cada 1000 horas de trabajo (6 meses):

- Apriete general de los tornillos de fijación.
- Limpieza general de la máquina.

Operaciones a realizar cada 500 horas de trabajo (3 meses):

- Comprobar el estado y lubricar los rodamientos.
- Compruebe la tensión y el estado de las correas.
- Lubricar y limpiar las guías.
- Comprobar la tensión, limpiar y lubricar las cadenas.

- **Mantenimiento de la instalación neumática:**

Limpieza y manutención de los filtros de aire:

- Evitar el contacto con disolventes, aceites sintéticos y esencias de otros hidrocarburos.
- Para limpiar use detergentes neutros.
- El nivel de condensados nunca debe sobrepasar el límite máximo indicado en el recipiente.

Mantenimiento del regulador de presión:

- Compruebe que la presión debe primero ser mayor que la presión de salida. Girando el mando en sentido horario aumenta la presión de salida.

- Todos los modelos cuentan con un sistema de cierre de presión regulada.

Mantenimiento de lubricación:

- El nivel de aceite en el recipiente debe estar entre el máximo y el mínimo.

Mantenimiento de equipos Venturi:

- Para el mantenimiento de estos componentes, es suficiente con limpiarlos solo con agua y jabón.

- Realice la limpieza con prudencia cuando tienen un cierto nivel de suciedad. El tiempo de limpieza de la misma varía con el uso de la máquina, condiciones ambientales, polvo y lugar de instalación.

- **Mantenimiento de los motores y reductores:**

Lubricación:

- La lubricación tiene una notable importancia para lograr las prestaciones óptimas de los reductores, por lo cual es importante recordar que un muy alto nivel de lubricante y una alta viscosidad del mismo, contribuyen a reducir el rendimiento de los engranajes con alta velocidad de rotación.

- Por el contrario, en engranajes de tornillo sinfín, es necesario el uso de lubricantes más viscosos con el fin de asegurar la presencia de una película lubricante más fuerte. También es importante evaluar las condiciones ambientales en las que trabaja la caja de cambios, ya que los factores tales como la temperatura, son críticos para la elección del tipo correcto de lubricante. Ver tabla de lubricantes y viscosidades.

Nota: en los reductores lubricados con aceite se recomiendan las siguientes normas:

a) Rodaje.

b) Limpieza interna.

c) Sustitución de lubricante.

a) Rodaje (para el reemplazo):

Es útil prever un periodo adecuado de rodaje (400h aprox.), graduando en el tiempo la potencia transmitida. Poner el límite en el 50-70% de la potencia máxima en las primeras horas de funcionamiento. La temperatura de funcionamiento al comienzo de esta fase puede tomar valores más altos de lo normal.

b) Limpieza interna:

Es preferible llevar a cabo esta operación con el aceite aún caliente, haciendo que se desborde y limpiando con disolventes suaves para no dañar la pintura. Realizar un aclarado con el mismo tipo de aceite para un funcionamiento eficaz.



### 4.3. Lavadora de envases.

#### 4.3.1. Descripción funcional de la máquina.

La máquina consta de un transporte de cadena de charnela, por el que entran los envases a la zona de lavado, una zona de cadenas por tacos de goma para el guiado de los envases en su interior, una balsa para la recolección del líquido de lavado, y un transporte de salida de cadena de charnela, por el que se desalojan los envases a la zona de entrada a la llenadora de envases de producto.

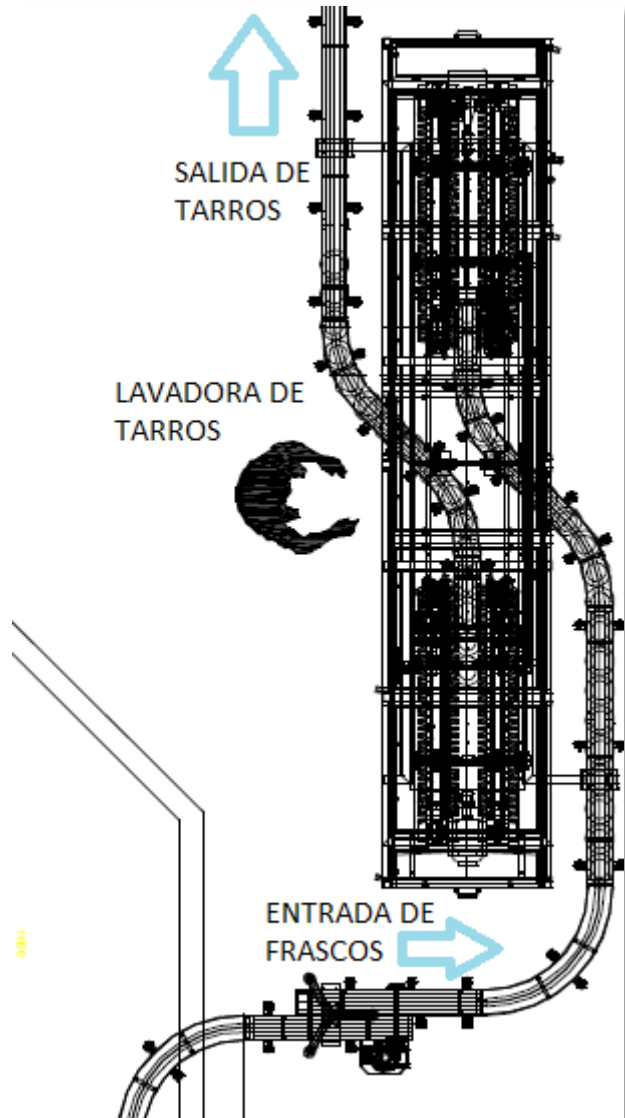
Consta también de detección de acumulación a la salida. Cuando esto ocurra la máquina detendrá los tacos y su transporte de entrada, para poder desalojar la salida.

El llenado de la balsa se controla mediante detección por boya. La boya detiene la entrada de líquido un poco después de que el líquido de la balsa llegue a la salida del rebosadero. No se permitirá de nuevo la entrada de agua hasta que esta baje al nivel deseado.

Todas las guías y partes de la máquina son regulables mecánicamente para el cambio de formato de envases.

#### 4.3.2. Características técnicas.

- Tensión 380 V + neutro.



6. Planta de la lavadora de tarros.

- Tensión de maniobra 24 V alterna.
- Sección mínima de conductores 4 mm<sup>2</sup> (3 fases + neutro + tierra).
- Potencia eléctrica de 2,5 kW.
- Frecuencia de 50 Hz.

#### 4.3.3. Mantenimiento recomendado por el fabricante.

Para la limpieza de la estructura de la máquina solo deben utilizarse productos específicos de limpieza para acero inoxidable. No utilizar materiales abrasivos.

Las fotocélulas pueden dar falsas señales por la acumulación de polvo o suciedad.

Por lo tanto, es necesaria una revisión periódica de las lentes: en caso necesario limpiar con un paño humedecido en agua.

Nunca utilizar disolventes para limpiar las lentes ni los espejos reflectantes de las fotocélulas de la máquina. No utilizar tampoco objetos abrasivos para la limpieza de fotocélulas, espejos reflectantes ni detectores.

Además, es aconsejable revisar el estado de todos los indicadores luminosos de la máquina, con especial atención en aquellos que no se activan regularmente. En caso necesario sustituir los elementos necesarios por otros de iguales características (24V).

Todos los rodamientos deben engrasarse periódicamente, así como las cadenas.

#### 4.4. Elevador volteador de bombonas.

##### 4.4.1. Descripción funcional de la máquina y funcionamiento.



7. Volcador de barriles.

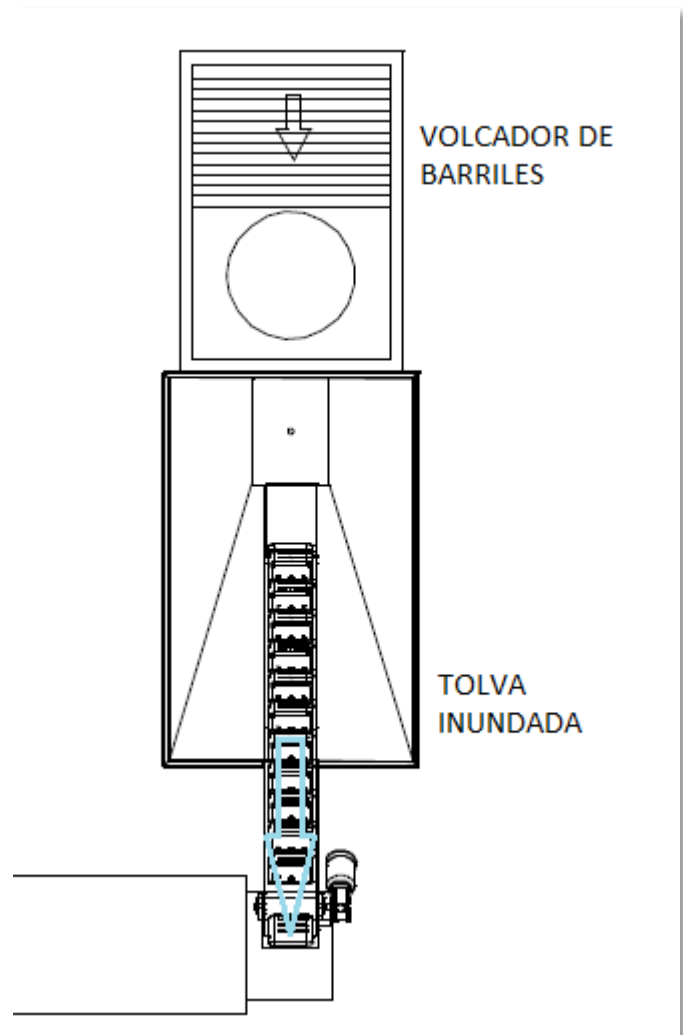
El elevador de bombonas es una máquina fabricada por Tecnología Industrial Conservera para el vaciado de bombonas en una tolva inundada. Construido en acero inoxidable AISI – 304.

La máquina se divide en los distintos componentes:

- Chasis. Construido en acero inoxidable AISI-304 con diferentes espesores y perfiles normalizados.
- Motorreductor. Elemento principal de la máquina por el cual nos permite realizar el movimiento de elevación y de traslación para poder realizar el trabajo.
- Bombo-carrete. Construido en acero inoxidable y PVC, en su parte exterior tiene unas ranuras con forma especial para realizar la recogida del cable.
- Protección. Construido en tubo de acero inoxidable y metacrilato.
- Cesto. Parte en la que se aloja el barril.
- Soporte. Elemento de fijación del eje y el motorreductor para que el movimiento pueda realizarse adecuadamente.
- Final de carrera. Permite la elevación en el lugar que determinemos.
- Rulina. Permite realizar el movimiento de traslación, construida en nylon.

#### 4.4.2. Características técnicas.

- La potencia instalada es de 0,49 kW.



8. Planta del volcador de barriles y de la tolva inundada.

- Conexión de 380V.
- Apto para barriles de 50-300 kg.
- La emisión sonora de la máquina es de 76 dB.

#### 4.4.3. Mantenimiento.

Consejos para el mantenimiento:

- Diariamente: limpieza de la máquina con abundante agua y lejía diluida.
- Mensualmente: engrase con grasa sólida o aceites especiales.

Limpieza realizada con abundante agua y lejía diluida.

Engrases con grasa sólida o aceites especiales.

#### 4.5. Lavadora de producto.

##### 4.5.1. Descripción funcional de la máquina.



9. Bombo de lavado



#### 10. Tolva inundada.

Tolva inundada con elevador por cangilones para desplazamiento de alcaparras y similares a granel. Esta máquina se utiliza para el transporte y elevación de productos en salmuera. También sirve para la limpieza del producto ya que está inundada y el producto contacta con el agua desde que es abocado del barril.

Se define como tolva inundada con elevador de cangilones el conjunto formado por una estructura que dispone de un grupo motriz que desplaza una banda sinfín de goma con cangilones, mediante la acción de un motor eléctrico, de forma que los productos a granel, como aceitunas y similares son desplazados a lo largo de la misma.

Para la carga y guiado del producto el elevador dispone de una tolva sobre la que se deposita la mercancía mediante el volcado de barriles bien con una carretilla elevadora con un acople adaptado para los barriles o a través del elevador volteador de bombonas.

La máquina que se define es de instalación fija, en los sentidos de que no dispone de un sistema de desplazamiento, ni de un sistema de variación de la pendiente de trabajo.

La capacidad horaria de transporte depende del volumen unitario del cangilón, el peso específico del producto, la velocidad de la banda y la distancia entre cangilones; viene dada por la fórmula:

$$Q \left( \frac{T}{h} \right) = \frac{V(l) * \rho \left( \frac{T}{m^3} \right) * v \left( \frac{m}{min} \right)}{D(mm)} * 60$$

Siendo:

- Q: Capacidad horaria de transporte en T/h.
- V: Volumen de un cangilón en litros.
- P: Peso específico del producto en T/m<sup>3</sup>.
- N: Velocidad de la banda en m/min.
- D: Distancia entre cangilones en mm.

Está formada por perfiles cuadrados y chapa de acero inoxidable. Consta de:

- Elevador.
- Grupo motriz:

Tambor motriz: va montado en el módulo de cabeza de la máquina, su diámetro es de 204 mm y está constituido por un eje de 30 mm de diámetro sobre el que van montados unos discos de chapa de acero que forman la estructura que soporta la chapa cilíndrica. Los soportes del eje van anclados al chasis de la máquina por tornillos de presión y disponen de sendos rodamientos rígidos a bolas autoalineables tipo UPC 206 sellados que llevan practicados unos engrasadores en sus respectivos soportes.

Reductor: tiene una potencia de 0.5 CV y una velocidad de salida de 45 rpm.

Motor: eléctrico trifásico, 220/380, 4 polos, tiene una potencia nominal de 0,37 kW (0,5 CV), protección IP-55, aislamiento clase F, carcasa en fundición de aluminio, aletas de refrigeración y patas fundidas conjuntamente.

- Grupo de tensión y reenvío (Cola):

Tambor de reenvío: su construcción es idéntica a la del tambor motriz.

Sistema de tensión y centrado: formado por dos husillos tensores con dos soportes guía para rodamientos, uno a cada lado del tambor de cola.

- Avance y retorno:

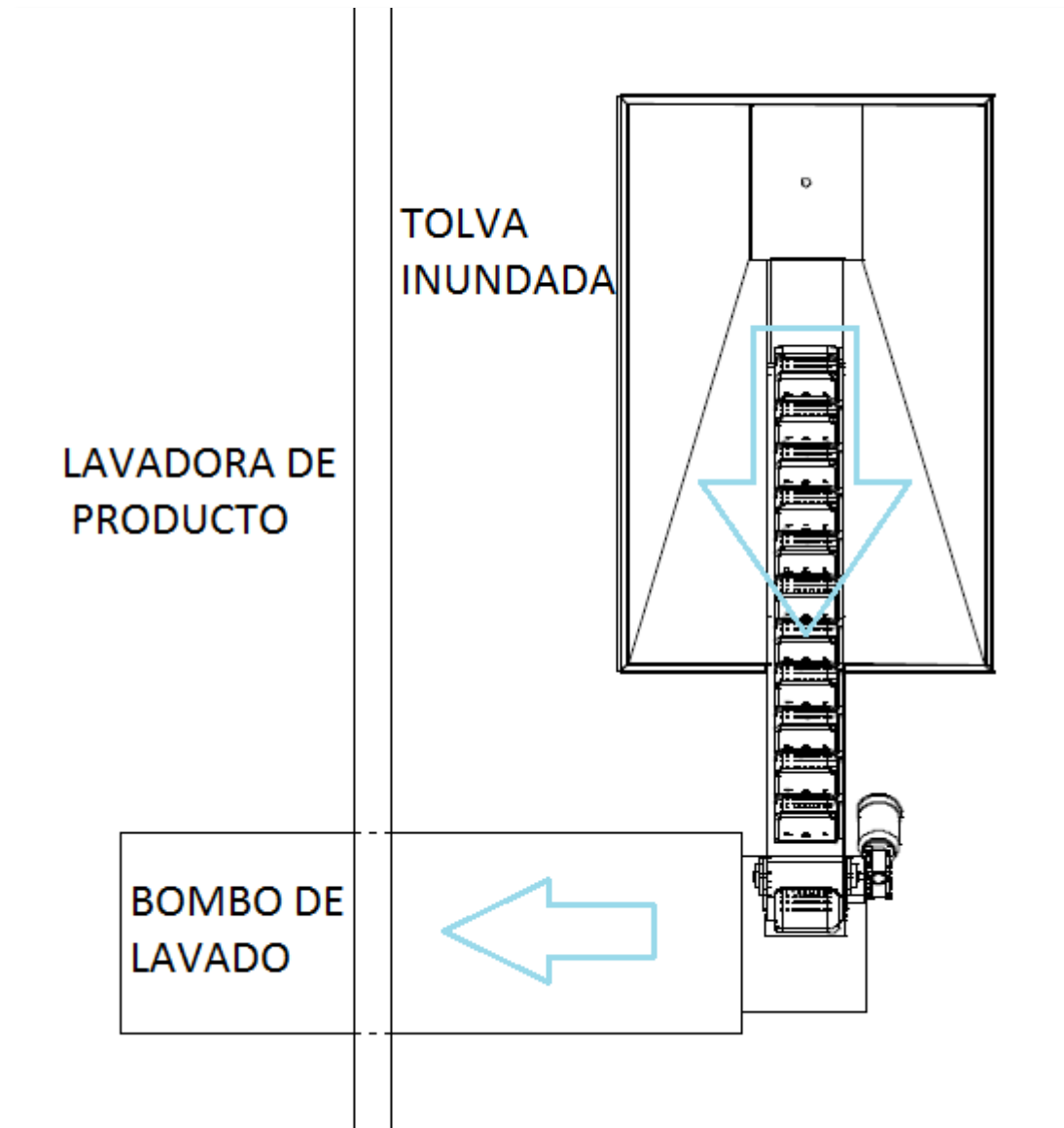
Avance: el avance de la cinta se realiza sobre cuna continua o chapa plana de 1,5 mm de espesor.



Retorno: el retorno se realiza también en forma plana, y la cinta va encajada en sendas ranuras laterales para evitar el roce de los cangilones con el protector.

Rodillos guía: no dispone, pero dado que el retorno es guiado, ayuda a evitar el desvío de la banda, mejorando notablemente su alineación y autocentrado.

- Banda de transporte: es de tipo alimentaria, siendo apropiada para el transporte de productos alimentarios ya que dispone de cobertura atóxica cumpliendo con las normativas vigentes fijadas por el Ministerio de Sanidad y Consumo, incluso las normas FDA homologadas por el organismo oficial U.S.D.A. El ancho de la banda es variable según el ancho de los cangilones. Es resistente a aceites, grasas vegetales y animales.
- Cangilones: van montados cada 380 mm sobre la banda. Son de polietileno atóxico, con perforaciones circulares para permitir la salida de la salmuera.
- Tolva: está construida íntegramente en chapa de acero inoxidable, dispone de desagüe con válvula de bola de 2" y orificio para recirculación de salmuera hacia fermentadores, con su correspondiente filtro en forma de espiral, para impedir la salida del producto.



11. Planta de la lavadora de producto.

## 4.5.2. Características técnicas.

General:

- Inclinación de trabajo: 70°.
- Peso total alrededor de 170kg.
- Presión acústica equivalente ( $L_{eq}$ ) de 84,4 dBA.
- Máxima presión acústica instantánea MaxL (C) de 99 dBC.

Banda de transporte:

- Superficie lisa tipo alimentaria.

- Ancho 200/250 mm.
- Resistente a aceites, grasas vegetales y animales.

Cangilones:

- Superficie con taladros tipo alimentaria.
- Ancho 140/160/180/200 mm.
- Material: polietileno atóxico.

Tambor motriz de reenvío:

- Diámetro de 204mm.
- Longitud igual al ancho de banda.
- Diámetro del eje de 30mm.
- Peso igual a 12 kg.

Motor:

- Potencia nominal 0,5 CV.
- Placa 220/380.
- N° de polos 4.
- Protección IP-55.
- Peso 5,8 kg.

Reductor:

- Potencia nominal 0,5 CV.
- Velocidad de salida 45rpm.
- Par de salida 17 kpm.
- Peso 17kg.

#### 4.5.3. Mantenimiento.

Lubricación:

- Tambores: el mantenimiento de los tambores se reduce a la lubricación de los rodamientos de los ejes del tambor de cabeza. Esta operación podrá realizarse

manualmente o con bomba de engrase. Los rodamientos disponen de engrasador. La lubricación se deberá repetir cada 100 h de trabajo.

Lubricante recomendado: Grasa de litio de engrase general.

- Reductor: el reductor que se suministra con la máquina tiene lubricación permanente, o sea, engrasado a perpetuidad, viene desprovisto de tapones de carga, nivel y descarga por no precisar ningún mantenimiento.
- Motor: bajo condiciones normales de servicio la carga de grasa de los rodamientos del motor dura varios años. Si las condiciones de servicio lo permiten, se limpiarán los emplazamientos y reemplazarán los rodamientos transcurridas 20.000 h de servicio a más tardar después de tres años. El tipo de grasa para lubricar estos rodamientos debe cumplir con la calidad DIN 51825-K3N.

#### Limpieza:

- Banda de transporte: para proceder a la limpieza de la banda de transporte se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - No utilizar ningún producto químico.
  - Limpieza por chorro de agua y/o vapor de agua.

#### Conservación:

- Banda de transporte: para una correcta conservación de la banda, en periodos largos de inutilización, recomendamos en primer lugar el resguardo de la intemperie, y el uso de protecciones tipo manta de estera o similar para cubrir la banda. Desaconsejamos el uso de plásticos para cubrir, ya que aumentan la temperatura de la banda con el consiguiente deterioro que significa.
- Reductor: para una buena conservación, se recomienda no colocar el reductor en lugares expuestos a la intemperie o con excesiva humedad.

#### 4.6. Llenadora de envases.

##### 4.6.1. Descripción funcional de la máquina.



##### 12. Llenadora de envases.

La máquina consta de un transporte, por el que entran los envases a la zona de llenado, una cinta de almacenaje de producto, otra cinta para la recolección de producto sobrante, un elevador de producto con banda de tacos, un dispositivo compactador y otro vibrador para la expulsión del producto sobrante del tarro.

El producto nuevo es vertido a una cinta de almacenaje, desde donde es elevado por medio de un transporte con palas, el cual permite su secado. Una vez arriba, otro transporte va dejando caer el producto dentro de los envases, que van pasando por debajo guiados individualmente. Los envases se llenan uniformemente de sólidos, debido al movimiento de un dispositivo rotativo, cuyo movimiento da lugar a la compactación y otro vibrador que expulsa el producto sobrante.



13. Cinta de transporte de tarros y cinta de recogida de sobrante.

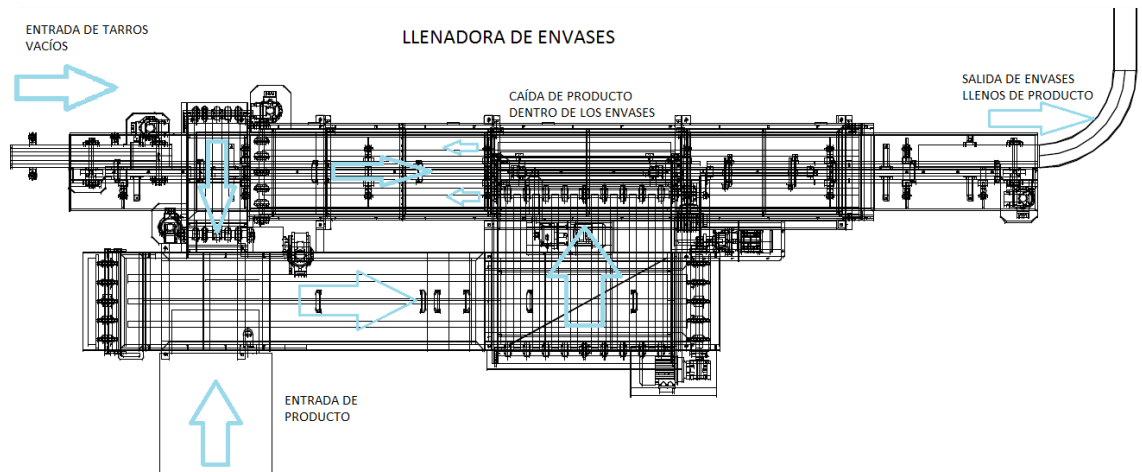
Los envases siguen su curso, y se van pesando y llenando de líquido en la siguiente etapa del proceso.

El llenado de cada envase se realiza por rebosamiento, cayendo hacia los lados el producto sobrante.



#### 14. Caída desde la lavadora de producto y cinta elevadora.

Dicho producto es recogido en una cinta prevista para tal efecto, y conducido, hasta la cinta inicial de almacenaje, desde donde podrá iniciar un nuevo ciclo de llenado.



15. Planta de la llenadora de envases.

#### 4.6.2. Características técnicas.

- Tensión 380V + Neutro.
- Tensión de maniobra 24V Alterna.
- Sección mínima de conductores: 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro + Tierra).
- Potencia eléctrica: 6.7 kW.
- Frecuencia 50 Hz.

#### 4.6.3. Mantenimiento recomendado.

Las fotocélulas pueden dar falsas señales por la acumulación de polvo o suciedad. Por lo tanto, es necesaria una revisión periódica de las lentes: en caso necesario limpiar con un paño humedecido en agua.

Nunca utilizar disolventes para limpiar las lentes ni los espejos reflectantes de las fotocélulas de la máquina. No utilizar tampoco objetos abrasivos para la limpieza de fotocélulas, espejos reflectantes, ni detectores.

Además, es aconsejable revisar el estado de todos los indicadores luminosos de la máquina, con especial atención en aquellos que no se activan regularmente. En caso necesario sustituir los elementos necesarios por otros de iguales características (24V).

Todos los rodamientos deben engrasarse periódicamente, así como las cadenas.



## 4.7. Control de peso.

### 4.7.1. Descripción funcional de la máquina.



16. Fotografía del conjunto.

Equipo construido para el control dinámico de peso, su función es la de determinar si un frasco se encuentra dentro de unos márgenes definidos de peso y efectuar el rechazo si se aparta de ello. Por medio de un captador fotoeléctrico se determina el momento en el que se efectúa la pesada, pudiendo retrasarla.

Con un mensaje en pantalla se identifica si el peso es correcto, defecto o exceso.

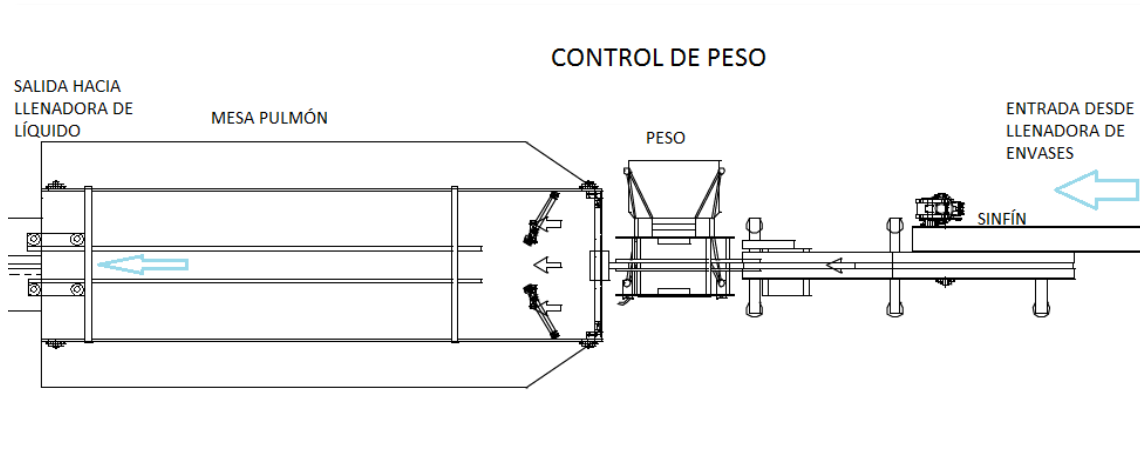
Durante el funcionamiento se visualiza el peso efectuado, el número de pesadas correctas, defecto y exceso.

El transportador de entrada de envases (cinta magnética) recibe los frascos de la llenadora, para separar estos envases a una distancia mínima de la longitud de la plataforma de pesaje, para su posterior paso por el controlador de peso.

Al entrar los botes en el transportador de cadenas del controlador de peso la fotocélula instalada en este enviará la señal al equipo electrónico para su pesaje (los envases deben ir separados).

Los envases correctos seguirán con la misma dirección al entrar en el transportador de rechazos, siendo rechazados los de defecto o exceso mediante los sopladores instalados (en caso de frascos de cristal pequeños) o mediante los empujadores electroneumáticos (en caso de frascos grandes, por ejemplo, el ½ galón).

Las velocidades de los diferentes formatos de frascos se regulan automáticamente en los variadores de frecuencia al preseleccionar el tipo de envase en las memorias del controlador de peso. Únicamente se podrá variar la velocidad de la cinta de rechazos en el potenciómetro del variador de frecuencia correspondiente situado en el panel eléctrico del armario.



17. Planta del peso.

#### 4.7.2. Características técnicas.

- Tensión 380V.
- Potencia eléctrica 4kW.
- Frecuencia 50 Hz.

#### 4.7.3. Piezas de recambio.

Los repuestos para tener en almacén serán los siguientes:

- Rodamientos
- Electroválvulas
- Cilindros neumáticos
- Fococélulas y detectores.
- Cadenas de A. Inox. del control de peso.

#### 4.7.4. Mantenimiento y lubricación periódica

- Equipo de filtraje y lubricación. (operación a realizar a diario)
  1. Controlar que el lubricador tenga la cantidad suficiente de aceite.
  2. Controlar la frecuencia de la gota de aceite de lubricación del aire. (aproximadamente 1 gota cada 20 segundos).
  3. Descargar el agua del filtro del aire.
  4. Dos o tres veces al año limpiar con agua y jabón (nunca con disolventes) los vasos de lubricación y filtraje del equipo.
  
- Cadenas
  1. Lubricar dos veces por semana.
  2. Controlar la tensión cada 15 días.
  3. Sustituirlas cada año.
  
- Engranajes → Engrasar cada 15 días.
- Rodamientos con engrasadores → Engrasar 1 vez por semana.

### 4.8. Llenadora de líquido.

#### 4.8.1. Descripción funcional de la máquina.

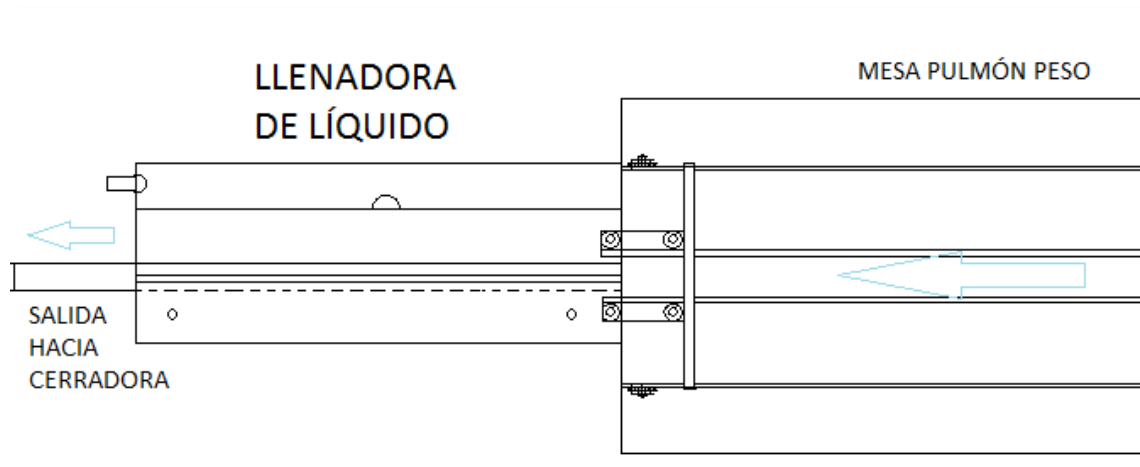
La máquina está formada por una cinta transportadora de tarros y una cascada de líquido que llena los tarros mientras avanzan por la cinta.

Un depósito inferior con boya a donde llega el líquido antes de subir a la cascada y el cual, a su vez, recoge el líquido sobrante que cae al rebosar en los tarros.

Una bomba que impulsa el líquido del depósito inferior a la cascada pasando por un filtro y un intercambiador de calor que trabaja con el vapor de agua proveniente de la caldera, la cual suministra vapor a todas las máquinas que lo necesitan de la producción.



18.Llenadora de líquido.



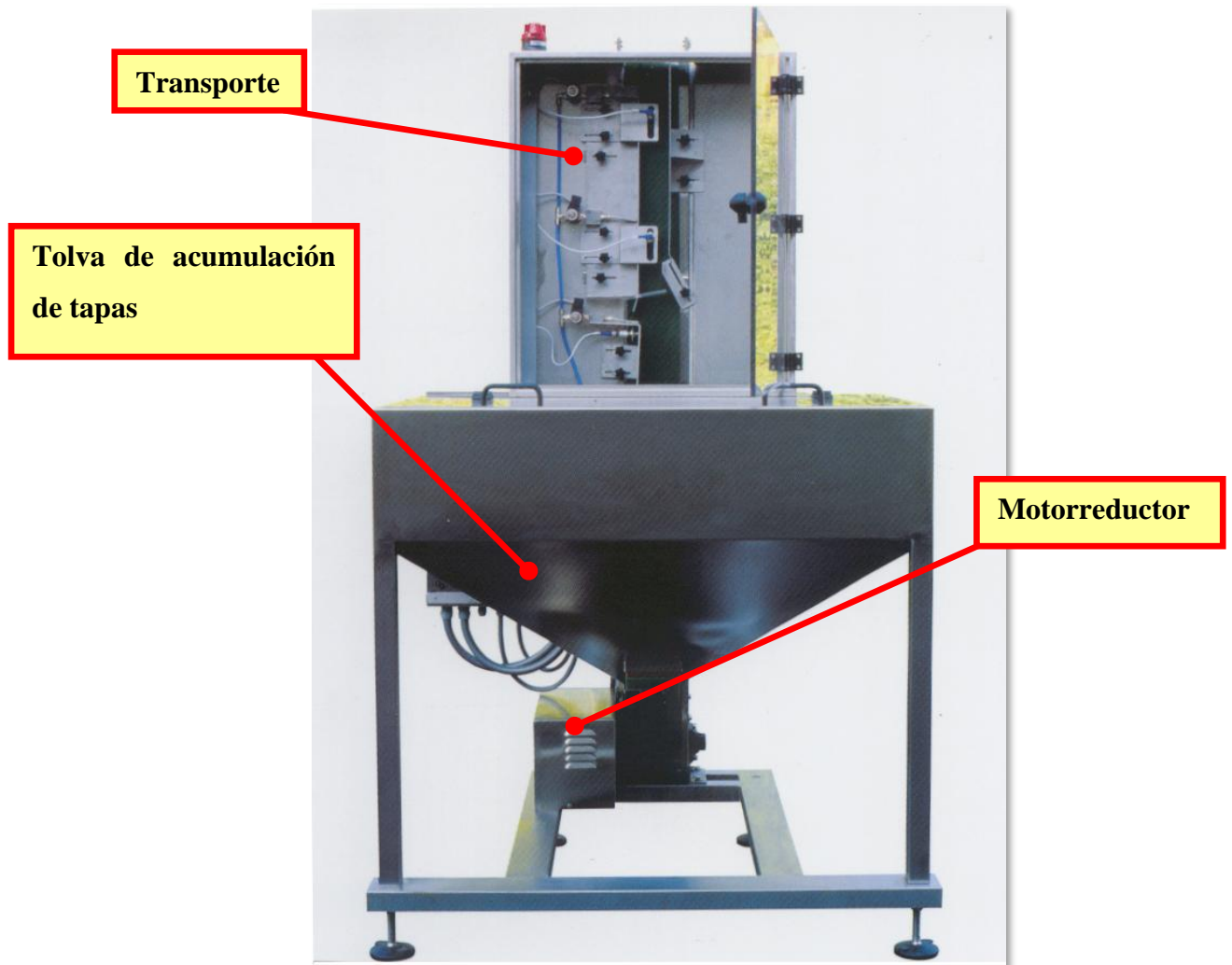
19. Planta de la llenadora de líquido.

La mezcla de líquido con la que se llenan los botes es diferente para cada tipo de conserva y se produce en unos depósitos de mayor tamaño de donde se envía dicha mezcla al depósito de la llenadora de líquido.

#### 4.9. Elevador magnético de tapas.

##### 4.9.1. Descripción funcional de la máquina.

El elevador magnético es una máquina con tapas en su tolva las cuales suministra a una cerradora mediante un transporte con cintas magnéticas y una guía de conducto ajustable al diámetro de las tapas.



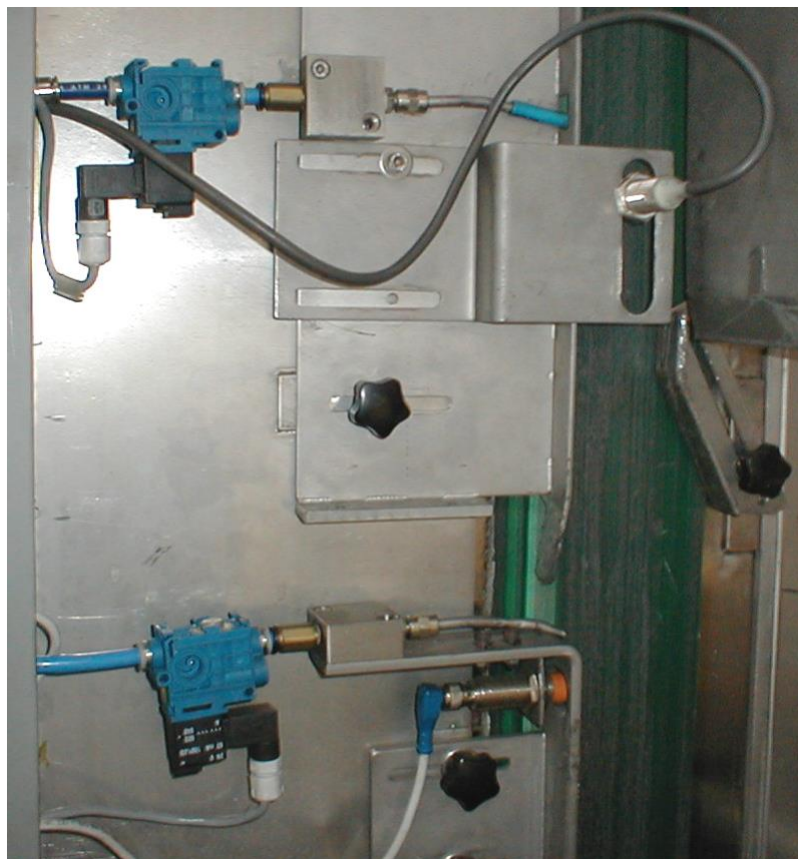
20. Elevador magnético y tolva de tapaderas.

La máquina en si no tiene aplicación, debe ser incluida en un proceso de fabricación, cuya función es alimentar a través de un sistema de transporte de cápsulas guiado, cápsulas con la parte interna hacia abajo.

Las cápsulas se vierten en la tolva, la parte inferior, que consiste en un recipiente puede ser abierto por una cubierta de lexan (resina de policarbonato) transparente, iniciando la subida por un transporte magnético.

Durante la subida, las cápsulas han de pasar por debajo de una pantalla compuesta de tres sistemas de control y selección, como se describe a continuación:

1. El primer control, por medio de una fotocélula detecta la posibilidad de encontrar tapas posicionadas unas encima de otras en cuyo caso activará un flujo de aire horizontal que re-depositará la cápsula en la tolva.
2. El segundo control, utiliza un sensor de proximidad que detecta la posición de la tapa si la tapa va adherida con el borde inferior en vez de con el dorso saldrá un flujo de aire transversal que re-depositará la cápsula en la tolva.



21. Sensores y sopladores para el rechazo de tapas.

3. El tercer control es similar al anterior, lo que permite el asegurar que no pasen cápsulas boca abajo. La cinta transportadora, trabajando desde la parte superior de la máquina, la tapa se eleva a la altura del conjunto y toma la dirección del sistema de cerrado dejando libre el transporte magnético.

La ausencia de las cápsulas en la tolva se indica mediante una luz intermitente, controlado por una fotocélula (scanner).



## 22. Luz intermitente de aviso.

La máquina se detiene automáticamente si la canal directa a la cerradora está completa hasta el control del detector de proximidad.

En todo caso, la máquina está interconectada con la cerradora y cuando esta se para detiene el elevador.

Dentro del transporte, en la parte posterior, existe un conjunto de imanes que permiten la subida de cápsulas.

Los imanes se fijan con tornillos a ambos lados de la estructura, pueden ser ajustados en función del diámetro de las cápsulas a trabajar. Este ajuste se realiza utilizando las ranuras especialmente diseñadas que permiten deslizar horizontalmente.



#### 4.9.2. Características técnicas.

##### Dimensiones:

- Altura: 3000 - 6000 (la altura definitiva viene creada en base al lay-out de la utilización).
- Altura transporte de trabajo: 1200 mm +/- 50 mm.
- Largo: 1300 mm
- Ancho: 1100 mm
- Peso aproximado: de 250 a 400 kg según carga.

##### Productividad:

Producción máx. 600 caps/min (en función del formato de trabajo), aunque la maquina se ajuste con una sola cápsula en general, la productividad es altamente satisfactoria.

##### Dimensiones y tipología de la cápsula:

- La máquina esta predispuesta para una variación de diámetros entre 38 hasta 110mm.
- El formato de trabajo de cápsulas son del tipo Euro-Twist, Twist-Off, Pray-Off
- Las capsulas de trabajo deben ser de material ferromagnético (excluyendo aquellas que sean de plástico, aluminio, o material no magnético).

##### Alimentación eléctrica:

- Tensión de alimentación: 220 / 380 V.
- Potencia total instalada: 0,5 kW.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Grado de protección: IP55.

##### Alimentación neumática:

- Presión máx. 6 atm.
- Necesidad de aire sin impurezas.

#### 4.9.3. Mantenimiento recomendado por el fabricante.

Las siguientes indicaciones son las acciones y el calendario para realizar el mantenimiento adecuado.

<b>Periodicidad</b>	<b>Operación a efectuar</b>
Todos los días	Limpiar la máquina de residuos del trabajo
	Verificar estado de la cinta de transporte
	Verificar la correcta posición de la cápsula en la fase de salida
	Verificar en canal de transporte de la cápsula
Todos los meses	Verificar el estado de lubricación de las partes móviles
	Verificar el desgaste de los componentes en movimiento
	Verificar la tensión de la cinta transportadora
Cada 6 meses	Controlar nivel de aceite del motorreductor
Antes de una larga parada de producción	Desconectar la máquina de la tensión
	Efectuar las verificaciones generales de la máquina

**Tabla 1.**

Inspeccione todo el exterior de la máquina inclusive las patas de apoyo.

Realizar los controles y medidas siguientes:

- i. Verificar la tensión de la cinta transportadora, si es necesario mueva el rodillo tensor sobre el roscado (al extremo superior de la cinta).
- ii. Verificar el borde de la cinta; controlar los signos de desgaste.
- iii. Verificar el movimiento de rotación de la polea de transmisión de las tapas, agitador.
- iv. Controlar que todos los tornillos están bien apretados.
- v. Comprobar la integridad de los cables, sensores y componentes neumáticos.
- vi. Verificar la eficiencia del pasador de emergencia.
- vii. Revisar visualmente el transportador de tapas desde el elevador hasta la cerradora.
- viii. Verificar la integridad de la conexión eléctrica a tierra.
- ix. Proceder a la lubricación normal de las piezas de desgaste.
- x. Limpiar la cinta de sustancias extrañas o aceitosas.
- xi. Limpiar cualquier exceso de los lubricantes de la máquina y residuos de las reparaciones, remplazar todas las protecciones de seguridad.

### **Limpieza de la maquina**

- i. Lavar con chorro de agua (a ser posible caliente) la cinta de transporte.
- ii. Lavar con agua el interior de la tolva.
- iii. Lavar con agua la superficie de deslizamiento del transporte.
- iv. Limpieza de canales de polvo y/o residuos varios.
- v. Limpiar con detergentes especiales la cubierta transparente.
- vi. Lavar con un trapo toda la máquina (se entiende: la parte interna y las partes mecánicas).  
Si quedaran restos de productos o de cal, fregar bien las zonas afectadas y después aclarar con agua enérgicamente.
- vii. Tenga cuidado de eliminar los depósitos de cal, relacionados con la dureza del agua tanto en la tolva como en el transportador.
- viii. Recuerde que la limpieza frecuente y adecuada reducirá significativamente el tiempo de desgaste de las piezas.

### **Lubricación**

<b>LUBRICANTES RECOMENDADOS</b>	<b>APLICAR EN:</b>
<i>Grasa EP2, marca SKF o similar</i>	Rodamientos y poleas
<i>Aceite indicado en la placa</i>	Motorreductor

**Tabla 2.**

## 4.10. Cerradora.

### 4.10.1. Descripción funcional de la máquina.

La máquina está diseñada y construida para poner las tapas a los tarros en una atmósfera saturada de vapor. Estas se suministran a un elevador magnético a través de una guía conectada a este.

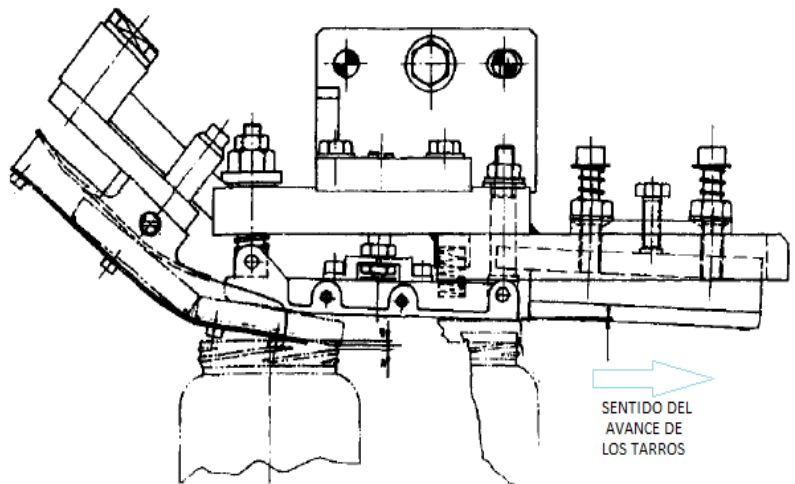


### 23. Cerradora de tarros, cámara principal.

Los tarros son suministrados a través de una cinta transportadora y dirigidos al interior de la cámara principal, firmemente sujetos entre dos correas laterales. El proceso de la colocación de tapas y apriete de estas se podría dividir en cuatro fases:

- Durante la primera fase (captura) la boca del tarro coge la tapa, que está en una posición oblicua. Un chorro horizontal de vapor es enviado entre la tapa y el extremo del tarro, llenando, por lo tanto, el espacio sobrante entre el producto y la tapa.

- En una segunda fase (cogida), la tapa rota brevemente en el sentido contrario a las agujas del reloj y es colocada bajo un instrumento equipada con un suelo de teflón y una almohadilla de caucho (hilo guía).



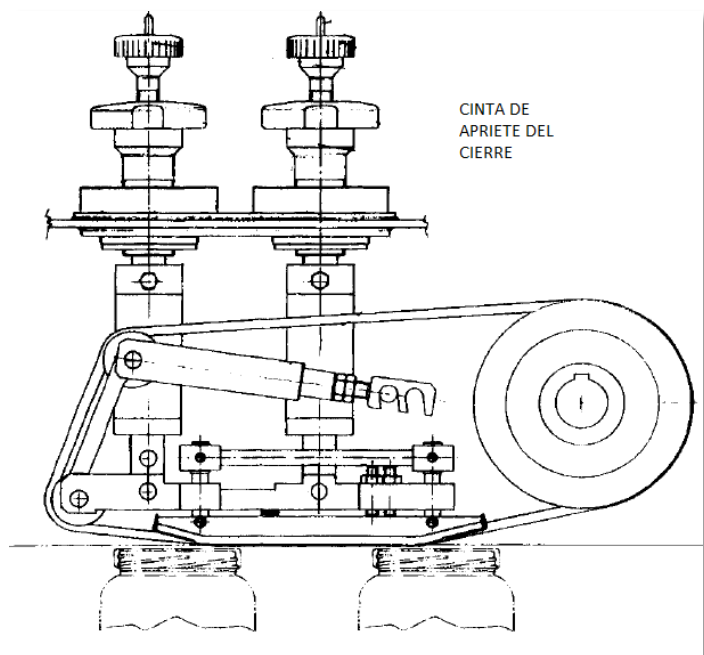
24. Representación de la captura de la tapa.

- En la tercera fase (pre-ajustadora) la tapa es pre-cerrada por medio de un sistema análogo al del anterior (suelo de teflón con almohadilla de caucho).
- En la fase final (ajuste) el tarro es transferido debajo de la unidad de cierre, que aprieta la tapa a su rosca final, por la acción de una cinta (que se mueve a una velocidad mayor que velocidad a la que se mueve el tarro) y un suelo fijo.

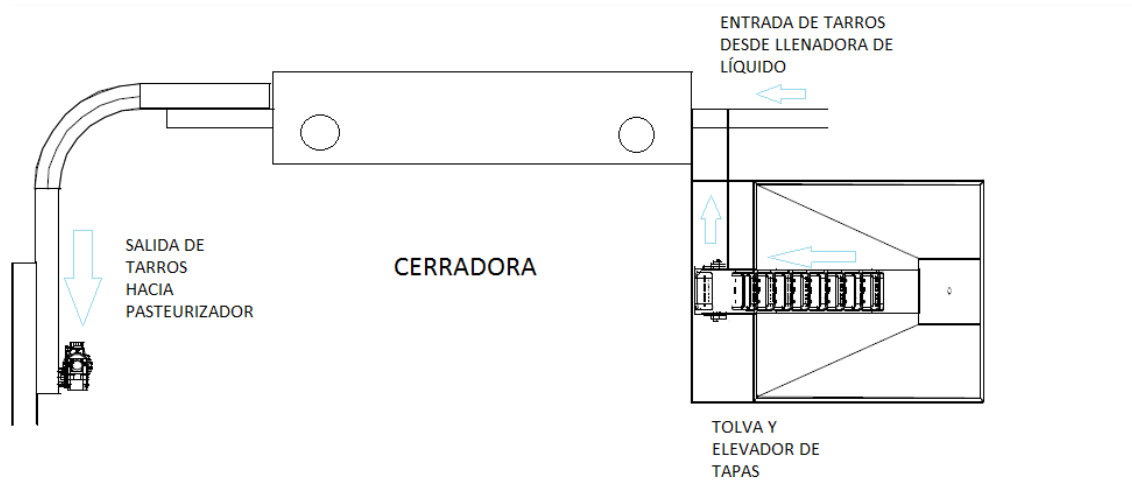
Pre calentando la tapa se asegura un sello hermético, ya que la junta interna se ha reblandecido.

El ciclo de cierre se termina de esta forma, el vapor del interior se condensa de nuevo en agua y se forma el vacío en el espacio superior.

Los tarros se transportan fuera de la máquina a través de una cinta y avanzan hasta el pasteurizador.



25. Representación de la fase final del cerrado.



26. Planta de la cerradora.

#### 4.10.2. Características técnicas.

##### Velocidad:

- La velocidad de producción es de 50 a 250 tarros/minuto.
- La producción puede ser mayor o menor con relación a la transmisión y al diámetro del tarro.

##### Diámetros de cierres:

- La máquina es capaz de trabajar con diámetros de tapa 38 mm a 89 mm; la máquina puede manejar también diámetros de 27 mm a 38 mm y de 90 mm a 110 mm.

##### Diámetro de tarros:

- La máquina está diseñada para trabajar con diámetros de tarro de 38 mm hasta 168 mm.

##### Altura de tarro:

- La máquina puede trabajar con alturas de tarro de 64 mm a 266 mm.

##### Presión de vapor:

- La presión, procedente de una fuente limpia, debe ser suministrada a una presión de 5 kg/cm<sup>2</sup>.

##### Datos técnicos:

- La máquina requiere una potencia de 220V-50Hz.
- El consumo de energía de la máquina trabajando es aproximadamente 2.5 kW.
- El peso total de la máquina es aproximadamente 1000 kg.
- Presión de suelo: la máquina ejerce una carga máxima de 350 kg.
- Dimensiones de la zona de trabajo: 3300 x 800 h 250 x 1900 mm.

#### 4.10.3. Mantenimiento general.

1.-Inspeccionar la máquina cuidadosamente, con particular atención a los mecanismos interiores de la protección principal.

2.- Llevar a cabo las siguientes comprobaciones y acciones:

- Comprobar la tensión de la cadena transportadora
- Comprobar la rotación de los soportes y guías de la cinta que aprieta las tapas.
- Desmontar la unidad de cogida y pre-cierre, las plataformas de teflón y caucho y comprobar.
- Comprobar los platos transportadores debajo del cinturón de correas transportadoras.
- Engrasar.
- Aflojar las cintas (lateral y la que aprieta).

3.-Retirar cualquier lubricante sobrante y residuos de trabajo de reparación de la máquina y cerrar todas las protecciones y el alimentador.

#### 4.10.4. Mantenimiento programado.

- Diariamente:

- Tareas:

Limpieza.

Comprobación rutinaria.

Lubricación rutinaria.

- Semanalmente:

Lubricación rutinaria semanal.

- Mensualmente:

Llevar a cabo mantenimiento general.

Antes de prolongada inactividad:

- Llevar a cabo mantenimiento general.

### **Comprobaciones diarias**

1. Comprobar desgaste de los tacos laterales.
2. Comprobar desgaste de las correas que aprietan.
3. Comprobar la posición correcta de la tapa en la fase de cogida.
4. Comprobar que el canal de caída de las tapas está limpio (buscar restos de parafina).
5. Comprobar presión de entrada.
6. Comprobar el ajuste y sellamiento de tapas de los tarros salientes de la máquina para que la causa o cualquier defecto pueda ser identificado rápidamente.

### **Limpieza diaria**

Usar un chorro de agua (preferiblemente caliente) para lavar la cadena transportadora y las guías.

Si la máquina no se va a usar el día siguiente, llevar a cabo lo siguiente:

Usar un chorro de agua para lavar la máquina entera (piezas internas con sus componentes mecánicos). No permitir al agua ponerse en contacto con el motor de vapor.

Si hay restos del producto o cal, cepillar las piezas usando un detergente apropiado y enjuagar minuciosamente.

Asegurarse de eliminar cualquier depósito de cal (relativo a la dureza del agua en el área) de las unidades de cogida y cierre.



LISTA DE RECAMBIOS	Nº	POSICIÓN / FUNCIÓN
RODILLO RETENCIÓN TAPA	2	- RETENER TAPAS
MUELLE RETENCIÓN TAPAS	4	- RETIENE TAPA EN RAMPA
ROTACIÓN ALMOHADILLA DE CAUCHO TAPA	3	-MECANISMO DE COGIDA DE TAPA (ROTACIÓN INVERSA)
ALMOHADA DE ROTACIÓN	3	- ÁREA DE PRE-AJUSTE
ALMOHADA FRONTAL	2	- CABEZAL AJUSTE
CORREA COMPRESOR (L-98)	2	- CABEZAL AJUSTE
MUELLE	2	- ANILLO AJUSTADOR EN CABEZAL DE APRIETE
ESLABÓN DE CADENA DE SOPORTE	2	- PARTE POSTERIOR DE LA CADENA DE GUÍA DE LA CINTA LATERAL 41-32

**Tabla 3.**

#### 4.10.5. Lubricación.

##### Instrucciones

La lubricación regular de las piezas rotatorias es esencial para su correcta operatividad y larga vida operativa.

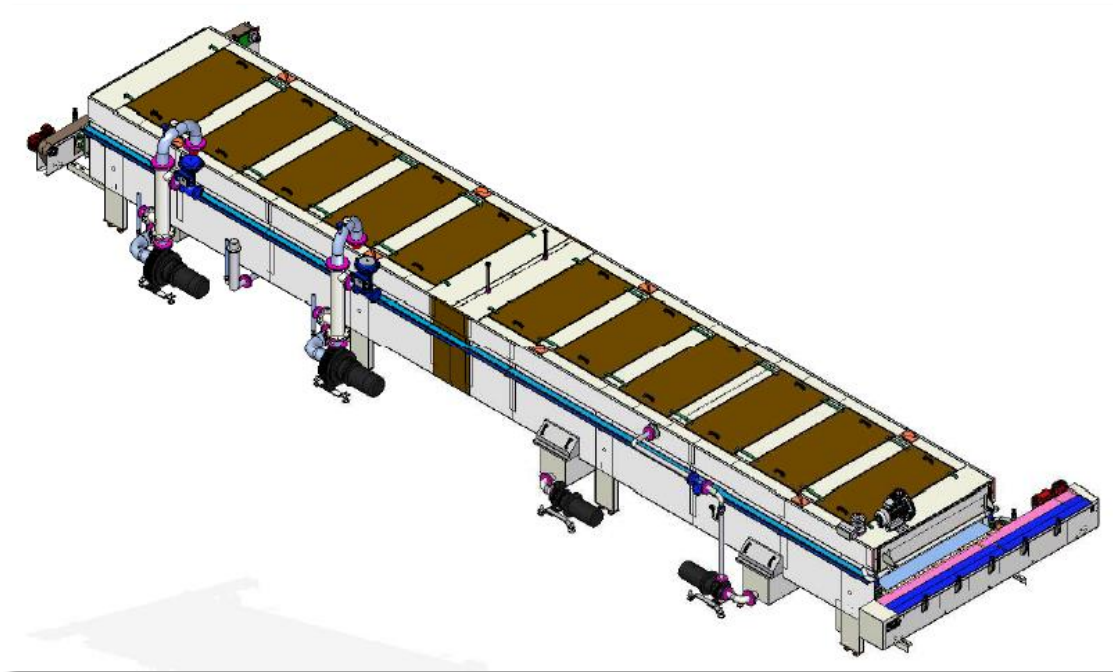
Una excesiva lubricación no mejorará la operatividad o aumentará la vida útil de los mecanismos en cuestión.

##### Frecuencia

- Semanalmente:

- caja de transmisión.

#### 4.11. Pasteurizador.



27. Pasteurizador.

##### 4.11.1. Descripción funcional de la máquina.

El pasteurizador enfriador continuo es una máquina construida para proporcionar a los diversos productos un tratamiento de tiempo y temperatura que permitirá la correcta conservación de estos.

El pasteurizador está construido en materiales totalmente anticorrosivos e higiénicos, como son los aceros inoxidables AISI 304L y AISI 316L, y materiales termoplásticos.

Las condiciones de utilización del pasteurizador enfriador continuo son las siguientes: no debe trabajar a temperatura ambiente superior a 50° C e inferior a 5° C, ya que el trabajo de la máquina fuera de estos límites puede causar averías en los diferentes elementos.

Debido a que la máquina está construida con materiales plásticos e inflamables, evitar exponerlos directamente a las llamas.

La máquina en sí realiza el proceso de pasteurización a través de las 3 zonas de las que está formada: zona de precalentado, zona de pasteurizado y zona de enfriado. A continuación, pasaremos a explicar cada una de las zonas:

**Zona de pasteurización.** Zona de la máquina donde se realiza el proceso de pasteurizado de los envases. La temperatura de pasteurización debe marcarse previamente por el cliente.

Cuando los cubos de las diferentes zonas de pasteurizado están llenos, las bombas se ponen en funcionamiento para recircular el agua de los cubos, hacia las bandejas de distribución de agua correspondientes.

**Zona de enfriado.** Zona de la máquina donde se realiza el proceso de enfriamiento de los envases. Las temperaturas del agua de sus diferentes zonas van en aumento, para que dicho proceso se produzca de forma paulatina.

El agua de la última zona de enfriado es la entrada general de agua a la máquina y por lo tanto la zona más fría. A continuación, el agua es recirculada a la siguiente zona de enfriamiento y así sucesivamente hasta completar el total de las zonas. El agua va aumentando de temperatura a medida que pasa de una zona de enfriado a la siguiente.

Dependiendo del producto que se vaya a pasteurizar se debe seleccionar la receta adecuada para que esté el tiempo suficiente y a la temperatura correcta, para que salga en las condiciones idóneas para ser comercializado.

- Circulación del agua.

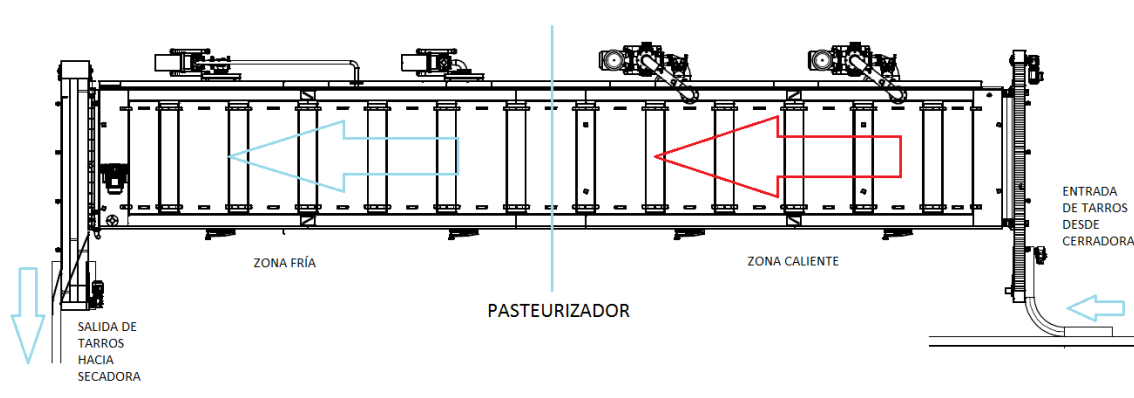
A continuación, se redacta como circula el agua a través de las tuberías de la máquina.

La entrada general de agua se realiza a través de la válvula de bola neumática que se ubica en la última zona de enfriado. Es a través de esta zona, donde se produce el llenado de la máquina.

La zona de pasteurizado se llena con el agua remanente de la primera zona en enfriado (zona contigua a la zona de pasteurizado).

Cuando el circuito de agua está completo, la máquina cuenta con dos circuitos diferentes:

- Circuito de pasteurizado, cada una de las zonas recircula su propia agua.
- Circuito enfriado, el agua entra en la máquina por la zona última de enfriamiento, va recorriendo las diferentes zonas de enfriado hasta pasar a la primera zona de enfriamiento donde se recoge en el cubo y sale del equipo.



28. Planta del pasteurizador.

#### 4.11.2. Características técnicas.

- Tensión de 380 V + Neutro + Tierra.
- Potencia eléctrica: Máximo de todo el conjunto, 30 kW.
- Presión de vapor: se precisará una presión de trabajo de 6 kg. /cm<sup>2</sup>.
- Consumo de vapor: Consumo máximo aproximado: 1300 kg. /h a 6 Kg. /cm<sup>2</sup> de presión. Consumo en régimen de trabajo aproximado: 500 kg. /h a 6 Kg. /cm<sup>2</sup> de presión y AT=2°C.
- Presión de aire comprimido: se precisará una presión mínima de 6 Kg. /cm<sup>2</sup> para las válvulas todo-nada (entradas de agua) y de 2.5 kg/cm<sup>2</sup> para las válvulas modulantes (entradas de vapor).
- Presión de entrada de agua: se precisará agua a una presión de 4 Kg /cm<sup>2</sup> en la entrada general.

#### 4.11.3. Mantenimiento recomendado por el fabricante.

- Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento del pasteurizador enfriador continuo requiere una serie de conocimientos o aptitudes especiales y por tanto deben ser llevadas a cabo exclusivamente por personas instruidas, es decir, personal de mantenimiento que estén familiarizadas con nuestra máquina y que previamente se hayan leído este manual.

El mantenimiento recomendado de la máquina deberá realizarse diariamente.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1- En primer lugar, una vez vaciada de envases y agua la máquina. El vaciado completo de agua de la máquina se realiza a través de las válvulas manuales que se encuentran en cada uno de los cubos.

Además, es necesario accionar el pulsador que actúa sobre la válvula de llenado de la zona de pasteurizado, en modo manual, para eliminar el agua remanente que abastece a la zona de pasteurizado.

2- Colocar los interruptores en posición de parada y, a continuación, desconectar el suministro de energía eléctrica de la máquina. Con esto se consigue que el operario de mantenimiento no corra ningún tipo de peligro durante la operación.

3- Engrase de todos los rodamientos y demás elementos que necesiten ser lubricados (son los que poseen engrasadores). La grasa a utilizar debe ser especial, de tipo alimenticia.

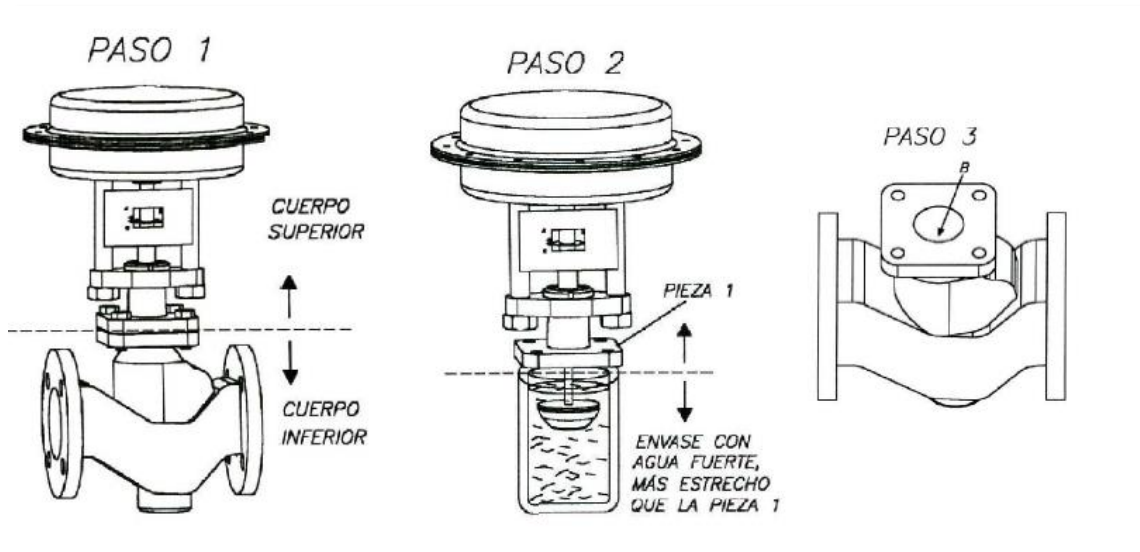
4- Limpieza de las válvulas. En el pasteurizador hay válvulas neumáticas, las cuales, a causa de la cal o pequeñas partículas que vienen de los arrastres de las tuberías, estas válvulas pueden obstruirse o quedar agarrotadas.

Es aconsejable colocar un filtro en la entrada general de agua a la máquina para evitar obstrucciones. A pesar de ello es conveniente realizar una limpieza para alargar su vida útil.

- Para su limpieza hay que seguir los pasos siguientes:
- PASO 1. Soltar los 4 tornillos que unen el cuerpo inferior y el cuerpo superior. Una vez hecho esto, tirar hacia arriba del cuerpo superior hasta separarlo del cuerpo inferior.
- PASO 2. Introducir el cuerpo superior en un envase que contenga agua fuerte según indica el dibujo, durante 10 a 15 minutos (nunca debe sumergirse por debajo de lo que indica la línea de puntos). Por ello, el envase que contenga el agua fuerte deberá ser más pequeño que la pieza 1.

Una vez hecho esto, aclarar repetidas veces con agua limpia el mecanismo que ha estado sumergido en agua fuerte para neutralizar dicho producto.

- PASO 3. Con una brocha mojada en agua fuerte, impregnar el asiento que se encuentra en el interior del cuerpo inferior donde nos indica el punto B en el dibujo. Hacer esto repetidas veces hasta que quede limpio el asiento y luego aclarar con agua limpia.
- PASO 4. Una vez limpios los dos cuerpos de la válvula, volver a unirlos como estaban al principio.



## 29. Válvulas neumáticas.

5- Limpieza de filtros. El fabricante recomienda realizar una limpieza de cada uno de los filtros al final de la jornada de trabajo. Cuando se haya finalizado la tarea de limpieza, se deben volver a colocar los filtros y sus tapas. Los manómetros son elementos que sirven de aviso de la obturación de estos.

6- Limpieza de las bandejas de distribución de agua. Inicialmente será necesario realizar alguna inspección diaria para comprobar el tiempo que podemos mantener la máquina funcionando con las bandejas limpias y sin obstrucciones.

El correcto mantenimiento de estas conlleva una correcta distribución del agua de proceso. Para realizar la limpieza, el primer paso a seguir será retirar las tapas superiores de la máquina.

Posteriormente, se realizará la limpieza con un cepillo de alambre o una espátula para quitar la cal que se haya podido depositar y, cuando se haya desprendido la suciedad, se barrerá con un chorro de agua a presión mediante pistola de agua o en su defecto con una manguera.

Si debido a la naturaleza del agua presenta mayor cantidad de cal, habrá que realizar la limpieza con mayor frecuencia.

7- Limpieza fondo pasteurizador y cubos zona pasteurizado y precalentado. Se dispone de unas puertas circulares de limpieza que permiten acceder a la parte inferior de la máquina, cubos zona pasteurizado y precalentado y a la zona intermedia de la banda transportadora.

Para eliminar el agua y la suciedad de dicha limpieza y que se acumula en los cubos, se procederá al vaciado de estos mediante las válvulas de bola manual. Es conveniente mantener los cubos limpios para el buen funcionamiento de las bombas de recirculación correspondientes.

8- Limpieza cubos zona enfriado. En este caso los cubos son desmontables y de fácil acceso. Para eliminar el agua y la suciedad acumulada de dicha limpieza en los cubos, se procederá al vaciado de estos mediante las válvulas de bola manual.

Además, se deben limpiar las varillas de las sondas de nivel, ya que, si la cal se va acumulando alrededor de las mismas, dejan de funcionar correctamente. Por ello es conveniente realizar revisiones visuales periódicas y comprobar su estado.

9- Limpieza del bombín de sondas. Para la limpieza habrá que soltarlo e introducir agua por cada uno de los conductos de entrada y permitir posteriormente la salida de la misma por el orificio de salida.

Además, se deben limpiar las varillas de las sondas de nivel, ya que, si la cal se va acumulando alrededor de las mismas, dejan de funcionar correctamente. Por ello es conveniente realizar revisiones visuales periódicas y comprobar su estado.

10- Recomendable utilizar agua descalcificada para el agua de proceso.

11- Es recomendable también, la revisión de las diferentes tuberías y elementos de la línea. En caso de apreciar alguna anomalía o deterioro, se recomienda la sustitución.

12- Para la limpieza de las superficies de acero inoxidable, en condiciones de funcionamiento normales de la máquina, es suficiente el agua (preferentemente caliente). No se deben emplear detergentes, ácidos o cualquier otro tipo de sustancia química junto con el agua de circulación del aparato con objeto de limpiar el equipo, ya que puede dañar el propio acero del cuerpo y de las tuberías. En el caso que se crea conveniente una limpieza más exhaustiva, se deberá utilizar un detergente no agresivo y realizar un aclarado intenso posterior a la limpieza, para eliminar totalmente cualquier resto de detergente.

Una vez concluidos estos procesos, el operario rearmará totalmente la máquina para intentar realizar el ciclo de trabajo de la misma y comprobar si el funcionamiento es correcto.

El tipo de grasa a utilizar como se ha comentado anteriormente será del tipo alimentario.

#### 4.12. Secadora.



30. Secadora de envases.

##### 4.12.1. Descripción funcional de la máquina.

Máquina secadora de tarros mediante cuchillos de aire a presión ajustables al tamaño del envase a secar.

Los botes llegan por la cinta y pasan por el interior de la secadora, primero a través de cuchillos de aire que expulsan aire a presión hacia los frascos y luego a través del túnel de latas que hace lo propio, pero con menos presión, para que salgan de este secos y continúen hacia el paletizador.

##### 4.12.2. Características técnicas.

###### Características turbina:

- Potencia de 7,50 kW.
- Velocidad de giro: 2870 r.p.m.
- Voltaje: 230/400 V.
- Frecuencia: 50 Hz.



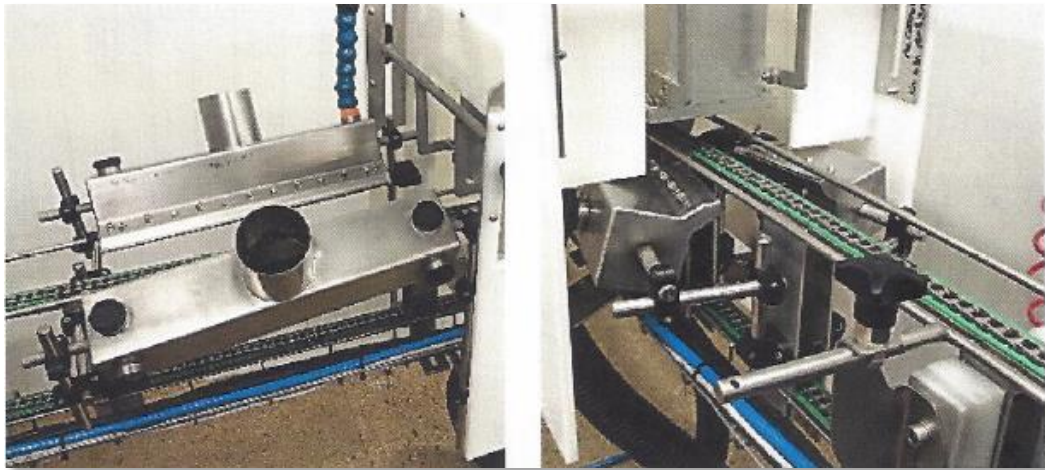
- Caudal máximo 2300 m<sup>3</sup>/h.
- Masa máxima: 125kg.

## 4.12.3. Mantenimiento recomendado por el fabricante.

Nº	Frecuencia	Descripción	Piezas	Referencia en documentación
1	Diariamente	Realizar limpieza general		11.3. a)
2	Cada semana	Comprobación básica del sistema		11.3. b)
3	Cada 3 meses	Comprobar filtro cilíndrico del soplador EPI0A exterior e interior		11.2. iv
4		Comprobar tensión de la correa		11.2. iii
5		Comprobar la integridad de todos los conductos y sujeciones		11.2. v
6		Comprobar la condición del rotor del soplador		
7		Comprobar la condición del motor y limpiarlo si es necesario		11.3. a) iii
8		Inspeccionar las ranuras de los cuchillos de aire		11.2. i
9		Comprobar si hay ruidos o vibraciones excesivos		11.4.
10	Cada 6 meses	Cambiar los filtros	Filtros	11.2. iv
11		Comprobar el motor		
12	Cada 2 años	Cambiar las correas de impulsión	Correas	2. iii
13	Cada 3 años	Cambiar el cabezal del soplador	Cabezal	

**Tabla 4.**

- i. *Cuchillos de aire*: para el buen funcionamiento de la máquina es fundamental que los cuchillos de aire estén bien posicionados.



### 31. Posición de los cuchillos de aire.

El ángulo del cuchillo de aire depende totalmente del bote que se va a secar, para un bote más alto el ángulo del cuchillo debe ser mucho más acentuado que para un bote más bajo.

Los cuchillos de aire se deben orientar hacia la cinta transportadora a un ángulo entre 5 y 10 grados.

Los cuchillos de aire requieren un mantenimiento reducido:

- Las ranuras de los cuchillos de aire se deben limpiar con una herramienta no metálica para eliminar las obstrucciones. No se debe permitir que entre nunca líquido en la cámara impelente y por lo tanto en el soplador.
- Si se han montado tapones obturadores en los cuchillos de aire, no los extraiga nunca a menos que los sustituya por una boquilla flexible.

ii. *Túnel de latas*: requiere un mantenimiento reducido. No obstante, se deben tener en cuenta estos puntos si disminuye el rendimiento del sistema:

- Filtro de entrada en el soplador obstruido.
- Túnel de latas obstruido.

Si se produce una de las situaciones anteriores desconecte siempre el suministro neumático y aísole el soplador. A continuación:

- Compruebe que el túnel de latas está ajustado a la altura correcta (es decir, entre 5 y 10 mm por encima del tarro). Compruebe que los tarros pasan por el túnel en la dirección correcta.
- Disminución del caudal: desconecte la manguera de la entrada del túnel, retire los tornillos de montaje y separe el túnel de la cinta transportadora.

Para eliminar las obstrucciones, abra la parte delantera de la cámara quitando los tornillos que hay en el borde de la placa de la ranura.

- iii. *Correa de impulsión.* La tensión de la correa debe estar dentro del intervalo indicado en la etiqueta de cada correa (típicamente 50 kg).
- iv. *Filtros.* Las unidades de secado están diseñadas para necesitar un mantenimiento mínimo. Sin embargo, la realización de algunas funciones básicas de mantenimiento alargará la vida útil de las piezas mecánicas y asegurará su eficacia, duración y validez de la garantía.
  - Extracción del elemento filtrante.
    - 1) Extraiga el elemento del prefiltro aflojando la tuerca y la arandela de seguridad. Utilice una llave AF de 17mm.
    - 2) Retire la placa final del filtro y el conjunto del filtro por encima del perno de sujeción.
    - 3) Retire la funda del prefiltro del elemento filtrante principal.



### 32. Prefiltro.

- Limpieza del prefiltro.
  - 1) Meta la funda del prefiltro en agua caliente, preferiblemente con un detergente que genere poca espuma.
  - 2) Lave bien el prefiltro. Enjuagar a fondo en agua limpia, escurriendo la mayor cantidad de agua posible. Dejar que se seque del todo antes de volver a instalarlo.



### 33. Limpieza del prefiltro.

- Procedimiento de limpieza/sustitución del elemento filtrante principal:
  - Hay que cambiar el elemento filtrante principal cada seis meses.
  - El elemento filtrante principal puede lavarse con el mismo procedimiento que la funda del prefiltro. Es importante tener en cuenta que la limpieza de esta pieza lleva más tiempo y se recomienda sustituirla por un filtro de repuesto mientras se lleva a cabo el proceso de limpieza.

Una vez lavado se recomienda:

- 1) Eliminar tanta agua como sea posible de la absorbida por el elemento filtrante.
- 2) Después meter el filtro en un horno a 60 grados centígrados durante 4 horas. Si no se dispone de un horno, secar dejándolo en una habitación bien ventilada durante 24 horas como mínimo.

- Cómo volver a instalar el elemento filtrante.
  - Una vez secos el elemento filtrante principal y la funda del prefiltro pueden volver a acoplarse entre sí.
  - Instale el filtro y su tapa, y sujételos en su sitio con la tuerca y la arandela.

v. *Conductos y pernos.* Todos los conductos y pernos se pueden ajustar con facilidad junto con las abrazaderas para mangueras utilizando un destornillador de punta plana de tamaño estándar.

#### 4.12.4. Limpieza e inspección.

a) *Limpieza:* la mayoría de los componentes se pueden limpiar o lavar con chorro regularmente, pero hay varias zonas que no se deben limpiar directamente:

- i. Las *boquillas* de los cuchillos de aire (a menos que se desconecten y se dejen secar del todo antes de volver a conectarlas).

- ii. *Soplador*: se debe tener cuidado de no mojar el soplador ni el filtro en ningún momento.
  - iii. Limpiar el *motor eléctrico* del EPI0A regularmente, se recomienda hacerlo con un cepillo de cerdas duras.
- b) Inspección visual para comprobar que el sistema se encuentre en buen estado de funcionamiento y no haya fugas en las mangueras ni vibraciones o ruidos poco inusuales.

#### 4.12.5. Vibración y ruido.

- i. *Carcasa*. El valor de las emisiones de trabajo es <85 dB(A) en reposo.
- ii. *Unidades de soplador EPI0A/filtro*. Como consecuencia de la naturaleza del equipo de secado siempre habrá presentes emisiones acústicas procedentes del soplador EPI0A durante condiciones de funcionamiento normales. Esto se debe a las características de rotación a alta velocidad de la unidad (el soplador puede generar velocidades de 20.000 rpm). Si hubiera ruidos excesivos procedentes del soplador se deben seguir los procedimientos enumerados a continuación.
  - Aísle eléctricamente el soplador apagando el interruptor de aislamiento y cerrándolo en la parte frontal del arranque suave.
  - Retire los paneles de la carcasa inferior para acceder al soplador.
  - Retire el protector de la correa con una llave hexagonal de 4 mm.
  - Compruebe la tensión de la correa con ayuda del tensiómetro suministrado, que está situado en la placa de montaje.
  - Además, compruebe que la correa no esté deshilachada ni desgastada.
  - Si la correa presentara algún daño, cámbiela inmediatamente. No ponga en marcha el soplador hasta que haya cambiado la correa y haya vuelto a colocar el protector de la correa.

Si el soplador EPI0A presenta una disminución del rendimiento:

- Aísle eléctricamente el soplador apagando el interruptor de aislamiento y cerrándolo en la parte frontal del arranque suave.
- Retire los paneles de la carcasa superior de forma que el motor del soplador y el filtro cilíndrico queden a la vista.

- Retire y sustituya el elemento filtrante. Consulte la sección correspondiente para obtener más información.
- Encienda brevemente el soplador para comprobar la rotación del motor. La dirección del ventilador de refrigeración del motor debe ser la que indica la flecha (en el sentido contrario al de las agujas del reloj) del extremo sin impulsión.

### 4.13. Paletizador –despaletizador.

#### 4.13.1. Descripción funcional de la máquina.



#### 34. Paletizador-despaletizador.

Podemos observar en primer plano la zona de trabajo del operario encargado de este equipo y el cuadro de mando que maneja este para mover la plancha de imanes de una mesa a otra para ir moviendo las bases. También se observan los cartones que debe poner el operario sobre las bases para separar una de otras una vez que el equipo coloca los tarros encima del palé.

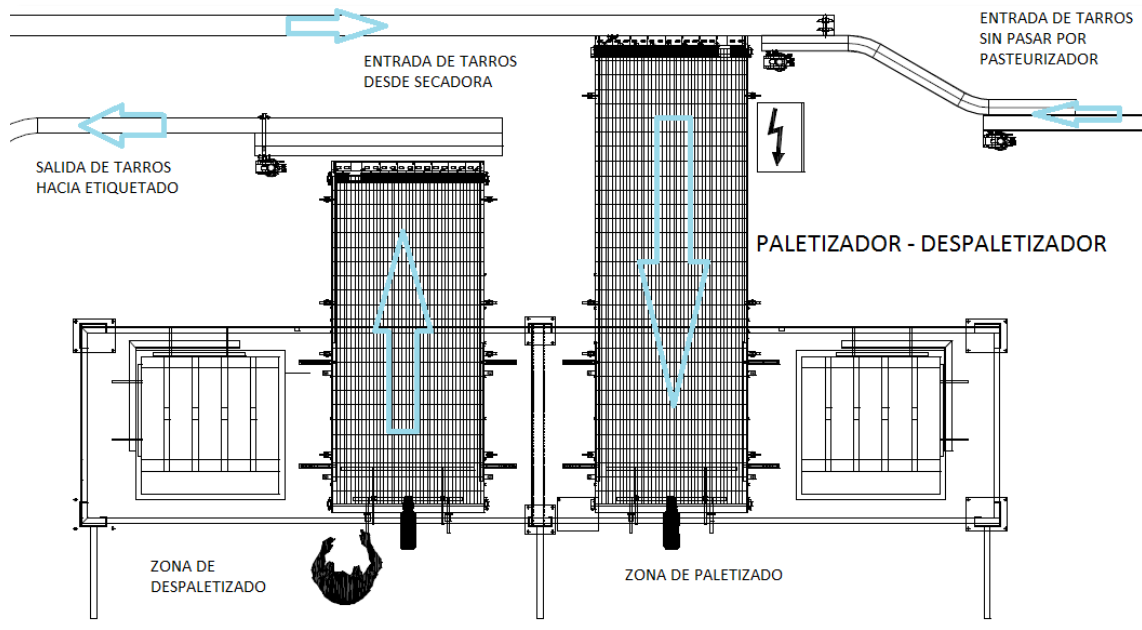
Esta máquina es tanto el final de la línea de envasado como el principio de la línea de etiquetado. Consta de dos grandes mesas de transporte de tarros (una a la que llegan los tarros ya envasados y otra de la cual salen los tarros preparados para su etiquetado), una estructura de acero colocada sobre las mesas con unas guías horizontales y verticales para permitir a una plancha magnética desplazarse tanto vertical como horizontalmente y que sujeta los botes por



35. Vista frontal del paletizador.

las tapas gracias a sus imanes, estos imanes tienen permitido su movimiento vertical dentro del chasis de la plancha metálica siendo accionados por pistones neumáticos cuya función es acercar los imanes cuando la plancha está en posición de coger los tarros aprovechando que las tapas de estos son metálicas y separar los imanes cuando se quieren soltar los tarros en el lugar deseado.





36. Planta del paletizador-despaletizador.

El paletizador puede funcionar tanto pasando los tarros de la mesa de llegada a la mesa de salida como pasando dichos botes a palés para que se almacenen al acabar su proceso de envasado o coger los tarros provenientes de palés del almacén y ponerlos en la mesa de inicio de la línea de etiquetado.

#### 4.14. Caldera de vapor.

##### 4.14.1. Descripción funcional de la máquina.

La caldera de vapor realiza una función fundamental en la línea de envasado, ya que provee a todos los elementos que lo necesitan del vapor de agua necesario para principalmente transmitir calor a un líquido (en los intercambiadores de calor) o crear una atmósfera adecuada para facilitar el apriete de las tapas (en la cerradora de tarros).

El proceso de generación de vapor se produce por la quema del combustible (fuel destilado) en el interior de la caldera, esta reacción libera gran cantidad de energía provocando el aumento de temperatura del agua hasta el punto de evaporarla produciéndose así el vapor de agua. Debido a las altas temperaturas y presiones que tiene que soportar es un elemento de alto riesgo y por ello es sometido a exhaustivas revisiones anuales, trienales y quinquenales. Además de pasar sus revisiones de seguridad, mientras la caldera está en funcionamiento cada dos horas se activa una alarma que obliga a un operario a revisar la presión del interior y el nivel de agua y una vez revisado apagar la alarma.

Los elementos que componen todo el proceso de generación de vapor son:

- El combustible se almacena en un tanque de fuel de unos 30.000 litros, de aquí pasa a un depósito de menor tamaño situado junto a la caldera y ya de este a la caldera.
- El agua que proviene de la red general pasa por un proceso de descalcificación antes de entrar a un depósito de almacenaje y desde este pasa a la caldera en función de la demanda.
- El último elemento es la caldera, donde se produce la combustión que provoca la evaporación del agua.

## 4.15. Compresor.

### 4.15.1. Descripción funcional de la máquina.

El compresor es el elemento que proporciona a la línea todo el aire comprimido necesario para el funcionamiento de la parte neumática de cada máquina. El conjunto del equipo está compuesto por un calderín y por el compresor en sí. Muy pocas son las secciones de la línea que se salvan del uso de aire comprimido, los principales usos que tiene son:

- Rechazo de tapas en el elevador de tapas, el elevador funciona mediante una cinta magnética y eleva las tapas tanto boca arriba como boca abajo, para rechazar las mal posicionadas hay tres sensores de posición con sendos sopladores que las expulsan de la cinta, estos sopladores son alimentados con el aire comprimido del compresor.
- Sistema neumático del despaletizador de tarros vacíos, los pistones de los brazos con los que el despaletizador sujeta las bases para ir cogiéndolas una a una están accionados por aire comprimido.
- Sistema neumático del paletizador-despaletizador, la placa magnética que sirve para sujetar las bases de tarros por sus tapas y desplazarlas va fijada a unos pistones que la desplazan en función de si tiene que sujetar tarros o soltarlos y estos pistones también son neumáticos.
- Válvulas neumáticas de corte o reguladoras de los intercambiadores de calor, tanto en la llenadora de líquido como en el pasteurizador hay intercambiadores accionados por válvulas neumáticas conectadas a sensores de temperatura que regulan la entrada de vapor de agua proveniente de la caldera a dichos intercambiadores.
- Soplos de aire colocados en las cintas, en distintos puntos del recorrido hay colocados sopladores con forma de cepillos que expulsan aire para limpieza de producto sobre la cinta o para asegurar el secado de la parte superior de los tarros.

#### 4.16. **Carretillas elevadoras.**

##### 4.16.1. Descripción funcional de la máquina.

En la empresa hay un total de cuatro carretillas elevadoras, las cuatro son eléctricas y de su mantenimiento se encarga una empresa externa.

Para las carretillas elevadoras eléctricas, el correcto funcionamiento de la batería y el cargador es de vital importancia, ya que es la fuente de alimentación de la máquina, por lo que, para su correcto funcionamiento, durante el mantenimiento se comprueba el nivel de electrolito (agua de la batería) y el estado de las conexiones y bornes. También se comprueba el estado de todos los motores, niveles de líquido de frenos, válvula de las reductoras, ruedas y demás sistemas, también de seguridad.

En envasado solamente se usan dos, una de ellas para volcar barriles en la tolva de producto y otra para colocar los palés de tarros vacíos en la entrada del despaletizador, llevar al almacén o sacar de este los palés de tarros listos para etiquetado y llevarlos al paletizador-despaletizador de imanes.

#### 4.17. **Transformador.**

##### 4.17.1. Descripción funcional de la máquina.

El transformador es posiblemente el equipo más importante de toda la empresa ya que suministra a la fábrica toda la corriente eléctrica necesaria para funcionar.

Está en la parte superior del recinto de la empresa, alejado de las dos naves de producción.

De su mantenimiento se encarga una empresa mantenedora externa, también se le hacen revisiones periódicas para comprobar que todo está en perfecto estado y con total seguridad.

## 5. FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE ENVASADO Y MODO DE FALLO.

### 5.1. Introducción.

En primer lugar, en este capítulo se va a tratar de explicar el funcionamiento de cada equipo de trabajo y de los diferentes elementos que los componen. Al hablar de funcionamiento se hace referencia al proceso que la máquina o equipo realiza, además se indican los elementos de cada una de las máquinas que son los encargados de llevar a cabo el desarrollo de dicha función.

En el capítulo anterior se presentó la descripción de los equipos y se indicó la definición de cada uno, este apartado se centra en cómo es el funcionamiento de los equipos o la maquinaria en general. El orden de desarrollo de la maquinaria de este capítulo será el mismo que en el anterior, se sigue la línea de producción.

Además de explicar el funcionamiento de los equipos, se van a indicar los posibles fallos que pueden darse en cada uno de ellos y las consecuencias que estos fallos conllevarían.

A partir de este estudio de fallos y consecuencias en el capítulo siguiente se llevará a cabo un estudio sobre la criticidad de los equipos de trabajo.

Definición de fallo: un fallo puede definirse como la presencia de una condición insatisfactoria. Sin embargo, una condición dada es insatisfactoria en función de la persona o del área de referencia que observa dicho fallo. Por ello, se puede concretar, que fallo significa que un componente o un sistema no satisface o no funciona de acuerdo con la especificación.

Como ejemplos de condiciones insatisfactorias que podrían llamarse fallos, se tienen:

- Imposibilidad absoluta del sistema o componentes para funcionar.
- Imposibilidad de sistemas o componentes para funcionar.
- Lubricación insuficiente.
- Corrosión.

Los fallos con mayor frecuencia de los presentados en la máquina obedecen a condiciones donde el operario tiene que ajustar la máquina y por ende no son fallos funcionales de los equipos, además en su mayoría no producen ningún tipo de costo, pero se registra como

fallo ya que produce tiempo de parada y afecta el análisis de disponibilidad, confiabilidad y fiabilidad.

## 5.2. **Funcionamiento y modo de fallo.**

### 5.2.1. Despaletizador.

#### a) Funcionamiento.

El trabajo del despaletizador comienza cuando el operario, usando una carretilla elevadora, coloca sobre la cinta de rodillos de entrada un palé con los tarros de cristal y aprieta el botón de entrada del palé, el peso de los palés es de 700 - 1500 kg aproximadamente según el tipo de tarro.

Una vez apretado el botón el palé entra gracias al motor de la cinta de rodillos y se posiciona mediante sensores en la zona inicial donde se irán separando capa a capa mediante brazos sujetadores accionados por pistones neumáticos, una mesa móvil y un elevador que traslada todo este conjunto vertical y horizontalmente usando cadenas movidas por motores.

Cada capa pasará a una cinta ancha (debido al tamaño de las capas) que traslada las capas a la zona de retirada del cartón superior, este se retira mediante 4 ventosas accionadas también por pistones neumáticos y se deposita en el almacén de cartón trasladando las ventosas horizontalmente con cadenas movidas por motores. Finalmente, los tarros pasan gradualmente mediante un embudo a una cinta más estrecha que los traslada en fila de uno hasta la entrada de la lavadora de tarros.

Este equipo tiene gran cantidad de fotocélulas:

1. En los rodillos de entrada, estos rodillos sirven para hacer avanzar al palé hacia la zona donde se quitan capa a capa las bases con los frascos de cristal vacíos y normalmente se mueven en el sentido de entrada de palé pero también se pueden mover en sentido contrario para hacer salir al palé de esta zona por si hay que sacarlo por algún motivo, para estos casos hay una fotocélula que detecta cuando el palé ha llegado hasta el borde y detiene automáticamente los rodillos impidiendo la posible caída del palé junto con los frascos.

2. En la zona inicial hay dos fotocélulas para la entrada de palé, la primera de ellas detecta al palé entrando y la segunda detiene los rodillos ya que es el límite al que puede llegar el palé.
3. En la mesa de avance hay dos, la primera marca dónde tienen que dejar la base con tarros los brazos que la sujetan y la segunda detecta que la base está a la altura de la retirada de cartón dando paso al carro móvil con las ventosas que retiran el cartón.
4. En la zona de cintas de salida hay dos fotocélulas que detectan cuando no hay tarros para que avance la mesa con la siguiente base de frascos.
5. En el carro móvil de brazos sujetadores hay gran cantidad de sensores inductivos que permiten colocarse en la posición indicada para mover las bases, hay seis para el movimiento horizontal y siete para el movimiento vertical.

b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: fallo o rotura de las fotocélulas encargadas de detectar la presencia del palé que debe estar posicionado sobre el transportador de cadenas. Este fallo puede ser debido a una rotura casual o debido a algún golpe.

Consecuencia: este tipo de fallo provocará la detención del llamado “robot” (estructura mecanizada encargada del despaletizado), de forma automática, solamente seguirían en funcionamiento las cintas transportadoras (de rodillos o bandas), presentes en la entrada y salida de dicho equipo, las cuales, si no son abastecidas con los palés en el caso de la cinta de entrada y con los tarros en el de la cinta de salida, funcionarían, pero no tendrían nada para desplazar.

Por lo que se puede decir, que este fallo conlleva el cese de la introducción automática de los botes en la línea de producción. Por lo que, el producto debe ser introducido manualmente, lo que retrasa la producción.

Fallo nº 2: fallo de ajuste del despaletizador o del “robot”, sobre las capas del palé. Este fallo podría ser debido a una avería de alguno de los sensores encargados de detectar a qué altura se encuentran cada capa de tarros (ya que esta altura varía conforme el despaletizador desarrolla su función), o el ancho de dichas capas. O también, este fallo puede ser debido a que dicho equipo puede no ser abastecido con la suficiente energía.

Consecuencia: este fallo conlleva una serie de problemas, por ejemplo, si no sujeta con suficiente fuerza las capas para su despaletizado, los tarros se pueden resbalar y caer, lo que provocaría pérdidas de material y además otras posibles averías si caen sobre algún sitio

delicado. Así mismo, si no detecta la altura correcta de las capas, el despaletizador podría sujetar más capas de las que debiera, lo que implicaría sujetar más peso del indicado, por lo que dichas capas podrían precipitarse también.

Fallo nº 3: fallo de las ventosas de retirada de cartón, este fallo es provocado debido a que en los formatos de tarros de menor altura las ventosas no llegan a hacer la suficiente fuerza contra el cartón como para sujetarlo y separarlo de los frascos.

Consecuencia: este fallo provoca que los tarros no puedan separarse en fila de uno en las cintas de salida ya que el cartón los sujetaría, los frascos no avanzan hasta la lavadora hasta que un operario se percate y quite el cartón manualmente.

Fallo nº 4: posible fallo o avería en un momento determinado de la producción, en el despaletizador o también se puede denominar como “robot”. Este fallo puede ser debido a un fallo electrónico.

Consecuencia: este fallo conlleva la parada del despaletizador, aunque sea abastecido correctamente de palés, al cesar su movimiento y no separarlos por capas, para su posterior avance hasta la lavadora, esto implicará la parada del abastecimiento automático de la línea de producción. Por lo que, el producto debe ser introducido manualmente, lo que retrasa la producción.

Fallo nº 5: fallo en la transmisión por cadenas debido a un problema en el motor o simplemente a un fallo en la lubricación de dicha transmisión.

Consecuencia: este fallo produce la parada del transportador por cadenas. Por lo que, el tomate no sería extraído de las cajas de forma automática, para que la producción pudiera seguir su curso, este tendría que ser introducido de forma manual por los trabajadores, y esto retrasaría la producción.

Fallo nº 6: fallo en el sistema eléctrico. Este fallo puede estar localizado en el transformador, en alguno de los cuadros eléctricos, etc.

Consecuencia: este fallo puede provocar la parada del equipo, ya que, depende de elemento que resulte estropeado, este equipo no será abastecido eléctricamente. La parada del equipo induce un retraso de la producción, los operarios deberán deshacer los palés y vaciar manualmente las capas con los frascos, para que llegase hasta la lavadora.



Fallo n° 7: Rotura o fallo de alguno de los elementos secundarios que componen toda la máquina como pueden ser: engranajes, rodamientos, pistones, etc. Consecuencia: el fallo de algún elemento de estos puede conllevar la parada del despaletizador, por lo que se retrasará la producción, los operarios deberán deshacer los palés y colocar los frascos en la cinta de entrada a la lavadora manualmente, debido a que no llegarían de forma automática hasta la lavadora.

Fallo n° 8: fallo por caída de tarros en la cinta de salida del pasteurizador. En el embudo, para conseguir poner los frascos en fila de uno se usan tres cintas perpendiculares a la cinta ancha por la que vienen las bases de envases, estas tres cintas son de distintas velocidades y al pasar los tarros de una cinta a otra pueden caerse provocando atranques en la zona en la que se quedan en fila de uno.

Consecuencia: este fallo conlleva la parada de tarros impidiendo que estos avancen hasta la lavadora y parándose el proceso de envasado hasta que un operario lo aprecia y coloca bien el tarro.

Fallo n° 9: fallo o rotura de las fotocélulas o sensores de las puertas de seguridad que detienen la máquina al detectar la entrada de algún operario. Este fallo puede ser debido a algún golpe.

Consecuencia: este puede ser un fallo crítico de seguridad ya que la máquina seguiría funcionando y podría causar daños humanos si el operario no se percata del funcionamiento del despaletizador.

### 5.2.2. Lavadora de tarros.

#### a) Funcionamiento.

La función de la lavadora de tarros comienza cuando salen los tarros vacíos del despaletizador y llegan por la cinta de entrada a la lavadora de tarros, los tarros entran de pie por una cinta apoyados en su base y en el inicio del proceso de lavado son agarrados uno a uno lateralmente por dos cintas de tacos de goma (una por cada lado) que los voltean poniéndolos boca abajo mientras se lavan con el agua impulsada por una bomba, permitiendo así que cualquier resto de suciedad que puedan llevar sea arrastrado por el agua y caiga a un tanque que hay en el suelo de la lavadora de tarros y de ahí sea expulsado al exterior.

Tras su lavado las mismas cintas le vuelven a dar la vuelta a los tarros para que salgan de pie y pasen a otra cinta de nuevo apoyados por su base para su transporte hacia la llenadora de producto.

A la salida de la lavadora hay un sensor de acumulación de tarros que detiene la cinta de tacos de goma si a la salida de esta hay tarros que no avanzan (debido a que está parada la llenadora de envases).

b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: fallo en el apriete de las cadenas de tacos de goma que agarran los envases.

Consecuencia: puede provocar caída de tarros al depósito inferior por falta de apriete o salto del interruptor magnetotérmico en el cuadro eléctrico porque el sobre apriete hace que se frenen las guías y se fuerce el motor reductor.

Fallo nº 2: fallo de la fotocélula de salida.

Consecuencia: el fallo provoca que la máquina no detecte acumulación a la salida y pueda causar un problema de acumulación de tarros en las cintas de tacos de goma tirando todos los tarros con la consiguiente rotura de estos.

Fallo nº 3: fallo o rotura de motores o cadenas, para el ajuste de la cinta de tacos de goma en función del formato de los tarros que se van a lavar hay unas cadenas que por ser bastante largas son más propensas a destensarse.

Consecuencia: esto provoca mal apriete en los frascos de cristal si falla la cinta de los tacos, para de las cintas si el fallo es en alguno de los motores o cadenas de las cintas lo que produciría la parada de la máquina e impediría el avance de los frascos.

Fallo nº 4: fallo en la bomba hidráulica que impulsa el agua o en los conductos por los que fluye el agua hasta la salida.

Consecuencia: la máquina no cumpliría su función, los tarros no se lavarían y habría riesgo de contaminación del producto.

Fallo nº 5: fallo o rotura de elementos secundarios como pueden ser engranajes, rodamientos, guías, etc.

Consecuencia: la rotura de alguno de estos elementos puede provocar la parada o mal funcionamiento de la lavadora y con ello un retraso en la producción.

Fallo nº 6: caída de tarros en alguna de las cintas de entrada o salida de la máquina.

Consecuencia: si se vuelca un tarro en la entrada a la lavadora y no se detecta antes de su entrada, una vez dentro al ir en posición horizontal golpeará con los tarros que tenga delante o detrás y si da un golpe fuerte en la boca del tarro que es una zona débil hay posibilidad de rotura de éste y contaminación por cristales ya que al no entrar el agua en su interior no se limpia como es debido.

Si no se detecta esta rotura en la lavadora y el bote continua en la línea se retirarán todos los tarros que avancen hasta la zona donde se detecte y se hará una limpieza de dicha zona para prevenir el riesgo de que el cristal caiga en alguna zona con producto y se mezcle con este (para total seguridad en la línea de etiquetado hay un detector de cristales, metales y cerámica mediante rayos x).

Sin embargo, si el tarro se vuelca a la salida, será detectado en un sensor de tarros caídos que hay en la entrada a la llenadora de envases y el problema no será tan grave.

Fallo nº 7: fallo en el sistema eléctrico. Este fallo puede estar localizado en el transformador, en alguno de los cuadros eléctricos, etc.

Consecuencia: este fallo puede provocar la parada del equipo, ya que, depende de elemento que resulte estropeado, este equipo no será abastecido eléctricamente.

### 5.2.3. Elevador volteador de barriles.

#### a) Funcionamiento.

El proceso de este equipo comienza cuando se coloca un barril lleno de producto en el compartimento que tiene preparado para ello. Una vez colocado en su sitio el barril, se agarra con una sujeción que impide que se vuelque para el lado contrario al debido, entonces se acciona el elevador que lo levanta por encima de la tolva y lo hace girar poniéndolo boca abajo para que se vacíe en su totalidad.

#### b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: fallo o rotura del motor o las cadenas.

Consecuencia: la rotura de alguno de estos elementos puede provocar la parada o mal funcionamiento del equipo y con ello un retraso en la producción.

Fallo n° 2: fallo de elementos secundarios como engranajes o rodamientos.

Consecuencia: puede provocar el mal funcionamiento del equipo o el aumento del desgaste en otros elementos llegando a provocar un fallo de mayor gravedad.

Fallo n° 3: fallo en el sistema eléctrico. Este fallo puede estar localizado en el transformador, en alguno de los cuadros eléctricos, etc.

Consecuencia: este fallo puede provocar la parada del equipo, ya que, depende de elemento que resulte estropeado, este equipo no será abastecido eléctricamente.

#### 5.2.4. Lavadora de producto.

##### a) Funcionamiento.

Esta máquina se compone de dos partes principales, una tolva inundada con una cinta elevadora de producto y un bombo de lavado.

El proceso de lavado comienza cuando los barriles llenos de producto son vaciados dentro de la tolva, bien usando una carretilla elevadora con un acople para los barriles o el elevador volteador de barriles. Con el agua del interior de la tolva comienza a lavarse la materia prima.

Una vez dentro de la tolva, la materia prima es cargada dentro de los cangilones de la cinta y transportada hacia el bombo de lavado, el cual es similar al de una lavadora, mientras rota respecto a su eje hace que avance el producto y se lave al mismo tiempo hasta que llega a la salida donde cae sobre una cinta elevadora de producto de la llenadora de envases.

En la caída de producto de la salida, sobre la cinta elevadora de producto de la llenadora de envases, hay un sensor de cantidad de materia prima en la cinta conectado al motor del bombo de lavado provocando la parada de este si detecta que hay gran cantidad de producto.

Es un elemento muy útil ya que, principalmente con tarros de poca capacidad el bombo de lavado aporta mucha más cantidad de producto de la necesaria, aunque esté trabajando a poca velocidad, y así evita en cierta medida el atasco por exceso de producto que se produce entre la cinta elevadora y el chasis por rozamiento del alimento.

##### b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo n° 1: fallo o rotura del motor o cadenas tanto de la cinta de cangilones como del bombo de lavado.

Consecuencias: podría provocar la parada de la máquina impidiendo que se lave el producto y con ello que no avance hasta la llenadora de producto provocando la falta de este.

Fallo n° 2: fallo o rotura de elementos secundarios como pueden ser cojinetes, engranajes, etc.

Consecuencias: la rotura de alguno de estos elementos puede provocar la parada o mal funcionamiento de la lavadora de producto y con ello un retraso en la producción.

Fallo n° 3: atranques por productos que no flotan (como la pimienta) en el fondo de la tolva con los cangilones.

Consecuencias: la consecuencia final de este fallo sería la parada de la cinta de cangilones, lo que haría que no llegase producto hasta el bombo de lavado.

Fallo n° 4: fallo en el sensor de caída de producto del bombo, este sensor hace que, si la cinta de recogida de producto de la llenadora de envases recoge mucho producto y lo envía a la cinta elevador, al detectar que hay producto suficiente el bombo de lavado no girará y así no dejará caer producto en la cinta elevadora hasta que el sensor detecte que no hay producto en exceso en dicha cinta.

Consecuencias: el producto estaría constantemente cayendo en la cinta elevadora de producto y al haber demasiado podría ocasionar un atranque de esta y un sobreesfuerzo del motor por exceso de peso en la cinta lo cual produciría una parada de esta y con ella de la producción.

#### 5.2.5. Llenadora de producto.

##### a) Funcionamiento.

Para explicar el funcionamiento de esta máquina hay que empezar diciendo que tiene sistemas de cintas de transporte que confluyen. Por un lado, tenemos una cinta larga que transporta los envases desde su entrada hasta la salida, pasando por una zona de llenado, otra zona con un vibrador vertical que hace que el producto se compacte dentro del bote evitando

que se creen huecos vacíos y una última con un vibrador lateral para eliminar el producto sobrante de la zona superior del tarro.

Por otro lado, tenemos un conjunto de cintas que transportan el producto hasta la caída sobre los envases. Empezando por la zona donde cae el producto del bombo de lavado, aquí tenemos una cinta que eleva el producto hasta una cinta desde la cual cae a los envases, pero no todo el producto entra dentro de los tarros, hay que hacer que caiga producto en exceso para que se llenen convenientemente los tarros, el producto sobrante es recogido por una cinta colocada bajo la cinta de transporte de frascos y llevado de nuevo a la cinta elevadora de producto para que comience el ciclo.

El único elemento de detección comprendido en esta máquina es un detector de frascos caídos que automáticamente detiene la cinta si detecta que hay algún tarro volcado en la entrada y, por lo tanto, no se llenará de producto al pasar bajo la cascada de materia prima.

b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: fallo del sensor de tarros caídos.

Consecuencias: si falla el sensor de tarros caídos en la entrada provocará que algunos frascos que puedan venir volcados de la lavadora de tarros entren en la llenadora de producto en horizontal y no se llenen ya que el producto cae desde arriba para su llenado.

Fallo nº 2: Acumulación de producto en la curva superior del elevador.

Consecuencias: provoca atranque entre las palas de la cinta del elevador y el propio chasis de la máquina frenándose la cinta.

Fallo nº3: fallo o rotura de cadenas o motores.

Consecuencias: causan la parada de las cintas, bien las cintas del producto, de los tarros o ambas impidiendo el avance de estos.

Fallo nº4: fallo de elementos secundarios como el brazo del vibrador compactador o el del vibrador de sobrante, rodamientos, engranajes, guías, etc.

Consecuencias: se puede producir el mal funcionamiento o la parada de la máquina por elementos como las guías de los vibradores que se atranquen por suciedad.

### 5.2.6. Control de peso.

#### a) Funcionamiento.

Los tarros llegan por una cinta procedentes de la llenadora de envases, en la entrada hay un tornillo sinfín que administra los tarros para que tengan la separación suficiente para poder ser detectados por el sensor del peso y pesados, una vez que pasan por ahí llegan a una mesa donde son rechazados los tarros que están fuera del rango de peso programado en el equipo.

Los tarros grandes serán rechazados mediante unos pistones neumáticos y los de menor tamaño serán rechazados usando unas boquillas que expulsan aire a presión para empujarlos. Los tarros no rechazados (los que tienen el peso adecuado) pasarán a la llenadora de líquido.

#### b) Fallos posibles y consecuencias.

##### Fallo nº 1: fallo en la fotocélula del peso.

Consecuencia: si la fotocélula no funciona el peso no detectará que están pasando tarros y, por tanto, no funcionará correctamente. Dejará de contar el número de envases que pasan y, con ello, la velocidad en tarros por minuto a la que se trabaja y el peso de cada frasco.

##### Fallo nº 2: desequilibrio de tarros en el paso de la cadena a la cinta de la mesa de rechazo.

Consecuencia: la caída de los tarros provoca que se atranquen en la mesa los tarros que vienen detrás del que se cae, posible rotura de tarros con el consiguiente riesgo de contaminación por cristales...

##### Fallo nº 3: rotura o fallo de cadenas o motores.

Consecuencia: provocaría la parada de las cadenas o cintas impidiendo el avance de los tarros.

Fallo nº 4: fallo en elementos secundarios como pueden ser rodamientos, engranajes, pletinas, etc.

Consecuencia: el fallo de estos elementos puede provocar el mal funcionamiento del equipo no implicando obligatoriamente el retraso de la producción a corto plazo, pero si a largo plazo si no se detecta y se resuelve el problema.

##### Fallo nº 5: fallo en la célula de carga.

Consecuencia: este fallo provocaría que no realice una buena pesada de los envases y no sea fiable el rechazo de estos.

### 5.2.7. Llenadora de líquido.

#### a) Funcionamiento.

Por un lado, llega el líquido de conserva desde unos depósitos donde se realiza la mezcla en función del producto con el que se esté trabajando. En esta máquina hay un circuito abierto de líquido que consta de un depósito inferior, una bomba hidráulica, un filtro, un intercambiador de calor y un depósito superior que al rebosar produce la cascada sobre los frascos que pasan por debajo de este.

#### b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: fallo en el llenado del tanque de líquido por alguna de las dos bombas, la que envía el líquido desde la sala de líquidos de gobierno o la que manda el líquido del depósito inferior de la llenadora al depósito superior.

Consecuencia: el líquido no llegaría a los tarros y habría que detener su avance.

Fallo nº 2: fallo rotura en cadena o motor.

Consecuencia: provocaría la parada de las cadenas o cintas impidiendo el avance de los tarros.

Fallo nº 3: rotura o fallo del intercambiador de calor que calienta el líquido antes de entrar al depósito superior usando el vapor de agua proveniente de la caldera.

Consecuencia: el líquido de conserva no alcanzaría la temperatura necesaria para hacer un buen “efecto vacío” al colocar la tapa del bote y no se realizaría un buen cierre de este.

Fallo nº 4: fallo o rotura de elementos secundarios como pueden ser rodamientos, engranajes, etc.

Consecuencia: el fallo de estos elementos puede provocar el mal funcionamiento del equipo no implicando obligatoriamente el retraso de la producción a corto plazo, pero si a largo plazo si no se detecta y se resuelve el problema.



### 5.2.8. Elevador de tapas y cerradora.

#### a) Funcionamiento.

Los tarros son suministrados a través de una cinta transportadora y dirigidos al interior de la cámara principal, firmemente sujetos entre dos correas laterales.

Las tapas son suministradas a través de un conducto al cual llegan mediante un elevador magnético. Estas se colocan inclinadas en un dispensador y al pasar los tarros por debajo las arrastran con la parte superior quedándose colocadas sobre estos. A continuación, unas correas de apriete hacen girar la tapa cerrando los botes con el apriete idóneo.

#### b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: fallo por atranque de tapas en el elevador, pasan dos tapas juntas y el detector de tapas que van del revés no lo detecta atrancándose posteriormente en la cinta o guías.

Consecuencia: al no estar la cinta abastecida de tapas los tarros que pasen por ella continuarían sin tapar, por lo que habría que parar el avance de estos hasta que se solucione el atranque y vuelvan a llegar tapas a la cerradora.

Fallo nº 2: ralladura o deformación de las tapas en la cerradora (incluso rotura de tarros) por excesivo apriete o mal ajuste de las guías y piezas que proporcionan el apriete a la tapa.

Consecuencia: por temas de calidad y seguridad del producto el esmalte que recubre las tapas no puede estar dañado ya que podría aparecer óxido con facilidad. Por lo tanto, este fallo provocaría la parada de la producción y el trabajo extra de los operarios que tendrían que detectar y quitar las tapas defectuosas o incluso si ha llegado a haber rotura, desechar toda la partida de botes con riesgo de contaminación por cristales.

Fallo nº 3: fallo o rotura de cadenas o motores.

Consecuencia: provocaría la parada de las cadenas o cintas impidiendo el avance de los tarros.

Fallo nº 4: fallo en las fotocélulas en la caída de tapas o en la salida de tarros.

Consecuencia: si alguna de las fotocélulas no detectase bien los elementos, el funcionamiento de la cerradora no sería el correcto y se podría producir un atasco bien en las tapas o en los tarros. Pudiendo llegar a producirse la rotura de estos.

Fallo n° 5: fallo en elementos secundarios como pueden ser rodamientos, retenes, engranajes, etc.

Consecuencia: el fallo de estos elementos puede provocar el mal funcionamiento del equipo no implicando obligatoriamente el retraso de la producción a corto plazo, pero si a largo plazo si no se detecta y se resuelve el problema.

#### 5.2.9. Pasteurizador.

##### a) Funcionamiento.

El pasteurizador enfriador continuo es una máquina construida para proporcionar a los diversos productos un tratamiento de tiempo y temperatura que permitirá la correcta conservación de estos.

La máquina en sí realiza el proceso de pasteurización a través de las 3 zonas de las que está formada: zona de precalentado, zona de pasteurizado y zona de enfriado.

Los tarros van avanzando por el interior del equipo sobre una cinta durante treinta minutos de media (se puede programar el tiempo necesario en función del producto que se vaya a pasteurizar y el tamaño de los tarros). Durante ese recorrido se produce una lluvia de agua homogénea sobre los botes, en la primera zona de agua caliente y en la segunda de agua fría. Así se produce la pasteurización del producto de forma idónea.

##### b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo n° 1: fallo en bombas, válvulas o el sistema hidráulico.

Consecuencia: cualquiera de estos fallos afecta al modo de funcionamiento básico del pasteurizador, que es la recirculación del agua por todo su circuito. Si la circulación del agua a través del interior del pasteurizador no es posible o se produce de forma anómala, el proceso de pasteurización del producto se verá directamente afectado y no se realizará tal y como está programado alcanzando la temperatura adecuada y el enfriamiento progresivo.

Fallo n° 2: fallo en alguno de los intercambiadores de calor que trabajan con vapor de agua proveniente de la caldera.

Consecuencia: al igual que el fallo anterior, este afectará al proceso de pasteurización no realizándose correctamente.

Fallo nº 3: fallo en los sensores de los depósitos de agua.

Consecuencia: podría provocar, por un lado, que los depósitos se desbordasen si falla el sensor que detecta depósito lleno o, por otro lado, que se quedasen vacíos si el que falla es el sensor de depósito vacío que manda una señal para que el tanque reciba agua.

Fallo nº 4: fallo o rotura de motores o cadenas.

Consecuencia: las cintas se detendrían parando la máquina y con ella la cadena de envasado si el fallo se prolongase en el tiempo.

Fallo nº 5: rotura o fallo de elementos secundarios como rodamientos, engranajes, movedor de tarros a la salida, etc.

Consecuencia: el fallo de estos elementos puede provocar el mal funcionamiento del equipo no implicando obligatoriamente el retraso de la producción a corto plazo, pero si a largo plazo si no se detecta y se resuelve el problema.

Fallo nº 6: obstrucción de las bandejas de distribución de agua.

Consecuencia: no habría un reparto uniforme del agua y con esto, tampoco se produciría el efecto lluvia adecuado para que todos los frascos alcanzasen la temperatura esperada.

Fallo nº 7: caída de tarros y obstrucción de la cinta de salida.

Consecuencia: se produciría una acumulación de frascos a la salida del pasteurizador provocando la caída de tarros y su posible rotura.

#### 5.2.10. Secadora.

##### a) Funcionamiento.

Los botes llegan por la cinta y pasan por el interior de la secadora, primero a través de cuchillos de aire que expulsan aire a presión hacia los frascos y luego a través del “túnel de latas” que hace lo propio, pero con menos presión, para que salgan secos y continúen hacia el paletizador.

##### b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: atasco por tarro volcado en el interior, en la curva de entrada o a la salida de la secadora.

Consecuencia: desde el punto en el que se produce el atasco hacia atrás habrá una retención de tarros que no avanzarán y se irán acumulando cada vez más pudiendo provocar la caída de estos y su rotura

Fallo nº 2: atasco de las cuchillas de aire por suciedad. Las cuchillas de aire son unas toberas diseñadas para aumentar la velocidad del aire mejorando así su función de secado.

Consecuencia: el equipo no cumple su función y los frascos no serán secados, saliendo de la secadora igual de húmedos que entraron.

Fallo nº 3: fallo o rotura de elementos secundarios como pueden ser engranajes de plástico de las cintas, rodamientos, etc.

Consecuencia: el fallo de estos elementos puede provocar el mal funcionamiento del equipo no implicando obligatoriamente el retraso de la producción a corto plazo, pero si a largo plazo si no se detecta y se resuelve el problema.

Fallo nº 4: rotura de motores o cadenas.

Consecuencia: por un lado, si pertenecen a las cintas, estas dejarían de moverse y con ellas los tarros que transportan. Y, por otro lado, si son de la secadora provocarían el funcionamiento anómalo de esta y los tarros no serían secados correctamente.

#### 5.2.11. Paletizador – Despaletizador.

##### a) Funcionamiento.

Como bien hemos explicado anteriormente, esta máquina es tanto el final de la línea de envasado como el principio de la línea de etiquetado. Consta de dos grandes mesas de transporte de tarros (una a la que llegan los tarros ya envasados y otra de la cual salen los tarros preparados para su etiquetado), una estructura de acero colocada sobre las mesas con unas guías horizontales y verticales para permitir a una plancha magnética desplazarse tanto vertical como horizontalmente y que sujeta los botes por las tapas gracias a sus imanes, estos imanes tienen permitido su movimiento vertical dentro del chasis de la plancha metálica siendo accionados

por pistones neumáticos cuya función es acercar los imanes cuando la plancha está en posición de coger los tarros aprovechando que las tapas de estos son metálicas y separar los imanes cuando se quieren soltar los tarros en el lugar deseado.

Los tarros llegan provenientes de la secadora a la mesa de paletizado y se acumulan hasta alcanzar el tamaño de la plancha magnética (1,5x1,5m), en el momento en el que se han acumulado suficientes tarros, la cinta de la mesa lo detecta por medio de unas fotocélulas y se detiene. En ese momento, un operario acciona la plancha para que coja los tarros y pasen de la mesa al palé que se irá formando a base de capas de tarros apiladas una encima de otra.

b) Fallos posibles y consecuencias.

Fallo nº 1: fallo en el sistema neumático.

Consecuencia: no permitiría el buen funcionamiento de la plancha magnética, por lo que los tarros se tendrían que retirar e introducir de forma manual, necesitando un operario para hacer ese trabajo y ralentizando la producción.

Fallo nº 2: fallo del “robot”.

Consecuencia: si se detecta este fallo se debería de detener el equipo para arreglarlo ya que el mal funcionamiento de la plancha magnética podría provocar la caída y rotura de los tarros.

Fallo nº 3: rotura o fallo de las cadenas o motores.

Consecuencia: provocaría la parada de las cadenas o cintas impidiendo el avance de los tarros.

Fallo nº 4: fallo en elementos secundarios como engranajes, rodamientos, retenes, etc.

Consecuencia: el fallo de estos elementos puede provocar el mal funcionamiento del equipo no implicando obligatoriamente el retraso de la producción a corto plazo, pero si a largo plazo si no se detecta y se resuelve el problema.

Fallo nº 5: atasco de los tarros en la salida hacia etiquetado bien por tarro volcado o bien por fallo en el funcionamiento del removedor.

Consecuencia: se produciría una acumulación de frascos a la salida del despaletizador provocando la caída de tarros y su posible rotura.

## **6. DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL.**

### **6.1. Introducción.**

En este apartado se va a explicar el plan de mantenimiento preventivo que hay actualmente implantado en la empresa para así estudiarlo, intentar detectar errores y poder proponer mejoras.

### **6.2. Mantenimiento preventivo actual.**

En la actualidad el mantenimiento preventivo que se realiza se puso en marcha con el anterior jefe de mantenimiento y se ha definido en función a la experiencia en el fallo de los equipos. Principalmente se enfoca en revisiones visuales, limpieza, engrase periódico de elementos rodantes...

En dos casos puntuales se hacen un mantenimiento preventivo más concreto, que son los equipos con mantenimiento por empresas externas (carretillas elevadoras, caldera, compresor y transformador) y el casete de la cerradora. En el caso de los equipos revisados por otra empresa externa, tienen sus revisiones establecidas en función del equipo o máquina que sea y la legislación que la regula (en el caso de la caldera y el transformador). Con la cerradora lo que se hace es una restauración completa de los dos tipos de casetes más usados y que sufren más desgaste, se desmontan de la máquina, se cambian las piezas como frenos y gomas de apriete y se ajustan los tornillos y muelles que hayan podido aflojarse cambiándolos por unos nuevos en caso de que fuese necesario (esta operación se lleva a cabo mientras se está usando el otro tipo de casete que es para diámetro de tapa distinto).

En la empresa existe un programa informático en el cual se guardan los partes de mantenimiento correctivo y preventivo, registro e inventario de almacén y en el cual aparecen los avisos del mantenimiento preventivo que hay programados con cierta periodicidad y que se deben hacer en la fecha indicada.

A continuación, se muestra una imagen de la portada de la pestaña de mantenimiento que tiene el programa:



37. Portada del programa informático usado para el plan de mantenimiento.

Como se puede observar en la imagen el programa tiene varios apartados:

- En la línea superior aparece una clasificación de los elementos, secciones, componentes y operaciones donde las referencias de cada cosa y se puede ver y modificar el mantenimiento programado apartado por apartado.
- En la segunda línea se puede observar el plan de mantenimiento general, el programa y las acciones que hay que llevar a cabo en el intervalo de fecha que se indique en el programa (por defecto aparecen todas las acciones que no se han realizado hasta la fecha actual).
- La tercera línea sirve para meter partes tanto de materiales, compras, recepción de material, hacer inventario, partes de mantenimiento o actualizar el estado del almacén.

A continuación, se definen en detalle las acciones actuales del plan de mantenimiento preventivo las cuales están clasificadas como se ha dicho anteriormente en elemento, sección, componente y operación.

**Línea de envasado (ENV): “Elemento”**

- a) Despaletizador frasco vacío. “Sección”
- Partes móviles “Componente” → revisión cada 30 días. “Operación”
- b) Lavadora de frascos.
- Partes móviles → revisión cada 30 días.
  - Filtro de aspiración → limpieza cada 7 días.
  - Chasis → limpieza cada 365 días.
  - Casquillos → revisión cada 365 días.
  - Revisión por empresa → revisión empresa externa cada 365 días.
- c) Volcador de barriles.
- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- d) Tolva inundada.
- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- e) Bombo de lavado.
- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- f) Llenadora de envases.
- Partes móviles → revisión cada 15 días.
  - Chasis → limpieza cada 182 días.
  - Cojinetes → sustitución cada 90 días.
- g) Control de peso.
- Partes móviles → revisión cada 7 días.
- h) Llenadora de líquido.
- Partes móviles → revisión cada 30 días.
  - Intercambiador → limpieza cada 30 días.
  - Intercambiador → revisión cada 30 días.
  - Filtro y bomba → limpieza cada 30 días.
  - Filtro y bomba → revisión cada 30 días.
- i) Cerradora y elevador de tapas.
- Partes móviles → revisión cada 7 días.



- Correas, rodamientos y muelles → sustitución cada 90 días.
- Revisión por empresa externa → revisión cada 365 días.
- Rodamientos grupo apriete 6001 2RS(8) → sustitución cada 90 días.
- Casete 38 → restauración completa 15 días.
- Casete 43-77 → restauración completa 15 días.
- Casete 38-43 → restauración completa 30 días.
- Casete 110 → restauración completa 30 días.

j) Pasteurizador.

- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- Depósito y bombas → revisión cada 30 días.
- Boquillas aspersoras → limpieza cada 365 días.
- Motores tracción → revisión cada 182 días.
- Motores tracción → limpieza cada 182 días.
- Sondas de temperatura → revisión cada 365 días.
- Alarma luminosa (semáforo 5º) → revisión cada 85 días.

k) Secadora de tarros.

- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- Filtro de aire → limpieza cada 7 días.
- Motor → revisión cada 182 días.

l) Paletizador – despaletizador.

- Partes móviles → revisión cada 30 días.

**Caldera de vapor (CAL):**a) Caldera.

- Habitáculo → Limpieza cada 30 días.
- Instalaciones y naves → revisión cada 30 días.
- Tanque de fuel → revisión cada 7 días.
- Limpieza de caldera (interior) → Limpieza cada 365 días.
- Revisión eléctrica OCA → revisión cada 365 días.
- Revisión oficial industria → revisión por empresa externa cada 365.
- Estructura y luminaria → revisión cada 94 días.

- Estado y limpieza → revisión cada 15 días.
- Dispositivos de seguridad → revisión cada 15 días.
- Funcionamiento y soporte → revisión cada 15 días.
- Revisión OCA del tanque de fuel (5 años) → revisión empresa externa cada 1825 días

### **Compresor (CPR):**

- a) Compresor.
- Compresor → revisión empresa externa cada 365 días.
  - Calderín → revisión empresa externa cada 365 días.

### **Carretillas elevadoras (CAR):**

- a) Carretilla nº 1 (eléctrica de 4 V).
- Libro de carretillero → revisión cada 7 días.
  - Revisión por empresa autorizada → revisión empresa externa cada 30 días.
- b) Carretilla nº 2 (eléctrica de 3 V).
- Libro de carretillero → revisión cada 7 días.
  - Revisión por empresa autorizada → revisión empresa externa cada 30 días.
- c) Carretilla nº 3 (eléctrica con pinza).
- Libro de carretillero → revisión cada 7 días.
  - Revisión por empresa autorizada → revisión empresa externa cada 30 días.
- d) Carretilla nº 4 (gasoil).
- Libro de carretillero → revisión cada 7 días.
  - Revisión por empresa autorizada → revisión cada 30 días.
- e) Carretilla nº 5 (eléctrica).
- Libro de carretillero → revisión cada 7 días.
  - Revisión por servicio externo → revisión empresa externa cada 30 días.

### **Transformador (TRF):**

- a) Transformador.
- Comprobación visual → revisión cada 15 días.

- Batería de condensadores → revisión cada 15 días.
- Revisión por empresa autorizada → revisión cada 180 días.
- Revisión OCA (Organismo Control Autorizado) → revisión por empresa externa cada 1095 días (3 años).

## 7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

### 7.1. Introducción.

En este capítulo se va a desarrollar el análisis o estudio de la criticidad de cada uno de los equipos de trabajo que intervienen en la producción de esta empresa. Para poder realizar este análisis, en capítulos anteriores se ha llevado a cabo la descripción de estos equipos y de las distintas máquinas que los componen, además se ha realizado un estudio de los posibles fallos que se pueden ocasionar en los equipos y las consecuencias que éstos conllevarían.

La finalidad del análisis de criticidad de los equipos está orientada a la propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa. Para poder proponer mejoras, en primer lugar, hay que analizar qué equipos resultan más críticos y, por ende, necesitarían mayor atención dentro del mantenimiento.

Dependiendo del enfoque que se le quiera dar a dicho plan de mantenimiento, es decir, tal vez se le quiera prestar más atención a la seguridad o tal vez se decida que lo más importante para la empresa es, conseguir que esta obtenga una reducción de los costes de mantenimiento, en el estudio de criticidad se verán reflejados los resultados en función de diversos parámetros orientados en nuestro caso, al estudio de los fallos.

Primero hay que señalar que el estudio de criticidad permite establecer jerarquías entre: sistemas, equipos y elementos de un equipo. Apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, ejecución de proyectos de mejora, rediseños con base en la confiabilidad actual y en los riesgos. A continuación, se va a exponer el método que ha sido desarrollado para el estudio de la criticidad.

### 7.2. Método de análisis de la criticidad.

#### 7.2.1. Introducción.

En este apartado se va a desarrollar los pasos a seguir para obtener el grado de criticidad de cada equipo.

En primer lugar, se han elegido los factores sobre los que se va a centrar dicho estudio. En este caso, estos factores están enfocados hacia el estudio de los fallos. El análisis de criticidad de los distintos modos de fallo y las consecuencias o efectos que estos conllevarían

es un método que permite cuantificar las consecuencias o el impacto de los fallos de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y/o costos totales, con el fin de disminuirlas o eliminarlas por completo.

En este caso los factores en los que se va a centrar el análisis son:

- Consecuencias del fallo.
- Frecuencia del fallo.

#### 7.2.2. Factores de criticidad.

##### a) Consecuencias de fallo.

En primer lugar, se va a describir el factor que hace referencia a las consecuencias del fallo. Una vez que se ha llevado a cabo el estudio de los fallos, se debe analizar cómo afectan estos fallos a cada uno de los equipos y al proceso general.

Para poder llevar a cabo este análisis, se deben definir los factores sobre los que se va a estudiar las consecuencias o repercusiones de los fallos. Por lo tanto, para el análisis de las consecuencias de los fallos nos centraremos en cómo afectan éstos a los siguientes factores:

- **Seguridad del producto:** con este término, se hace referencia de cómo afecta el fallo durante la producción y la posibilidad de contaminación afectando a la seguridad del producto.

Para llevar a cabo el desarrollo del análisis de criticidad, los diferentes niveles en los que se puede evaluar cómo afecta este factor es:

- Muy poco: el fallo no afectaría casi a la seguridad.
- Medio: el fallo podría afectar a la seguridad del producto en cuanto a contaminación de este.
- Extremo: el fallo afectaría notablemente a la seguridad del producto.

- **Producción:** con este término, se hace referencia de cómo afecta el fallo a la producción, por ejemplo, si ese fallo afecta a toda la producción y provoca una parada de esta, o solamente afecta a una línea de trabajo y es esta línea la que se para mientras en el resto de la planta y equipos se desarrolla las actividades con un ritmo normal. Los diferentes niveles en los que se puede medir este factor son:

- Parada total de la producción.
- Parada de la producción del equipo afectado o ralentización la producción.
- Parada de la producción de una parte del equipo afectado.
- Nula, no afecta a la producción directamente.

- **Coste de reparación o mantenimiento:** este término hace referencia al gasto económico que conllevaría cada fallo referido al mantenimiento correctivo de cada uno de los equipos de trabajo.

Los niveles en los que se va a medir dicho coste de mantenimiento son:

- Alto.
- Medio.
- Bajo.
- Muy bajo.
- Nulo.

- **Impacto de la calidad del producto:** este término hace referencia a cómo se ve afectada la calidad final del producto tras haber tenido lugar el fallo. Los distintos niveles en los que se va a evaluar la calidad son:

- Nulo: hace referencia al producto en perfecto estado, el cual no ha sido afectado por el fallo.
- Bajo: designa variaciones mínimas en la temperatura del producto o del líquido de conserva o daños insignificantes en el envase.
- Medio: hace referencia a variaciones en la temperatura del producto o daños en el envase.
- Alto: fallo que afecta mucho a la calidad del producto final.

#### Asignación de valores:

- ❖ Valores para los factores.

Una vez expuestos los distintos factores en los que se lleva a cabo el estudio de las consecuencias del fallo, además de, dentro de cada factor, los distintos niveles en los que se va a medir, el siguiente paso para avanzar en el análisis de la criticidad, será asignar unos valores numéricos a cada factor y a cada nivel.

La asignación de estos valores a cada factor se debe hacer en función de la importancia o peso, que se le quiera asignar a cada factor dentro de la empresa.

Los distintos factores en los que se centra el estudio ya han sido expuestos anteriormente, son: seguridad del producto, producción, coste de mantenimiento e impacto en la calidad del producto.

Estos factores son 4, así que, a la hora de asignarles un valor numérico que indique el grado de importancia o peso de cada uno de ellos el 5 sería el valor máximo se le adjudicaría al más importante al que más peso tenga dentro de la empresa, mientras que el valor de 1 es el de mínimo peso, por lo que se le asignaría al menos importante.

FACTOR DE MAYOR IMPORTANCIA →  $Pe = 5$ .

FACTOR DE MENOR IMPORTANCIA →  $Pe = 1$ .

Por ejemplo: para la empresa y para el análisis que se va a realizar el segundo más importante de los cuatro factores es la producción, por lo que se le asignará el valor de 3, es decir, un Peso ( $Pe$ ) = 3. Al factor de seguridad del producto se le asignará un  $Pe = 5$ , al de calidad un  $Pe = 2$  y al de costes de mantenimiento un  $Pe = 1$ .

❖ Valores para los niveles de cada factor.

Cada uno de esos factores tiene un nivel en función de lo que afecte el fallo a dicho factor. Para asignar valor numérico a cada nivel se va ajustando en función del fallo que se esté estudiando. El valor 5 sería el máximo y significaría que el fallo afecta extremadamente al factor al que es aplicado, en cambio el valor 0 significaría que no afecta nada.

VALOR DE NIVEL →  $N = 5$  → El fallo afecta MUCHO al factor del estudio.

VALOR DE NIVEL →  $N = 0$  → El fallo no afecta en NADA al factor del estudio.

Por ejemplo, continuamos con el factor de la producción. Tal y como se indicó antes, la importancia o peso de este factor con respecto de los otros es de  $Pe = 3$ , es el factor al que más importancia se le da después de a la seguridad del producto. Pues bien, se recuerda que este factor se puede medir en 5 niveles: elevado, mucho, medio, poco y muy poco. Estos son los niveles que indican cómo afectaría el fallo a la seguridad del producto. En este caso se tendría que:

- Elevado →  $N = 5$

-Mucho →  $N = 4$

-Medio → N = 3

- Poco → N = 2

- Muy poco → N = 1

<b>CONSECUENCIAS DEL FALLO (CF)</b>				
<b>IMPORTANCIA DE CADA FACTOR (Pe)</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>FACTORES</b>	<b>NIVELES</b>	<b>VALOR ASOCIADO A CADA NIVEL (N)</b>
5	S	<b>SEGURIDAD DEL PRODUCTO</b>	Elevado	5
			Medio	3
			Bajo	1
3	P	<b>PRODUCCIÓN</b>	Parada de toda la producción de envasado	5
			Parada del equipo	4
			Reducción en la velocidad de producción	3
			Parada del elemento del equipo	2
			No afecta a la producción	1
2	K	<b>IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO</b>	Elevado	3
			Medio	2
			Bajo	1
1	M	<b>COSTE DE MANTENIMIENTO</b>	Elevado	3
			Medio	2
			Bajo	1

**Tabla 5.**



b) Frecuencia de fallo.

El otro factor de criticidad, en el que se va a basar los cálculos para el análisis, es, el estudio de la frecuencia de fallo. Este factor hace referencia a la periodicidad con la que se repiten o con la que se presentan cada uno de los posibles fallos expuestos en el capítulo anterior. El factor frecuencia de fallo, se puede exponer acotado en función, de la probabilidad de que ocurran esos fallos, entonces los distintos niveles pueden ser:

- Muy Frecuente.
- Frecuente.
- Ocasional.
- Infrecuente.
- Remoto.

Este estudio, se va a llevar a cabo de una forma aproximada, ya que no se ha podido tener constancia exacta de la frecuencia de los fallos. La siguiente tabla recoge la frecuencia de fallo y el valor numérico asignado a cada uno. La asignación de dichos valores se ha llevado a cabo en función de la probabilidad de que tenga lugar cada fallo, es decir, si el fallo ocurre con mucha frecuencia, su valor asignado será mucho más elevado que el del fallo que ocurra ocasionalmente, todo esto, se ve expuesto con claridad en la siguiente tabla:

PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR (F)
MUY FRECUENTE	Ocurre más de 1 vez a la semana	5
FRECUENTE	Ocurre entre 1 y 4 veces cada quince días	4
OCASIONAL	Ocurre entre 1 y 4 veces a los tres meses	3
INFRECUENTE	Ocurre entre 1 y 3 veces al año	2
REMOTO	Ocurre menos de 1 vez cada año	1

**Tabla 6.**

➤ **Análisis del método.**

En este apartado se va a tratar de explicar, el método de trabajo a seguir para llevar a cabo los cálculos pertinentes para obtener el análisis de criticidad de cada uno de los equipos de trabajo.

- Índice de criticidad.

En primer lugar, se indica la fórmula que se utiliza para el cálculo del índice de criticidad ésta es:

$$\text{Índice de criticidad: } I.C. = CF \times F.$$

C F = Consecuencia del fallo.

F = Frecuencia de fallo.

Como se puede observar el índice de criticidad es el resultado de multiplicar las consecuencias del fallo y la frecuencia.

- Consecuencias de fallo.

Para el cálculo de las consecuencias de fallo se tiene:

$$\text{Consecuencias del fallo: } CF = S + P + K + Co$$

Al principio de este capítulo, se han explicado los distintos factores en los que se va a basar el estudio de la criticidad para el caso que nos ocupa. Estos factores son dos: por un lado, se tienen las consecuencias del fallo y por otro la frecuencia de fallo. Las consecuencias del fallo comprenden:

- P = Producción.

A la hora de evaluar la producción en cada una de las máquinas, se debe tener en cuenta la importancia o peso (Pe), que se le ha dado a la producción dentro de esta empresa y además el valor de afectación del nivel (N), en la máquina que se esté estudiando.

Por lo que, 
$$P = Pe \times N$$

Hay que señalar que los valores de Importancia o peso: Pe (S), es el correspondiente a la producción. Y en el caso del nivel N (S), también sería el nivel de afectación de este parámetro. Para la producción, si se mira en la Tabla Pe = 3. Y el valor de N dependerá de da la máquina que se esté analizando y de cómo los posibles fallos a los que esa máquina se puede ver expuesta afecten a la producción, los niveles de afectación también están expuestos en dicha

tabla. Por ejemplo, si se tiene un fallo que afecte muy poco a la producción, entonces el parámetro quedaría:  $Pe = 3$ , y  $N = 1$ . El factor de producción se calcularía:  $S = 3 \times 1 = 3$ .

-  $S =$  Seguridad del producto.

Para todas las consecuencias de fallo, las pautas a seguir serían las mismas que han sido expuestas detalladamente en el caso de la producción. El factor de la seguridad se calcularía:  $P = Pe \times N$ . Al igual que para la producción, los valores la importancia o peso ( $Pe$ ) de la seguridad y del nivel de fallo ( $N$ ) se pueden obtener en la Tabla 5.

Recordando siempre que  $Pe$  ( $P$ ), en este caso concreto la importancia sería referida al factor que nos atañe, que es la seguridad, y de igual modo ocurriría con el nivel  $N$  ( $P$ ), este sería el correspondiente dentro del factor de seguridad, ya que no todos los factores presentan los mismos niveles.

-  $K =$  Calidad del producto.

Para hallar el factor de calidad, la fórmula que se ha de aplicar es la misma que en los casos anteriores, y los valores de los parámetros que aparecen en dicha ecuación se obtienen de la Tabla, del apartado referido a la calidad. Ya que tal y como ha sido expuesto, para cada factor, tanto la importancia como los niveles son distintos y por lo tanto presentan distintos valores. El factor de calidad se hallaría como:  $K = Pe \times N$ .

-  $M =$  Costes de mantenimiento.

El factor correspondiente a los costes de mantenimiento se calcularía del mismo modo, por lo que este sería:  $M = Pe \times N$ . A la hora de hallar el factor de coste de mantenimiento, se tiene que el peso o importancia es el correspondiente a dicho factor y el valor del nivel también se miraría en los definidos para este factor, en la Tabla 5.

Una vez obtenidos todos los factores, solo quedaría sustituirlos en la ecuación expuesta anteriormente:

$$\textit{Consecuencias del fallo: } CF = P + S + K + M$$

Y así obtener el factor general, referente a las consecuencias del fallo.

- **Frecuencia de fallo.**

Para obtener el factor referido a la frecuencia de fallo, no hay que aplicar ninguna ecuación o fórmula. Este factor es directamente, el valor asociado según la probabilidad de

fallo. Es decir, anteriormente se definió una serie de probabilidades de fallo y a cada una de ellas se le asignó un valor numérico en función de la frecuencia de aparición en la empresa. Pues, directamente el factor frecuencia de fallo  $F$ , hace referencia a ese valor.  $F$  se obtendrá de la tabla anterior.

Una vez obtenidos los parámetros de consecuencia de fallo y frecuencia de este, se puede calcular directamente el índice de criticidad de cada equipo, en función de los posibles fallos que se pueden dar en él. El índice de criticidad se calculaba utilizando:

$$\text{Índice de criticidad: } I.C. = CF \times F$$

Obteniendo dicho índice de criticidad, de cada uno de los equipos, se puede conocer cuáles de estos equipos son los más críticos.

- **Matriz de criticidad.**

La matriz de criticidad es una herramienta que permite establecer niveles jerárquicos de criticidad en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y priorización de los mantenimientos programados. La matriz tiene un código de colores que permite identificar el grado de riesgo relacionado con el valor de criticidad de la instalación o equipo bajo análisis.

Los pasos para elaborar la matriz de criticidad son los siguientes:

1. Describir el proceso productivo.
2. Identificar los subsistemas que se involucren en la operación.
3. Efectuar el cálculo de frecuencias y consecuencias de fallos en los equipos principales para cada parte del proceso.
4. Determinar la matriz de criticidad con cada uno los procesos sujetos al análisis previo.

La matriz de criticidad propuesta es la siguiente:

Frecuencia	5	M	M	M	A	A	A	A	A	A
	4	B	M	M	M	A	A	A	A	A
	3	B	B	M	M	M	A	A	A	A
	2	B	B	B	B	M	M	A	A	A
	1	B	B	B	B	B	M	M	M	A
	0	<10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Consecuencias									

**Tabla 7.**

<b>A</b>	<i>Criticidad alta</i>
<b>M</b>	<i>Criticidad media</i>
<b>B</b>	<i>Criticidad baja</i>

**Tabla 8.**

### 7.3. Análisis de criticidad.

#### 7.3.1. Introducción.

En este apartado se va a aplicar el método expuesto anteriormente para hallar la criticidad de los diferentes equipos de trabajo, en función de los fallos que puedan darse en cada uno de ellos. El estudio de los fallos se encuentra en el apartado anterior. En dicho apartado, se encuentran los distintos fallos de cada uno de los equipos numerados y detallados, en este apartado solo se indicará el fallo mediante el número de referencia que se le adjudicó en dicho estudio.

#### 7.3.2. Análisis de criticidad equipo a equipo.

Para obtener la criticidad de todos los equipos de trabajo, hay que analizar los fallos detectados y que están presentes en cada equipo con el fin de clasificarlos y estudiarlos. Como se ha explicado antes, para analizar el modo de fallo de cada máquina hay que seguir los pasos definidos en el anterior punto fallo a fallo y luego hacer un balance general para cada equipo.

Para ello se recuerda:

- Pe: importancia del factor.
- N: nivel que presenta cada fallo dentro de ese factor.

Para determinar el valor de cada factor se utiliza la fórmula:  $\text{Factor} = \text{Pe (Factor)} \times \text{N (Nivel)}$ .

Como el desarrollo que se ha de seguir siempre es el mismo para todos y cada uno de los fallos de cada equipo, se va a desarrollar el análisis de los fallos de forma de los primeros equipos en detalle, pero los siguientes fallos se van a resumir en tablas obviando el procedimiento seguido ya que es el mismo que el desarrollado para los primeros, así también se apreciará la criticidad de forma más directa y simplificada.

a) Despaletizador.

### 1. FALLO N° 1: Rotura o fallo en las fotocélulas de detección del palé.

• Factores:

- Seguridad del producto: (Pe = 5; N = 3)                       $\rightarrow S = 5 \times 3 = 15.$
- Producción: (Pe = 3; N = 1)                                       $\rightarrow P = 3 \times 1 = 3.$
- Calidad del producto: (Pe = 2; N = 1)                       $\rightarrow K = 2 \times 1 = 2.$
- Coste de mantenimiento: (Pe = 1; N = 2)                       $\rightarrow M = 2 \times 1 = 2.$

• Consecuencias del fallo:  $C.F. = S + P + K + M = 15 + 3 + 2 + 2 = 22.$

• Frecuencia:  $F = 3.$  (Ocasional).

➤ FALLO N° 1 = CRITICIDAD MEDIA  $\rightarrow$  NO CRÍTICO.

- Índice de criticidad:  $I.C. = C.F. \times F = 22 \times 3 = 66.$

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
DESPALETIZADOR	1	3	15	1	3	1	2	2	2	22	3	66	Media
	2	3	15	1	3	3	6	1	1	25	4	100	Media
	3	1	5	1	3	1	2	1	1	11	5	55	Media
	4	3	15	1	3	1	2	3	3	23	2	46	Baja
	5	3	15	1	3	1	2	1	1	21	4	84	Media
	6	2	10	1	3	1	2	2	2	17	3	51	Media
	7	2	10	1	3	1	2	2	2	17	3	51	Media
	8	1	5	1	3	1	2	1	1	11	5	55	Media
	9	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 9. Criticidad del despaletizador.

b) Lavadora de tarros.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
LAVADORA DE TARRS	1	4	20	1	3	1	2	1	1	26	4	104	Alta
	2	2	10	2	6	1	2	1	1	19	2	38	Baja
	3	5	25	3	9	1	2	3	3	39	2	78	Media
	4	4	20	2	6	1	2	3	3	31	2	62	Media
	5	4	20	2	6	1	2	2	2	30	3	90	Media
	6	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 10. Criticidad de la lavadora de tarros.

c) Elevador volteador de barriles.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
VOLCADOR DE BARRILES	1	4	20	1	3	1	2	3	3	28	1	28	Baja
	2	3	15	1	3	1	2	2	2	22	1	44	Baja
	3	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 11. Criticidad del volcador de barriles.

d) Lavadora de producto.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
LAVADORA DE PRODUCTO	1	5	25	2	6	1	2	3	3	36	2	72	Media
	2	4	20	2	6	1	2	2	2	30	2	60	Media
	3	2	10	1	3	1	2	1	1	16	3	48	Media
	4	2	10	1	3	1	2	2	2	17	2	34	Baja
	5	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 12. Criticidad de la lavadora de producto.

e) Llenadora de envases.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
LLENADORA DE PRODUCTO	1	1	5	2	6	1	2	2	2	15	2	30	Baja
	2	3	15	1	3	1	2	1	1	21	4	84	Media
	3	5	25	2	6	3	6	3	3	40	2	80	Alta
	4	3	15	2	6	1	2	1	1	24	2	48	Baja
	5	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 13. Criticidad de la llenadora de envases.

f) Control de peso.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
CONTROL DE PESO	1	2	10	1	3	1	2	2	2	17	2	34	Baja
	2	2	10	4	12	1	2	1	1	25	5	125	Alta
	3	5	25	2	6	1	2	3	3	36	2	72	Alta
	4	3	15	1	3	1	2	2	2	22	2	44	Baja
	5	2	10	1	3	1	2	1	1	16	2	32	Baja
	6	1	5	3	9	1	2	2	2	18	2	36	Baja
	7	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 14. Criticidad del control de peso.



g) Llenadora de líquido.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
LLENADORA DE LÍQUIDO	1	1	5	3	9	1	2	2	2	18	3	54	Media
	2	5	25	4	12	1	2	3	3	42	2	84	Alta
	3	2	10	3	9	1	2	2	2	23	2	46	Baja
	4	3	15	2	6	1	2	2	2	25	2	50	Baja
	5	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 15. Criticidad de la llenadora de líquido.

h) Elevador de tapas y cerradora.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
ELEVADOR DE TAPAS Y CERRADORA	1	1	5	1	3	3	6	1	1	15	5	75	Media
	2	2	10	1	3	3	6	1	1	20	5	100	Alta
	3	5	25	3	9	1	2	3	3	39	2	78	Alta
	4	2	10	3	9	1	2	2	2	23	2	46	Baja
	5	3	15	2	6	1	2	2	2	25	3	75	Media
	6	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 16. Criticidad de la cerradora.

i) Pasteurizador.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
PASTEURIZADOR	1	2	10	1	3	2	4	1	1	18	2	36	Baja
	2	5	25	1	3	3	6	3	3	37	2	74	Alta
	3	3	15	1	3	3	6	3	3	27	2	54	Media
	4	2	10	1	3	3	6	3	3	22	2	44	Media
	5	1	5	1	3	1	2	2	2	12	2	24	Baja
	6	3	15	1	3	2	4	2	2	24	2	48	Media
	7	3	15	1	3	2	4	2	2	24	2	48	Media
	8	2	10	1	3	1	2	1	1	16	5	80	Media
	9	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 17. Criticidad del pasteurizador.

j) Secadora de tarros.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
SECADORA	1	1	5	1	3	2	4	1	1	13	3	39	Baja
	4	1	5	1	3	2	4	2	2	14	2	28	Baja
	5	1	5	1	3	1	2	1	1	11	2	22	Baja
	6	3	15	1	3	1	2	3	3	23	2	46	Baja
	7	3	15	1	3	1	2	1	1	21	2	42	Baja

Tabla 18. Criticidad de la secadora.

k) Paletizador – despaletizador.

EQUIPO	Nº FALLO	S		P		K		M		C.F.	F	I.C.	Criticidad
		N	Total	N	Total	N	Total	N	Total				
PALETIZADOR- DESPALETIZADOR	1	4	20	1	3	1	2	2	2	27	2	54	Media
	2	3	15	3	9	1	2	1	1	27	2	54	Media
	3	3	15	4	12	1	2	3	3	32	2	64	Media
	4	2	10	2	6	1	2	2	2	20	2	40	Baja
	5	1	5	2	6	1	2	1	1	14	2	28	Baja
	6	3	15	1	3	1	2	1	1	21	1	21	Baja

Tabla 19. Criticidad del Paletizador – despaletizador.

## 7.3.3. Clasificación según criticidad de los equipos.

A continuación, se va a desarrollar, el estudio de la criticidad de cada uno de los equipos de trabajo. En el apartado anterior, se ha llevado a cabo el estudio de la criticidad en función en los diferentes fallos que se pueden encontrar en los equipos de trabajo. Para el desarrollo de este apartado, se va a realizar el estudio de dos formas diferentes para así poder realizar una comparativa entre ambas.

Hay que señalar que los análisis que se van a llevar a cabo van a ser de los equipos que presentan fallos críticos, ya que en éstos es en los que se ha de centrar nuestro estudio, el cual está enfocado hacia la propuesta de mejora del plan de mantenimiento vigente en la empresa. Antes de empezar con los análisis se van a indicar de forma esquematizada, los equipos que serían críticos, es decir, los equipos que como mínimo presentan un fallo crítico.

Por otro lado, se encuentran los equipos no críticos, éstos son los que no presentarían ningún fallo crítico. Hay que señalar, que los equipos críticos aparecen recogidos en la siguiente tabla, pero no están ordenados en función de la criticidad, sino que, aparecen según el orden en que se han desarrollado a lo largo del análisis de criticidad.

EQUIPOS CRÍTICOS
LAVADORA DE TARROS
LLENADORA DE PRODUCTO
CONTROL DE PESO
LLENADORA DE LÍQUIDO
ELEVADOR DE TAPAS Y CERRADORA
PASTEURIZADOR

**Tabla 20. Equipos críticos.**

EQUIPOS NO CRÍTICOS
DESPALETIZADOR
VOLCADOR DE BARRILES
LAVADORA DE PRODUCTO
SECADORA
PALETIZADOR-DESPALETIZADOR

**Tabla 21. Equipos no críticos.**

El primer análisis de los equipos críticos sería en función del valor medio que presente el índice de criticidad. Para llevar a cabo este análisis, hay que aplicar la siguiente fórmula a cada uno de los equipos críticos, para hallar un valor medio del índice de criticidad para cada equipo.

$$I.C._{medio/equipo} = \frac{\Sigma I.C._{fallos\ críticos/equipo}}{N^{\circ}\ fallos\ críticos}$$

El siguiente análisis tendrá un enfoque distinto. En este caso se considerará que el índice de criticidad hace referencia al número de fallos críticos que presenta cada equipo de trabajo.

$$I.C._{equipo} = N^{\circ}\ fallos\ críticos/equipo$$

Lo que se pretende, con estos enfoques tan distintos de hallar el índice de criticidad de los equipos es obtener dos clasificaciones de los equipos críticos para así poder sacar conclusiones y orientar la propuesta de mejora del mantenimiento. Se va a realizar como ejemplo, como es el desarrollo de ambos análisis sobre algunos equipos de trabajo.

a) Lavadora de tarros.

- En primer lugar, se va a calcular el índice de criticidad medio, en este equipo hay un fallo crítico con un valor de criticidad de 104:

$$I.C._{medio/equipo} = \frac{104}{1} = 104$$

- Ahora se va a hallar el índice de criticidad en función del n° de fallos, como solamente hay un fallo crítico:

$$I.C._{equipo} = 1$$

Por lo tanto, este equipo consta de un fallo crítico y tiene un índice de criticidad medio de valor 104.

b) Llenadora de envases.

$$I.C._{medio/equipo} = \frac{80}{1} = 80$$

$$I.C._{equipo} = 1$$

Como se puede observar, la llenadora de envases tiene un índice de criticidad de 80 y un solo fallo crítico.

c) Control de peso.

$$I.C._{medio/equipo} = \frac{125 + 72}{2} = 98.5$$

$$I.C._{equipo} = 2$$

d) Llenadora de líquido.

$$I.C._{medio/equipo} = \frac{84}{1} = 84$$

$$I.C._{equipo} = 1$$

e) Elevador de tapas y Cerradora.

$$I.C._{medio/equipo} = \frac{100 + 78}{2} = 89$$

$$I.C._{equipo} = 2$$

f) Pasteurizador.

$$I.C._{medio/equipo} = \frac{74}{1} = 74$$

$$I.C._{equipo} = 1$$

En el caso del análisis por valor medio, los equipos más críticos serán los que presenten un mayor índice de criticada medio mientras que, para el análisis de criticidad en función de los fallos, se considerarán más críticos, los que presenten un mayor número de fallos críticos.

Hay que señalar que, en el caso del estudio de la criticidad en función del número de fallos, a la hora de hacer una clasificación de los equipos, en el caso de tener dos o más equipos que presenten el mismo número de fallos críticos, se observarán los fallos de criticidad media que presenten para determinar qué posición dentro de la clasificación ocuparía, siendo el más crítico en este caso el que presente más fallos de criticidad media.

Por ejemplo, en los casos expuestos anteriormente de los equipos control de peso y elevador de tapas y cerradora, ambos presentan el mismo número de fallos críticos: 2, pero si observamos los fallos con criticidad media, de las tablas del apartado del análisis de criticidad, se observa que:

Control de peso: presenta 0 fallos de criticidad media.

Elevador de tapas y cerradora: presenta 2 fallos de criticidad media. Por lo tanto, este último equipo será más crítico que el control de peso.

A continuación, se recogen los resultados en las siguientes tablas:

<b>I.C. (VALOR MEDIO)</b>	<b>EQUIPOS CRÍTICOS</b>
104	LAVADORA DE TARROS
98.5	CONTROL DE PESO
89	ELEVADOR DE TAPAS Y CERRADORA
84	LLENADORA DE LÍQUIDO
80	LLENADORA DE PRODUCTO
74	PASTEURIZADOR

**Tabla 22. Clasificación de equipos críticos en función del valor medio de criticidad.**

<b>I.C. (FALLOS CRÍTICOS)</b>	<b>EQUIPOS CRÍTICOS</b>
2	ELEVADOR DE TAPAS Y CERRADORA
2	CONTROL DE PESO
1	PASTEURIZADOR
1	LAVADORA DE TARROS
1	LLENADORA DE PRODUCTO
1	LLENADORA DE LÍQUIDO

**Tabla 23. Clasificación de equipos críticos en función del número de fallos críticos.**

Cómo se observa, el orden de los equipos no es el mismo, este se ve alterado en función del análisis seguido. El primer análisis muestra una clasificación de los equipos en función de un índice de criticidad medio, hallado en función de diferentes factores.

El segundo análisis es en función del número de fallos críticos que presenta cada equipo, sin tener en cuenta el valor del índice, es decir, no tiene en cuenta si afecta mucho o poco a los diversos factores, solo hace referencia a que es un fallo crítico.

Al comparar ambos análisis, se observa que tener un elevado número de fallos críticos no implica que ese equipo posea un elevado nivel de criticidad medio, es decir, el equipo puede presentar diversos fallos críticos, pero éstos puede que no afecten mucho, o con un nivel elevado, a los factores establecidos en el estudio.

Cualquiera de los dos criterios seguidos sería válido. Pero para obtener una clasificación final que sea el resultado de una combinación de ambas, se obtendría un nuevo valor del índice de criticidad. Para calcular un nuevo índice de criticidad, se aplica:

$$I.C._{fallos\ críticos/equipo} = \frac{\sum I.C._{fallos\ críticos/equipo}}{N^{\circ}\ fallos\ críticos} \times N^{\circ}\ fallos\ críticos$$

Clasificación final de los equipos:

<b>I.C. (FALLOS CRÍTICOS / EQUIPO)</b>	<b>EQUIPOS CRÍTICOS</b>
197	CONTROL DE PESO
178	ELEVADOR DE TAPAS Y CERRADORA
104	LAVADORA DE TARROS
84	LLENADORA DE LÍQUIDO
80	LLENADORA DE PRODUCTO
74	PASTEURIZADOR

**Tabla 24. Clasificación de equipos críticos.**

De esta clasificación obtenemos la lista de equipos críticos y el orden de criticidad de cada uno de cara a tener un orden de importancia a la hora de evaluar las mejoras del plan de mantenimiento preventivo actual.

## **8. PROPUESTAS DE MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.**

### **8.1. Introducción.**

En este capítulo, se van a proponer mejoras en las acciones del mantenimiento que se desarrolla actualmente en la empresa. El mantenimiento preventivo que principalmente se realiza actualmente en los equipos es lubricación e inspecciones visuales. Sin embargo, la mayor parte de acciones de mantenimiento que se realizan son de tipo correctivo (una vez producido el fallo de algún componente de los diferentes equipos, se trata de arreglar con la mayor brevedad posible, intentando siempre que la cadena de producción no se vea afectada).

En primer lugar, se van a explicar las acciones que actualmente se llevan a cabo y además se van a proponer nuevas tareas preventivas para cada equipo. Actualmente la empresa no realiza ningún tipo de mantenimiento predictivo, por lo que en los próximos apartados también se van a proponer algunos métodos y acciones que sería interesante llevar a cabo en la empresa.

Para poder hacer una propuesta de mejoras sobre el plan de mantenimiento actual me voy a basar en el estudio de dicho plan y de las recomendaciones de los manuales de fabricantes de cada equipo, el estudio de los principales modos de fallo reflejado en los apartados anteriores y de los equipos críticos.

Además de los manuales, las propuestas de mejoras han sido elaboradas, tras el estudio realizado a los equipos, después de consultar varios libros de mantenimiento, observando los puntos críticos y fallos de los equipos.

### **8.2. Propuestas de mejora para el mantenimiento preventivo actual.**

#### **8.2.1. Mejoras propuestas consecuencia de la experiencia de fallo.**

Antes de empezar con las propuestas de mejora de equipos, incidiendo en los equipos críticos, se van a proponer mejoras en elementos generales que no están reflejadas en el plan de mantenimiento actual y bien por recomendación de los manuales o bien por fallos detectados durante estos 3 meses en la empresa.



- Revisión y limpieza de fotocélulas y sensores para asegurar su correcto funcionamiento. Hay gran cantidad de fotocélulas expuestas a suciedad por la cercanía con las cintas y el producto, estos sensores son limpiados a diario al igual que las cintas y máquinas, pero la limpieza que se realiza puede no ser la recomendada para lentes o espejos reflectantes.

Además, hay fotocélulas cuya limpieza no está incluida en estas limpiezas diaria. Para evitar el mal funcionamiento de estas por suciedad se recomienda la limpieza con paño humedecido con una periodicidad de un mes.

- Cintas de charnelas. Por el diseño y la forma de funcionamiento de estas cintas son propensas a la pérdida de tensión y con ello al roce de sus eslabones con guías, engranajes y el resto de elementos de la cinta, por ello y porque este suceso provoca la parada de la producción bien sea en la lavadora de tarros en envasado o en la etiquetadora de la línea de etiquetado son consideradas críticas y se recomienda la revisión fuera de producción a baja velocidad de la cinta (preferiblemente) o durante su funcionamiento cada quince días procediendo al tensado de las mismas o a la sustitución de alguno de sus eslabones si se detecta en mal estado.
- Ejes de mayor esbeltez (relación entre su longitud y su diámetro). Hablamos de los ejes más largos, es decir, de las mesas de mayor tamaño como pueden ser los del despaletizador y los del paletizador-despaletizador, pero también los de la cinta de transporte y el elevador de la llenadora de producto, que, aunque son de menor longitud, trabajan con constantes vibraciones alternantes (ya sea por la cercanía de los vibradores compactadores y de producto sobrante o bien por los atranques de cinta) que provocan esfuerzos perjudiciales para estos elementos.

La fatiga es un modo de rotura que no avisa y estos elementos son propensos a este modo de rotura, de ahí que se aconseje una acción preventiva para estos elementos en concreto. Dado que son ejes de gran diámetro para el peso que soportan y los ciclos de funcionamiento, se ha de establecer una revisión detallada cada 6 meses (coincidiendo con la parada de producción).

Para facilitar esta revisión se recomienda que sea realizada con un método de mantenimiento predictivo (inspección por líquidos penetrantes) expuesto más adelante. En función de la experiencia de fallo de estos elementos se propone tener un recambio en el almacén además de la aplicación de la acción preventiva.

## 8.2.2. Codificación de equipos.

Actualmente no existe una codificación de equipos de la zona de envasado, solo hay codificación para cinco elementos: línea de envasado (ENV), caldera (CAL), compresor (CPR), transformador (TRF) y carretillas elevadoras (CAR).

Se propone la siguiente codificación de equipos como mejora del plan de mantenimiento:

Equipo de trabajo	Código de equipo	Código de máquinas	Máquinas por equipo
DESPALETIZADOR	DESP	CT	Cintas
		ROD	Rodillos
		CET	Columna elevación y traslación
		SB	Separador de bases
		RT	Retirador de cartón
LAVADORA DE TARROS	LAVT	CT	Cintas
LAVADORA DE PRODUCTO	LAVP	BH	Bomba hidráulica
		TI	Tolva inundada
LLENADORA DE PRODUCTO	LLENP	BL	Bombo de lavado
		CT	Cintas
		VC	Vibrador compactador
ELEVADOR VOLTEADOR DE BOMBONAS	ELEV	VS	Vibrador sobrante
		EL	Elevador
PESO	PES	CT	Cintas
		PE	Módulo de peso electrónico
LLENADORA DE LÍQUIDO	LLENQ	CT	Cintas
		IC	Intercambiador de calor
		BH	Bomba hidráulica
CERRADORA	CERR	TO	Tolva de tapaderas
		CT	Cintas
		CE	Módulo de cerradora
PASTEURIZADOR	PAST	CT	Cintas
		BH	Bombas hidráulicas
		IC	Intercambiador de calor
		DP	Depósitos
SECADORA	SEC	CT	Cintas
		SC	Módulo de secado
PALETIZADOR-DESPALETIZADOR	PAL	ME	Mesa de entrada
		PM	Plancha magnética
		MS	Mesa de salida
CALDERA	CAL		
COMPRESOR	CPR		
TRANSFORMADOR	TRF		
CARRETILLA ELEVADORA	CAR		

## 38. Codificación de equipos.

## 8.2.3. Mejoras propuestas consecuencia de la criticidad de fallos en equipos.

- Lavadora de tarros.

Actualmente se realizan como acciones preventivas las siguientes:

- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- Filtro de aspiración → limpieza cada 7 días.
- Chasis → limpieza cada 365 días.
- Casquillos → revisión cada 365 días.
- Revisión por empresa → revisión empresa externa cada 365 días.

Se propone la revisión de la cinta de charnelas definida en el apartado 8.2.1. También la revisión de la cinta de tacos al mismo tiempo que la de charnelas, ya que el exceso de apriete de los tacos por el mal estado de estos provoca la parada de la máquina por riesgo de rotura de botes. Por otro lado, la falta de apriete por el mismo motivo en la cinta de tacos conlleva la caída de los botes provocando la rotura de estos.

El resto de las acciones que se añaden y no necesitan descripción detallada se exponen en las hojas de ruta.

- Llenadora de envases.

Actualmente se realizan como acciones preventivas las siguientes:

- Partes móviles: revisión cada 15 días.
- Chasis: limpieza cada 182 días.
- Cojinetes: sustitución cada 90 días.

Se propone la revisión de ejes y la revisión de la cinta de charnelas definida en el apartado 8.2.1, la limpieza de chasis cada 182 días (6 meses) se mantiene, detallando que es una limpieza en profundidad para eliminar la posibilidad de que aparezca óxido o suciedad que se pueda mezclar y contaminar el producto, dado que actualmente se realiza una limpieza a diario de las cintas y las partes en contacto con el producto de todas las máquinas tras la producción.

Las partes de este equipo que tienen fallos con mayor frecuencia y que provocan mayor reducción de la producción son la cinta elevadora de producto y la cinta de transporte por

charnelas junto con los brazos vibrador de producto sobrante y vibrador compactador. Para la prevención de estos fallos se recomiendan las siguientes acciones preventivas:

1. Desmontaje de cintas para revisión de engranajes y piezas móviles propensas a fallos por desgaste, a realizar cada 3 meses, por 2 personas en turno de tarde sin producción de envasado en curso.

El resto de las acciones que se añaden y no necesitan descripción detallada se exponen en las hojas de ruta.

- Control de peso.

Actualmente se realizan como acciones preventivas las siguientes:

- Partes móviles → revisión cada 7 días.

Las acciones de mantenimiento propuestas aparecen en las hojas de ruta.

- Llenadora de líquido.

Actualmente se realizan como acciones preventivas las siguientes:

- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- Intercambiador → limpieza cada 30 días.
- Intercambiador → revisión cada 30 días.
- Filtro y bomba → limpieza cada 30 días.
- Filtro y bomba → revisión cada 30 días.

Las acciones de mantenimiento propuestas aparecen en las hojas de ruta.

- Cerradora.

Actualmente se realizan como acciones preventivas las siguientes:

- Partes móviles → revisión cada 7 días.
- Correas, cojinetes y muelles → sustitución cada 90 días.
- Revisión por empresa externa → revisión cada 365 días.
- Cojinetes grupo apriete 6001 2RS (8) → sustitución cada 90 días.
- Casete 38 → restauración completa cada 15 días.
- Casete 43-77 → restauración completa cada 15 días.

- Casete 38-43 → restauración completa cada 30 días.
- Casete 110 → restauración completa cada 30 días.

Este equipo va a ser sustituido por uno nuevo dentro de poco tiempo por lo que, en un principio, la propuesta de mejoras en su mantenimiento no sería necesaria.

Sin embargo, la operación “Rodamientos grupo apriete 6001 2RS (8) → sustitución cada 90 días” se eliminará durante el tiempo que le quede de funcionamiento, ya que sustituir los rodamientos cada noventa días de un equipo que trabaja ocho horas al día, cinco días a la semana y a 1420 rpm supone sustituir por otros nuevos unos rodamientos con aproximadamente  $45 \cdot 10^6$  ciclos (cálculos realizados a continuación) y al analizarse los rodamientos sustituidos anteriormente no se aprecia deterioro ni visual ni en el funcionamiento de la máquina en comparación con los nuevos.

En noventa días naturales hay unos doce sábados y doce domingos, por lo que la cerradora estará en marcha unos sesenta y seis días. Si cada día trabaja ocho horas a 1420 rpm, cada día se corresponderá con:

$$N^{\circ} \text{ de ciclos al día} = 8h * 60 \frac{\text{min}}{h} * 1420 \text{rpm} = 681600 \text{ ciclos/día.}$$

$$N^{\circ} \text{ de ciclos a los 66 días laborales} = 66 \text{días} * 681600 \frac{\text{ciclos}}{\text{día}} = 44.985.600 \text{ciclos.}$$

- Pasteurizador.

Actualmente se realizan como acciones preventivas las siguientes:

- Partes móviles → revisión cada 30 días.
- Depósito y bombas → revisión cada 30 días.
- Boquillas aspersoras → limpieza cada 365 días.
- Motores tracción → revisión cada 182 días.
- Motores tracción → limpieza cada 182 días.
- Sondas de temperatura → revisión cada 365 días.
- Alarma luminosa (semáforo 5º) → revisión cada 85 días.

Las acciones de mantenimiento propuestas aparecen en las hojas de ruta.

### 8.3. **Propuesta de aplicación de determinadas técnicas de mantenimiento predictivo.**

La finalidad primordial de cualquier tipo de mantenimiento es, como ya se ha explicado, mejorar la disponibilidad de los equipos de trabajo, manteniéndolos en su correcto estado operativo. Para que esto ocurra se debe procurar minimizar los fallos y reducir los tiempos de reparación.

Con el mantenimiento predictivo, se pretende conocer en todo momento el estado de los equipos y detectar los fallos cuando estos comiencen a surgir. Para esto se deben llevar a cabo unas técnicas de verificación mecánica, que se ocupan de seguir y examinar parámetros característicos de los equipos, que manifiesten alguna alteración al aparecer un defecto o anomalía.

- **Control del nivel de lubricante.**

Los lubricantes son los responsables de disminuir las pérdidas por rozamiento, proteger los elementos del desgaste y de la oxidación o recepción de las impurezas o agentes contaminantes.

El control del nivel de lubricante es adecuado para asegurar un buen funcionamiento del equipo de trabajo. En el caso de que el lubricante sea escaso en la máquina tiene como consecuencias, por ejemplo, un aumento de la temperatura de los elementos que rozan entre sí, y esto llevará a una rotura de las piezas y a un fallo del equipo. Este control debe realizarse una vez a la semana, controlándose también de forma visual la limpieza del lubricante, detectando si contiene impurezas.

- **Análisis de la temperatura.**

Temperatura de lubricación.

La temperatura del lubricante influye directamente en la característica más importante de este, que es la viscosidad. La viscosidad del lubricante es fundamental para permitir el movimiento relativo entre las dos superficies lubricadas, evitando así el contacto directo entre ellas.

El trabajo del lubricante a temperatura distinta del rango óptimo puede provocar una disminución peligrosa de la viscosidad, si la temperatura es muy elevada, pudiendo llegar a romperse la película de lubricante. Esto provocaría el rozamiento entre las superficies que estaban lubricadas, aumentando la temperatura de estas haciendo que se dañen y que puedan llegar a romperse.

#### Termografía.

La termografía es una técnica que utiliza la fotografía de rayos infrarrojos para detectar “zonas calientes” en equipos electromecánicos.

Mediante esta técnica es posible controlar de forma continua o periódica, el estado de calentamiento de un material, comparándolo con su estado normal o de referencia.

La causa inicial de un calentamiento puede tener distintos orígenes, pero puede establecerse una clasificación en tres grupos:

- Mecánicos. La causa principal proviene de la fricción entre elementos sometidos a un movimiento relativo entre ellos. También puede proceder de la conversión de cualquier otra forma de amortiguación en el seno del material, principalmente por histéresis y amortiguamientos viscosos.
- Eléctricos. Debido fundamentalmente al efecto Joule, propio de los elementos resistivos de cualquier circuito eléctrico. Cuanto mayor es la intensidad de corriente en el bobinado de una máquina, mayor es la energía calorífica producida.
- Térmicos. Como consecuencia de procesos de origen térmico, tales como defectos de calorifugación, modificación en las condiciones de aislamiento, degradaciones o variaciones en procesos térmicos, etc.

Se propone realizar periódicamente la medida y seguimiento de la temperatura de los soportes de los rodamientos y la de los diferentes elementos de los cuadros eléctricos. La frecuencia para que esta medida sea realizada eficazmente se establece en 3 veces a la semana y es fundamental medir siempre en el mismo punto. Ésta se debe realizar en los equipos o máquinas críticos del proceso de producción.

En la imagen se muestra un termómetro de infrarrojos, el cual no necesita del contacto para conocer las temperaturas.



39. Termómetro de infrarrojos.

- **Análisis de vibraciones.**

Cualquier cuerpo se dice que vibra cuando describe un movimiento oscilatorio alrededor de una posición de equilibrio. El número de oscilaciones que efectúa el elemento en un segundo corresponde a la frecuencia de vibración y es medida en hercios (Hz).

Las vibraciones son el producto de la transmisión de fuerzas, lo que provoca el desgaste y/o deterioro de las máquinas. A través de determinados elementos de las mismas, una fracción de estas fuerzas es disipada hacia el exterior, por ejemplo, mediante los apoyos, uniones, etc. Lo que permite medir la vibración debida a las fuerzas excitadoras.

Así, si las fuerzas de excitación se mantienen constantes dentro de ciertos límites, el nivel de vibración medido se mantiene dentro de los mismos límites proporcionalmente.

Cuando los defectos comienzan a aparecer, los procesos dinámicos de la máquina son alterados, alterándose las fuerzas que, como resultado, darán una modificación al espectro de vibración.

Principios en que se basa son los siguientes:

1. Toda máquina en correcto estado de operación tiene un cierto nivel de vibraciones y ruidos, debido a los pequeños defectos de fabricación. Esto puede considerarse como el patrón de referencia, nivel base característico o estado básico de esa máquina en su funcionamiento satisfactorio.



2. Cualquier defecto en una máquina, incluso en fase incipiente, lleva asociado un incremento en el nivel de vibración perfectamente detectable mediante la medición. 3. Cada defecto, aún en fase incipiente, lleva asociado cambios específicos en las vibraciones que produce (espectros), lo cual permite su identificación.

La importancia del método de Análisis por Vibraciones Mecánicas, sustentado en los avances de la moderna tecnología de medición y utilizado como herramienta del mantenimiento predictivo, permite hoy en día, detectar con gran precisión: desalineación, desequilibrio dinámico, transmisiones en mal estado, cojinetes defectuosos, etc.

La medida de la vibración de una máquina se puede plantear de diferentes formas como medida de la severidad de la vibración, análisis de la forma de la onda de la señal vibratoria a lo largo del tiempo, mapas espectrales.

Como en la empresa no se dispone de ningún valor característico de las vibraciones, en primer lugar, se debe medir el nivel de severidad de la vibración. Todas las máquinas tienen un cierto nivel de vibración en su correcto estado de funcionamiento. Este sería considerado como un estado base. Una vez que se dispone de una referencia, la medida de la severidad servirá para efectuar una valoración acerca del estado de la máquina.

Niveles de Alarma: proporcionan un aviso de que se está llegando a un nivel excesivo de vibración o que un cambio significativo ha ocurrido. En general, si se da un cambio de alarma, la máquina puede seguir funcionando por un periodo de tiempo, durante el cual las investigaciones identifiquen la razón del cambio de vibración y se defina la acción a seguir. Los niveles de alarma pueden variar considerablemente según el tipo de máquina.

Niveles de Paro: este límite surge de la necesidad de definir la magnitud de la vibración por encima de la cual la máquina podría causar daños si esta siguiera funcionando. Si se supera este valor, se debe actuar inmediatamente para reducir la vibración, en caso contrario, el daño podría tener consecuencias graves. Estos valores generalmente son los mismos para todas las máquinas de diseño similar.

Las medidas de las vibraciones se pueden llevar a cabo mediante un medidor de vibración portátil, por ejemplo:



#### 40. Medidor de vibración portátil.

Elección del punto de vibración: se puede afirmar que el punto de colocación debe determinarse de forma que la vibración llegue al transductor por el camino más directo. Esto implica un conocimiento previo de las posibles causas del aumento de vibración detectado, por lo que será preciso realizar algunos ensayos antes de decidir el punto de medida definitivo.

Sin embargo, entre los puntos más significativos de cualquier máquina, se debe tomar la medida de la vibración en los soportes de los rodamientos, normalmente en dirección axial y en dos direcciones radiales.

- **Impulsos de choque.**

Técnica de mantenimiento predictivo introducida por la marca comercial sueca SPM (Shock Pulse Method), que adoptó el nombre del método desarrollado.

Con esta técnica se obtiene una medida indirecta de la velocidad de choque entre los elementos rodantes y las pistas de rodadura, es decir, la diferencia de velocidad entre dos cuerpos en el instante de impacto.

Con estos impactos se generan impulsos de choque, que son ondas de presión de naturaleza ultrasónica, la experiencia confirma que existe una relación directa entre el valor y la secuencia de estas ondas y el estado del rodamiento.

La medida de estos impulsos de choque se realiza mediante un transductor piezoeléctrico, en contacto directo con el soporte del rodamiento, cuya frecuencia de resonancia mecánica se encuentra en la misma banda de frecuencias que las transmitidas.

La medida de estos impulsos se representa en una escala logarítmica con el fin de abarcar un amplio campo de medida, la unidad de medida es el Decibel Shock Value ( $dB_{SV}$ ).

Para poder evaluar el estado de un rodamiento hay que comparar el valor de esta medida con una referencia. A través de métodos experimentales se han llegado a obtener los valores para rodamientos en perfecto estado de funcionamiento.

Este valor se llama  $dB_i$  (decibelios iniciales) y es el valor de referencia inicial para un rodamiento nuevo, de medidas indicadas y a cierto régimen de giro. Se podría decir que este valor es el esperado para cierto rodamiento en perfectas condiciones y se puede obtener mediante:

$$dB_i = \text{parte entera} (20 \log n + 12 \log d - 66)$$

Donde  $n$  es el régimen de giro en r.p.m. y  $d$  el diámetro interior del rodamiento.

Para normalizar los valores medidos en valores absolutos ( $dB_{SV}$ ) solo hay que restar a dicho valor la referencia inicial ( $dB_i$ ). El valor obtenido de esta operación, el cual es un valor relativo y con el mismo significado para cualquier rodamiento, viene expresado en decibelios normalizados ( $dB_N$ ).

En la medida de los impulsos de choque tienen importancia el valor umbral y el valor máximo. Por un lado, el valor umbral de los impulsos es la medida de amplitud de las ondas provocadas por irregularidades superficiales en un rodamiento nuevo, se denomina  $dB_c$  (decibel carpet value) y es un valor que se representa sobre la escala normalizada y que va aumentando durante el funcionamiento del rodamiento.

Por otro lado, el valor máximo de impulso de choque, llamado  $dB_M$  (decibel maximum value) sobre la escala normalizada, puede ser provocado por un choque esporádico de un elemento del rodamiento o por un fallo puntual, en este último caso el fallo sería detectado cada vez que un elemento se encuentre con él.

La medida de los impulsos de choque es uno de los métodos más fiables y eficaces para la determinación del estado de los rodamientos por la gran sensibilidad que presenta ante la mayoría de los defectos posibles.

A pesar de esto, no siempre es posible determinar cuál es el origen o causa de una anomalía en presencia de una medida que nos indique que esta existe. Por eso, es necesario complementar este resultado con otras técnicas de mantenimiento predictivo.

Principalmente se puede distinguir entre dos tipos de captadores de impulsos de choque: elementos instalados de forma permanente y palpadores.

La zona donde colocar el captador de impulsos de choque no debe ser un tema de poca importancia ya que los impulsos se transmiten en forma de onda esférica y sufren amortiguaciones conforme se propagan a través del material y al pasar de un material a otro, por esto, debe colocarse el punto de medición lo más próximo a la zona de carga del rodamiento procurando que sea en línea recta. En la siguiente imagen vemos como colocar un medidor de impulsos de choque.



41. Medidor de impulsos de choque.

A continuación, se muestra una tabla con los rodamientos que tiene cada motor de los equipos y su valor de decibelios iniciales (dB<sub>i</sub>).

MÁQUINA	ELEMENTO	RODAMIENTO	REDUCTOR	RPM	RPM total	D.int (mm)	dBi
DESPALETIZADOR	Entrada palet 1(rodillos)	6310	25	1430	57,20	50	-10,46
	Entrada palet 2(rodillos)	6310	30	1430	47,67	50	-12,05
	Salida palet(cadenas)	6310	30	1430	47,67	50	-12,05
	Elevador	6314	30	1430	47,67	70	-10,29
	Carro empuje	6314	15	1400	93,33	70	-4,46
	Mesa	6314	100	1425	14,25	70	-20,78
	Salida 1	UC 205	20	1370	68,50	25	-12,51
	Salida 2	UC 205	15	1370	91,33	25	-10,01
	Retirada de cartones	UC 205	20	1440	72,00	25	-12,08
LAVADORA DE TARROS	Cinta de entrada	UC 205	15	1370	91,33	25	-10,01
	Cinta de tacos	UC 205	30	1440	48,00	24	-15,81
	Cinta de tacos	6205	30	1440	48,00	25	-15,60
	Cinta de salida	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
LAVADORA DE PRODUCTO	Cinta cangilones	UC 206	30	1370	45,67	30	-15,08
	Bombo lavado	UC 206	30	1370	45,67	30	-15,08
LLENADORA DE ENVASES	Cinta transporte tarros	UC 205	50	1370	27,40	25	-20,47
	Cinta elevadora de producto	UC 206	25	1440	57,60	30	-13,07
	Cinta transporte producto caída	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
	Cinta recogida sobrante 1 (larga)	UC 206	15	1370	91,33	30	-9,06
	Cinta recogida sobrante 2	UC 204	8	1350	180,00	20	-5,28
	Vibrador compactador	6004 RS	9	2800	315,67	20	-0,40
	Vibrador sobrante	6004 RS	6	1370	225,33	20	-3,33
	Cinta salida llenadora	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
PESO	Separador	UC 205	8	1310	174,67	25	-4,38
	Cadena entrada	UC 204	10	1330	133,00	20	-7,91
	Cadena peso	UC 205	10	1330	133,00	25	-6,75
	Cinta mesa	UC 205	10	1390	139,00	25	-6,36
	Enfajadores	6004	30	1350	45,00	20	-17,32
LLENADORA DE LÍQUIDO	Cinta transporte	UC 205	60	1370	22,83	25	-22,05
	Cinta transporte	UC 205	30	1420	47,33	25	-15,72
CERRADORA	Cassete	6001 2RS INOX	60	1370	22,83	12	-25,88
	Cinta salida 1	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
	Cinta salida 2	UC 205	30	1395	46,50	25	-15,88
	Cinta salida 3	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
	Cinta salida 4	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
	Cinta salida 3	UC 205	30	1380	46,00	25	-15,97
PASTEURIZADOR	Cinta entrada	UC 205	30	1380	46,00	25	-15,97
	Cinta pasteurizador	6314	30	1370	45,67	70	-10,67
	Cinta salida 1	UC 205	30	1455	48,50	25	-15,51
	Cinta salida 2	UC 205	30	1455	48,50	25	-15,51
	Cinta salida 3	UC 205	30	1455	48,50	25	-15,51
SECADORA	Cinta salida Past	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
	Cinta entrada	UC 206	30	1370	45,67	30	-15,08
	Cinta transporte secadora	UC 205	30	1370	45,67	25	-16,03
	Cinta salida secadora	UC 204	30	1385	46,17	20	-17,10
PALETIZADOR-DESPALETIZADOR	Cinta larga entrada paletizador (salida secadora)	UC 205	30	1440	48,00	25	-15,60
	Mesa paletizador 1(izq)	UC 206	100	1425	14,25	30	-25,20
	Mesa despaletizador 2(der)	UC 206	100	1425	14,25	30	-25,20
	Cinta salida despaletizador 1	UC 205	25	1380	55,20	25	-14,39
	Cinta salida despaletizador 2	UC 205	20	1380	69,00	25	-12,45

## 42. Rodamientos en equipos.

- **Análisis por líquidos penetrantes.**

EL método de líquidos penetrantes se basa en el principio de capilaridad de los líquidos y se utiliza para detectar discontinuidades abiertas en la superficie (grietas, poros, etc.), se usa en materiales que no sean rugosos en exceso.

Este método se caracteriza porque es independiente de la forma de la pieza a ensayar, en la mayoría de los casos se puede resolver con equipamiento mínimo y tiene gran sensibilidad para detectar fisuras. El ensayo de líquidos penetrantes se puede considerar como una mejora a la inspección visual.

Proceso de aplicación del método:

1. Preparación de la superficie del elemento a comprobar mediante limpieza previa y desengrase.
2. Se aplica el líquido penetrante sobre la superficie de la pieza dejando transcurrir un tiempo para permitir penetrar al líquido sobre cualquier discontinuidad o defecto superficial que haya en el material.
3. El exceso de líquido se retira permitiendo que quede líquido atrapado en cualquier grieta.
4. Se aplica el agente revelador para extraer el líquido de la discontinuidad hacia la superficie facilitando así su percepción visual.
5. Se examina la pieza y se visualiza en las condiciones de luminosidad adecuadas detectando si hay grietas o está en buenas condiciones.
6. Se toman las medidas necesarias para su reparación o sustitución en caso de mal estado de la pieza o por el contrario se vuelve a montar si está en condiciones de uso.

**Tipos de líquidos penetrantes.**

- **Según el color.**

Penetrantes coloreados: Se inspeccionan a simple vista. Solamente hay que contar con una buena fuente de luz blanca. Tienen menos sensibilidad.

Penetrantes fluorescentes: Se inspeccionan con la ayuda de una lámpara de luz ultravioleta (luz negra). Sin esta los líquidos son invisibles a la vista. Tienen mayor sensibilidad.

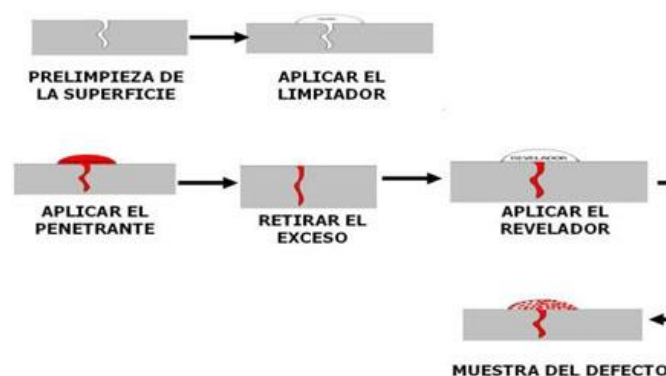
- Según la solubilidad.

Penetrantes lavables con agua: Para su limpieza y remoción de excesos simplemente se usa agua. Resultan muy económicos de utilizar.

Penetrantes eliminables con disolvente: Tampoco son solubles en agua. Para su remoción se utiliza un disolvente no acuoso, denominado «eliminador». Son muy prácticos de utilizar ya que el solvente generalmente se presenta en aerosol.

Para que realice bien su función, el líquido penetrante deberá reunir los siguientes requisitos:

- Capacidad para penetrar orificios y aberturas muy pequeñas y estrechos.
- Propiedad de permanencia en aberturas grandes.
- Resistencia a la evaporación.
- Fácil eliminación de la superficie.
- Facilidad de salida de las discontinuidades.
- Habilidad para extenderse en capas muy finas.
- Capacidad para mantener el color o la fluorescencia.
- No deberá facilitar la corrosión de materiales y recipientes.
- Deberá ser atóxico y de costo razonable.



43. Representación de la inspección mediante líquidos penetrantes.

#### 8.4. Hojas de ruta de cada equipo de la zona de envasado.

Una vez explicadas las técnicas de mantenimiento predictivo se van a realizar las hojas de ruta de cada equipo con las medidas de parámetros que se deben tomar en cada elemento, la identificación de estas acciones y la periodicidad de cada una. Las hojas de ruta aparecen en el apartado anexos.

Se considera como parámetro funcional relevante a aquellas magnitudes físicas susceptibles de experimentar alguna modificación, repetitiva, en su valor cuando varía el estado de la máquina. Los principales recogidos en estas hojas de ruta son:

- La velocidad de giro (rpm) de un motor.
- Los impulsos de choque de un rodamiento.
- El nivel de vibración de una máquina rotativa.

Por último, vamos a explicar la identificación que se les da a las acciones. La etiqueta de codificación de las acciones incluye los siguientes campos:

- Planta: hace referencia a la planta donde se encuentra el equipo (en letras mayúsculas). Cada apartado de la etiqueta tiene su prefijo, en este caso, el prefijo para designar planta es “p” (en minúscula).
- Equipo: es el equipo donde se encuentra la máquina (en letras mayúsculas). Prefijo “e”.
- Máquina: la máquina o elemento sobre el que se toma la medida del parámetro (en letras mayúsculas). Prefijo “m”.
- Zona: identificación abreviada de la zona donde se toma la medida (en letras mayúsculas), en las medidas en las que no aparece la zona habrá que designarla a medida que se va aplicando el mantenimiento y en base a la experiencia, en un principio se empezará tomando las medidas en la zona designada para ese parámetro en el apartado de técnicas preventivas. Prefijo z.
- Orientación (si fuese necesaria): ángulo de colocación del captador respecto a la vertical, en el plano transversal al eje (en grados sexagesimales).
- Parámetro. Abreviatura del parámetro del que se va a tomar medida.

Un ejemplo de etiqueta de medición es: **pENV\_eDESP\_mMOTOR\_zR\_90\_SPM.**

En esta etiqueta podemos apreciar que la medida se tomará en la planta de envasado, el equipo será el despaletizador, el motor será la máquina donde tomar la medida y más



concretamente en la zona del rodamiento, a  $90^\circ$  de la dirección del eje, que será dirección radial y se medirá el valor de impulsos de choque.

## 9. CONCLUSIONES

En este trabajo se han propuesto sobre las acciones del plan de mantenimiento que actualmente está vigente en la empresa una serie de mejoras con el propósito de reducir las acciones de mantenimiento correctivo y alargar la vida útil de los equipos entre otras cosas.

Para conseguir llevar a cabo ésta serie de mejoras, previamente se han realizado las siguientes acciones:

- Estudio de la línea de envasado incluyendo:
  - Estudio del proceso productivo.
  - Descripción detallada de equipos y maquinaria a través de:
    - Análisis de los posibles fallos en cada equipo y sus consecuencias.
    - Análisis de criticidad por equipos de trabajo, este análisis se ha llevado a cabo a partir del estudio de fallos.

El resultado de este análisis conlleva a una clasificación de los equipos en función del nivel de criticidad, en base a ella se centran las propuestas de mejora al mantenimiento.

- Estudio del plan de mantenimiento actual:
  - Descripción de las acciones de mantenimiento preventivo.
  - Examen de la periodicidad de acciones actuales.
- Propuesta de mejora del plan de mantenimiento, basada en los estudios previos que abarca:
  - Propuesta de mejora de las acciones de mantenimiento preventivo.
  - Propuesta de implantación de acciones de mantenimiento predictivo.
  - Codificación de los equipos y de las máquinas o elementos que los componen.
  - Hojas de ruta para cada equipo de la zona de envasado.
  - Codificación de las acciones de mantenimiento.

Durante el desarrollo de este Proyecto, se proponen una serie de desarrollos futuros, que sería interesante que la empresa llevara a cabo en la medida de lo posible.

Estos desarrollos futuros serían:

- Registro periódico de los fallos y averías de cada equipo. Indicando el tipo de fallo y que repercusión tiene en la línea de producción en cada caso. Señalando también el coste económico estimado de la reparación y el tiempo invertido en ésta.

- Implantación del plan de mantenimiento predictivo, en base a las hojas de ruta.

- Si se realiza la implantación de las mejoras propuestas al plan de mantenimiento, habría que llevar a cabo un seguimiento del funcionamiento de todo el envasado después la implantación. En este seguimiento, se estudiará la forma en la que afectan las mejoras a los equipos: evolución de fallos, tiempos y costes de reparaciones, fallos asociados a cada tipo de mantenimiento, proporción de acciones de mantenimiento, calidad final del producto, etc.

## Bibliografía

Aniceto , Valverde Martínez. Análisis de la disponibilidad de los equipos dinámicos y su incidencia en el mantenimiento de plantas industriales . Murcia, 1996.

Cesáreo Gómez de León, Félix. Tecnología del Mantenimiento Industrial. Murcia, 1998.

Marcela Botero, A, C William Olarte, y A Benhur Cañon. «Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria.» Pereira, 2010.

Wireman, Terry. Preventive Maintenance. 2007.

Estudio para la mejora del mantenimiento de una planta de envasado de productos hortofrutícolas - Magdalena Vanesa Acosta García, 2013

<http://www.cometsapack.com/>

<http://www.tavem.es/index-2-6.html>

<http://www.tecnocapclosures.com/capping-machines-food-beverage/>

<http://www.pygsa.es/index.php/nuestros-productos/sistemas-de-secado/sistema-lnl>

<https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Las-Definiciones-de-Mantenimiento-en-las-Normas-11>

[http://grupovirtus.org/moodle/pluginfile.php/5197/mod\\_resource/content/1/Documents/Analisis-de-criticidad.pdf](http://grupovirtus.org/moodle/pluginfile.php/5197/mod_resource/content/1/Documents/Analisis-de-criticidad.pdf)

[http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/Guia\\_SCO\\_Analisis\\_Criticidad.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Criticidad.pdf)

<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23229/Resum.pdf>

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7854/1/MorenoRobayoHugoFernando2018.pdf>

[http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/publicaciones/seguridad\\_alimentaria/guia\\_trazabilidad.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/publicaciones/seguridad_alimentaria/guia_trazabilidad.pdf)

## 10. ANEXOS.

HOJAS DE RUTA											
SECCIÓN :	RESPONSABLE:										
EQUIPO:	OPERARIO:										
CÓDIGO EQUIPO DESP	FECHA:										
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.		
MESA DE ENTRADA	COMPROBAR QUE RODILLOS ENTRADA NO LA OBSTACULICEN	X				pENV_eDESP_m ROD	ESTADO	MARCHA	5MIN		
MESA DE SALIDA	COMPROBAR QUE RODILLOS SALIDA NO LA OBSTACULICEN	X				pENV_eDESP_m ROD	ESTADO	MARCHA	5MIN		
SEPARADOR DE BASES	VERIFICAR SUJECCION POR LOS CUATROS LADOS		X			pENV_eDESP_m SB	PRESION	MARCHA	10MIN		
COLUMNA ELEV Y TRASLACION	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO		X			pENV_eDESP_m CET	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	10MIN		
SOPORTE DE RODILLOS	REVISAR SU ESTADO		X			pENV_eDESP_m SUJEC	LUBRICACION	PARADA	15MIN		
TABLERO DE MANDOS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	X				pENV_eDESP_m MAN	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	PARADA	5MIN		
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eDESP_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN		
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eDESP_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACION	MARCHA	5MIN		
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_eDESP_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN		
VÁLVULAS	REVISIÓN Y LIMPIEZA DE VÁLVULAS Y CONEXIONES			X		pENV_eDESP_m VALV	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	5MIN		
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_eDESP_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACION	PARADA	10MIN		
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_eDESP_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN		
<b>ESTADO GENERAL:</b>											
<b>CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:</b>											
<b>OBSERVACIONES:</b>											
CONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR					MEDICIÓN					
MESA DE ENTRADA	COMPROBAR QUE RODILLOS ENTRADA NO LA OBSTACULICEN					pENV_eDESP_m ROD	POSICIÓN				
MESA DE SALIDA	COMPROBAR QUE RODILLOS SALIDA NO LA OBSTACULICEN					pENV_eDESP_m ROD					
SEPARADOR DE BASES	VERIFICAR SUJECCION POR LOS CUATROS LADOS					pENV_eDESP_m SB	VALOR PRESIÓN				
COLUMNA ELEV Y TRASLACION	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO					pENV_eDESP_m CET					
SOPORTE DE RODILLOS	REVISAR SU ESTADO					pENV_eDESP_m SUJEC					
TABLERO DE MANDOS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO					pENV_eDESP_m MAN					
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA					pENV_eDESP_m Motor eléctrico_RPM	INTERVALO Vmin-Vmáx				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA					pENV_eDESP_m Motor eléctrico_VIB	PICO MÁXIMO				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO					pENV_eDESP_m LUBR	GRADO SUCIEDAD				
VÁLVULAS	REVISIÓN Y LIMPIEZA DE VÁLVULAS Y CONEXIONES					pENV_eDESP_m VALV					
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES					pENV_eDESP_m BANC_VIB	PICO MÁXIMO				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO					pENV_eDESP_m MOTOR_zR_90_SPM	VALOR máximo(dBm)				

44. Hoja de ruta de Despaletizador.

HOJAS DE RUTA									
SECCIÓN: ENVASADO		RESPONSABLE:							
EQUIPO: LAVADORA DE TARROS		OPERARIO:							
CÓDIGO EQUIPO LAVT		FECHA:							
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLAVT_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLAVT_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_eLAVT_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN
BOMBA HIDRÁULICA Y FILTRO	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO		X			pENV_eLAVT_m BOMBA HIDRÁULICA	ESTADO	MARCHA	10MIN
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_eLAVT_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_eLAVT_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN
ESTADO GENERAL:									
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:									
OBSERVACIONES:									
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN			POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmáx		pENV_eLAVT_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_eLAVT_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD		pENV_eLAVT_m LUBR				
BOMBA HIDRÁULICA Y FILTRO	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO				pENV_eLAVT_m BOMBA HIDRÁULICA				
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_eLAVT_m BANC_VIB				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral (dbc)	VALOR máximo (dbm)		pENV_eLAVT_m MOTOR_zR_90_SPM				

45. Hoja de ruta de Lavadora de tarros.

HOJAS DE RUTA									
SECCIÓN: ENVASADO		RESPONSABLE:							
EQUIPO: LAVADORA DE PRODUCTO		OPERARIO:							
CÓDIGO EQUIPO LAVP		FECHA:							
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLAVP_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLAVP_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_eLAVP_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN
BOMBA HIDRÁULICA Y FILTRO	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO		X			pENV_eLAVP_m BOMBA HIDRÁULICA	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	10MIN
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_eLAVP_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_eLAVP_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN
ESTADO GENERAL:									
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:									
OBSERVACIONES:									
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN			POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmáx		pENV_eLAVP_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_eLAVP_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD		pENV_eLAVP_m LUBR				
BOMBA HIDRÁULICA Y FILTRO	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO				pENV_eLAVP_m BOMBA HIDRÁULICA				
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_eLAVP_m BANC_VIB				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral (dbc)	VALOR máxima (dbm)		pENV_eLAVP_m MOTOR_zR_90_SPM				

46. Hoja de ruta de Lavadora de producto.

HOJAS DE RUTA										
SECCIÓN : ENVASADO		RESPONSABLE:								
EQUIPO: LLENADORA DE PRODUCTO		OPERARIO:								
CÓDIGO EQUIPO LLENP		FECHA:								
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.	
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLLENP_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN	
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLLENP_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN	
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_eLLENP_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN	
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_eLLENP_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN	
VINRADOR COMPACTADOR	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO		X			pENV_eLLENP_m VC	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	10MIN	
VINRADOR SOBRIANTE	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO		X			pENV_eLLENP_m VS	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	10MIN	
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_eLLENP_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN	
ESTADO GENERAL:										
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:										
OBSERVACIONES:										
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN				POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC. MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmáx			pENV_eLLENP_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_eLLENP_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD			pENV_eLLENP_m LUBR				
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_eLLENP_m BANC_VIB				
VINRADOR COMPACTADOR	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO					pENV_eLLENP_m VC				
VINRADOR SOBRIANTE	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO					pENV_eLLENP_m VS				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral (dBc)	VALOR máximo (dBm)			pENV_eLLENP_m MOTOR_zR_90_SPM				

47. Hoja de ruta de Llenadora de producto.



HOJAS DE RUTA										
SECCIÓN : ENVASADO		RESPONSABLE:								
EQUIPO: PESO		OPERARIO:								
CÓDIGO EQUIPO PES		FECHA:								
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.	
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_epES_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN	
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_epES_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN	
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_epES_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN	
MÓDULO DE PESO ELECTRÓNICO	VERIFICAR ESTADO	X				pENV_epES_m MÓDULO DE PESO	ESTADO	MARCHA	10MIN	
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_epES_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN	
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_epES_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE			
ENFAJADORES	VERIFICAR ESTADO	X				pENV_epES_m ENFAJADORES	ESTADO	MARCHA	10MIN	
ESTADO GENERAL:										
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:										
OBSERVACIONES:										
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN				POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmáx			pENV_epES_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_epES_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD			pENV_epES_m LUBR				
MÓDULO DE PESO ELECTRÓNICO	VERIFICAR ESTADO					pENV_epES_m MÓDULO DE PESO				
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_epES_m BANC_VIB				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral(dBc)	VALOR máximo(dBm)			pENV_epES_m MOTOR_zR_90_SPM				
ENFAJADORES	VERIFICAR ESTADO					pENV_epES_m ENFAJADORES				

48. Hoja de ruta de Peso.

HOJAS DE RUTA										
SECCIÓN: ENVASADO		RESPONSABLE:								
EQUIPO: LLENADORA DE LÍQUIDO		OPERARIO:								
CÓDIGO EQUIPO LLENQ		FECHA:								
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MESESIAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.	
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLLENO_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN	
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eLLENO_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN	
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_eLLENO_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN	
BOMBA HIDRÁULICA Y FILTRO	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO		X			pENV_eLLENO_m BOMBA HIDRÁULICA	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	10MIN	
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_eLLENO_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN	
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_eLLENO_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN	
INTERCAMBIADOR DE CALOR	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO			X		pENV_eLLENO_m INTERCAMBIADOR CALOR	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	10MIN	
ESTADO GENERAL:										
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:										
OBSERVACIONES:										
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN				POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmax			pENV_eLLENO_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_eLLENO_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD			pENV_eLLENO_m LUBR				
BOMBA HIDRÁULICA Y FILTRO	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO					pENV_eLLENO_m BOMBA HIDRÁULICA				
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_eLLENO_m BANC_VIB				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral (dbc)	VALOR máximo (dbm)			pENV_eLLENO_m MOTOR_zR_90_SPM				
INTERCAMBIADOR DE CALOR	VERIFICAR ESTADO	TEMPERATURA				pENV_eLLENO_m INTERCAMBIADOR CALOR				

49. Hoja de ruta de Llenadora de líquido.

HOJAS DE RUTA										
SECCIÓN : ENVASADO		RESPONSABLE:								
EQUIPO: CERRADORA		OPERARIO:								
CÓDIGO EQUIPO CERR		FECHA:								
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.	
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eCERR_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN	
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eCERR_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN	
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_eCERR_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN	
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_eCERR_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN	
CABEZAL DE AJUSTE	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	X				pENV_eCERR_m CABEZAL	ESTADO	PARADA	10MIN	
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_eCERR_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN	
ESTADO GENERAL:										
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:										
OBSERVACIONES:										
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN				POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmax			pENV_eCERR_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_eCERR_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD			pENV_eCERR_m LUBR				
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_eCERR_m BANC_VIB				
CABEZAL DE AJUSTE	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO					pENV_eCERR_m CABEZAL				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral(dBc)	VALOR máximo(dBm)			pENV_eCERR_m MOTOR_zR_90_SPM				

50. Hoja de ruta de Cerradora.

Diego Rubén Camacho Parra

HOJAS DE RUTA												
RESPONSABLE:												
OPERARIO:												
FECHA:												
SECCIÓN:	ENVASADO											
EQUIPO:	PASTEURIZADOR											
CÓDIGO EQUIPO	PAST											
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.			
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_ePAST_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN			
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_ePAST_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN			
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_ePAST_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN			
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES		X			pENV_ePAST_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	10MIN			
TABLERO DE MANDOS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	X				pENV_ePAST_m MAN	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	PARADA	5MIN			
BOMBAS HIDRÁULICAS Y FILTROS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO		X			pENV_ePAST_m BOMBA HIDRÁULICA	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	10MIN			
INTERCAMBIADOR DE CALOR	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO		X			pENV_ePAST_m INTERCAMBIADOR CALOR	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	PARADA	10MIN			
SONDAS DE TEMPERATURA	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO				X	pENV_ePAST_m SONDAS DE TEMPERATURA	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	PARADA	10MIN			
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_ePAST_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN			
VALVULAS	REVISIÓN Y LIMPIEZA DE VALVULAS Y CONEXIONES			X		pENV_ePAST_m VALV	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	PARADA	5MIN			
ESTADO GENERAL:												
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:												
OBSERVACIONES:												
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN			POSICIÓN							
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmáx		pENV_ePAST_m Motor eléctrico_RPM							
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_ePAST_m Motor eléctrico_VIB							
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD		pENV_ePAST_m LUBR							
BANCADA	VERIFICAR EL NIVEL DE VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_ePAST_m BANC_VIB							
TABLERO DE MANDOS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO				pENV_ePAST_m MAN							
BOMBAS HIDRÁULICAS Y FILTROS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO				pENV_ePAST_m BOMBA HIDRÁULICA							
INTERCAMBIADOR DE CALOR	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	TEMPERATURA			pENV_ePAST_m INTERCAMBIADOR CALOR							
SONDAS DE TEMPERATURA	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	TEMPERATURA			pENV_ePAST_m SONDAS DE TEMPERATURA							
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral [dBc]	VALOR máximo [dBm]		pENV_ePAST_m MOTOR_zR_90_SPM							
VALVULAS	REVISIÓN Y LIMPIEZA DE VALVULAS Y CONEXIONES				pENV_ePAST_m VALV							

51. Hoja de ruta de Pasteurizador.

HOJAS DE RUTA									
SECCIÓN : ENVASADO		RESPONSABLE:							
EQUIPO: SECADORA		OPERARIO:							
CÓDIGO EQUIPO SEC		FECHA:							
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eSEC_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_eSEC_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_eSEC_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN
SOPORTES DE ANCLAJE	VERIFICAR SUECCIÓN Y VIBRACIONES		X			pENV_eSEC_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN
FILTRO DE AIRE	LIMPIAR FILTROS		X			pENV_eSEC_m FILTRO	ESTADO	PARADA	10MIN
CALENTADORES DE PROCES	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO		X			pENV_eSEC_m VALV	TEMPERATURA	MARCHA	5MIN
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_eSEC_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN
ESTADO GENERAL:									
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:									
OBSERVACIONES:									
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN			POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmáx		pENV_eSEC_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_eSEC_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD		pENV_eSEC_m LUBR				
SOPORTES DE ANCLAJE	VERIFICAR SUECCIÓN Y VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO		pENV_eSEC_m BANC_VIB				
FILTRO DE AIRE	LIMPIAR FILTROS				pENV_eSEC_m FILTRO				
CALENTADORES DE PROCES	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	TEMPERATURA			pENV_eSEC_m VALV				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral (dbc)	VALOR máximo (dbm)		pENV_eSEC_m MOTOR_zR_90_SPM				

52. Hoja de ruta de Secadora.

Diego Rubén Camacho Parra

HOJAS DE RUTA										
SECCIÓN: ENVASADO		RESPONSABLE:								
EQUIPO: PALETIZADOR		OPERARIO:								
CÓDIGO EQUIPO PAL		FECHA:								
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	DIARIO	SEMANAL	MESESUAL	ANUAL	POSICIÓN	PARÁMETRO	MARCHA/PARO	T.R.	
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_ePAL_m Motor eléctrico_RPM	RPM-VELOCIDAD DE GIRO	MARCHA	5MIN	
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA			X		pENV_ePAL_m Motor eléctrico_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	MARCHA	5MIN	
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO		X			pENV_ePAL_m LUBR	ESTADO Y NIVEL DE LUBRICANTE	MARCHA	10MIN	
BANCADA	VERIFICAR SUJECCIÓN Y VIBRACIONES		X			pENV_ePAL_m BANC_VIB	VIB-NIVEL DE VIBRACIÓN	PARADA	10MIN	
TABLERO DE MANDOS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	X				pENV_ePAL_m MAN	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	PARADA	5MIN	
PLANCHA MAGNÉTICA	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO		X			pENV_ePAL_m PLANCHA	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	MARCHA	5MIN	
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO			X		pENV_ePAL_m MOTOR_zR_90_SPM	SPM-IMPULSOS DE CHOQUE	MARCHA	10MIN	
ESTADO GENERAL:										
CAMBIOS Y REPARACIONES REALIZADOS:										
OBSERVACIONES:										
SUBCONJUNTO DEL EQUIPO	TAREA A REALIZAR	MEDICIÓN				POSICIÓN				
MOTORES 1	REVISAR AJUSTE, EJE DE ARRASTRE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	VELOC. MEDIA GIRO	INTERVALO Vmin-Vmáx			pENV_ePAL_m Motor eléctrico_RPM				
MOTORES 2	REVISAR AJUSTE Y ESTADO DE LA MÁQUINA	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_ePAL_m Motor eléctrico_VIB				
LUBRICANTE	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, ESTADO	NIVEL LUBRICANTE	GRADO SUCIEDAD			pENV_ePAL_m LUBR				
BANCADA	VERIFICAR SUJECCIÓN Y VIBRACIONES	NIVEL GLOBAL	PICO MÁXIMO			pENV_ePAL_m BANC_VIB				
TABLERO DE MANDOS	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO					pENV_ePAL_m MAN				
PLANCHA MAGNÉTICA	VERIFICAR ESTADO Y FUNCIONAMIENTO					pENV_ePAL_m PLANCHA				
RODAMIENTOS	VERIFICAR ESTADO	VALOR umbral (dBc)	VALOR máximo (dBm)			pENV_ePAL_m MOTOR_zR_90_SPM				

53. Hoja de ruta de Paletizador.



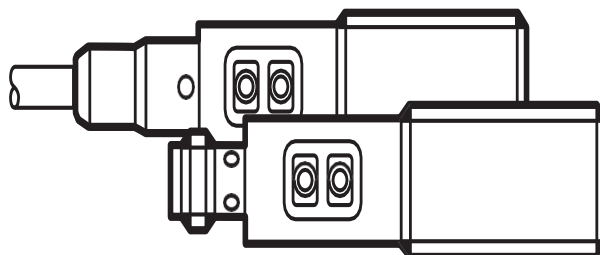
*Instrucciones de uso Sistema  
de reflexión directa  
con supresión de plano posterior*

**efector200°**

**OGH3xx**

**OGH5xx**

**ES**

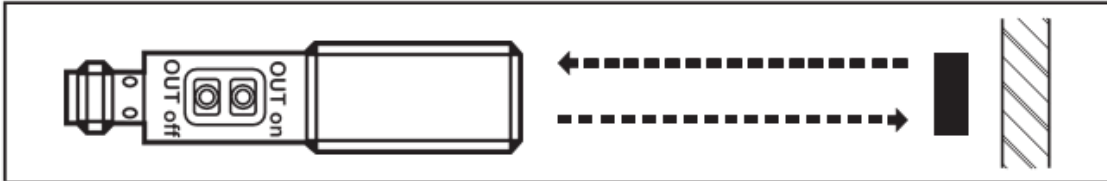


## 1 Utilización correcta

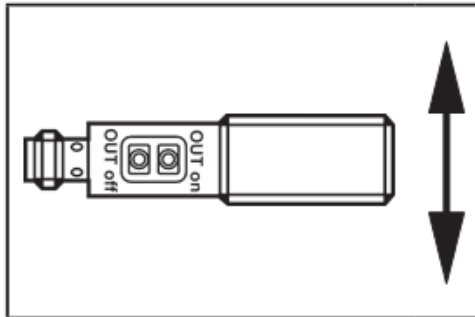
El sistema de reflexión directa detecta sin contacto objetos y materiales, indicán-  
dolos mediante una señal de conmutación.

Alcance ("range"): véase etiqueta (relativo a papel blanco 200 x 200 mm, 90% de  
remisión)

## 2 Montaje



- ▶ Orientar la fotocélula hacia el objeto que se va a detectar.
- ▶ Fijar el dispositivo con ayuda de un soporte de montaje.



Los objetos que se van a detectar deben desplazarse en sentido transversal respecto a la lente del dispositivo.

Encaso de utilizar otros sentidos de desplazamiento, se debe comprobar previamente que la función de conmutación está garantizada.

## 3 Conexión eléctrica



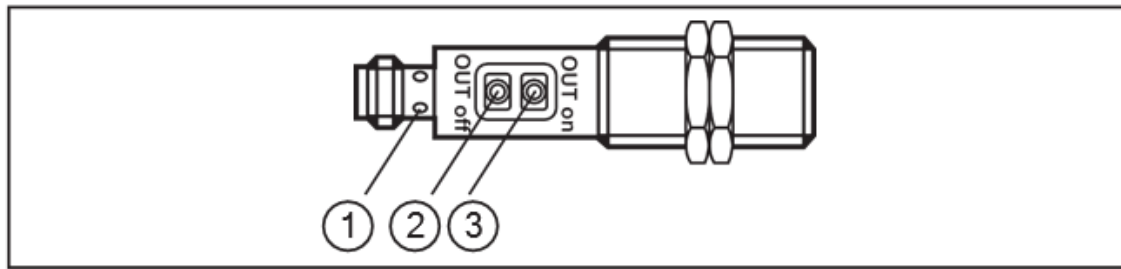
- ▶ Desconectar la tensión de alimentación.
- ▶ Conectar el equipo de la siguiente manera.

	Cable	Conector	Conexionado
L+	BN	Pin 1	
L-	BU	Pin 3	
Carga	BK	Pin 4	
—	—	Pin 2	

Colores de los hilos    BN = marrón, BU = azul, BK = negro



## 4 Elementos de manejo y visualización



- 1: LED
- 2: [OUT off]
- 3: [OUT on]

## 4 Ajustes

### 4.1 El dispositivo conmutará cuando se detecte el objeto

1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Colocar objeto.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Presionar [OUT on] durante 2 s.</li> <li>&gt; Se efectúa el ajuste de la sensibilidad respecto al objeto.</li> <li>&gt; El LED parpadea.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Retirar objeto.</li> </ul>
2	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Presionar [OUT off].</li> <li>&gt; Se efectúa el ajuste de la sensibilidad sin objeto.</li> <li>&gt; El LED se apaga. La programación ha concluido.</li> </ul>

### 4.2 El dispositivo no conmutará cuando se detecte el objeto

- ▶ Colocar el objeto (como en el dibujo 1) y pulsar [OUT off] durante 2 s.
- ▶ Retirar el objeto (como en el dibujo 2) y pulsar [OUT on].

Los ajustes también se pueden llevar a cabo primero sin objeto y después con objeto.

### 4.3 Error de programación

- > LED parpadea rápidamente, 8 Hz.

#### Causas posibles

- La diferencia del valor de medición es muy escasa.
- Tiempo máximo de programación rebasado (15 min).

### 4.4 Ajuste de la sensibilidad máxima

- ▶ Orientar el dispositivo de tal manera que no se refleje ninguna luz.

#### El dispositivo conmutará cuando se detecte el objeto

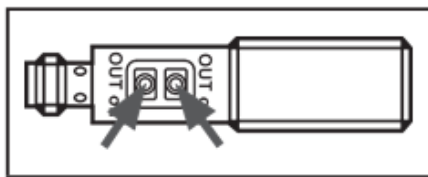
- ▶ Presionar primero [OUT on] y después [OUT off].

#### El dispositivo conmutará cuando no se detecte el objeto

- ▶ Presionar primero [OUT off] y después [OUT on].

### 4.5 Bloqueo/desbloqueo de teclas:

Para evitar un ajuste erróneo involuntario, el dispositivo se puede bloquear electrónicamente.



- ▶ Presionar [OUT on] y [OUT off] simultáneamente durante 10 s.
- > La confirmación se indica mediante el cambio del estado del LED.

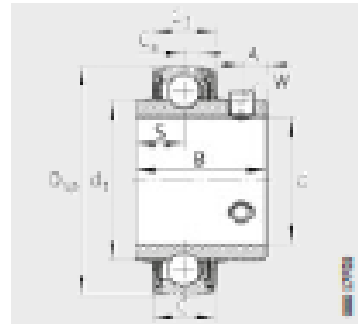
## 5 Funcionamiento

- ▶ Comprobar que el aparato funciona correctamente.
- > El LED se enciende cuando la salida conmuta.

## 6 Mantenimiento

- ▶ Mantener la lente del dispositivo libre de suciedad.
- ▶ No utilizar para la limpieza disolventes o detergentes que puedan dañar el plástico de la lente.

# Rodamientos insertables con tornillos prisioneros en el anillo interior superficie esférica del anillo exterior



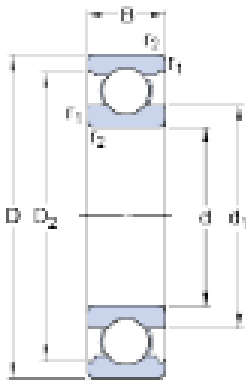
UC

Tabla de medidas - Medidas en mm y en pulgadas

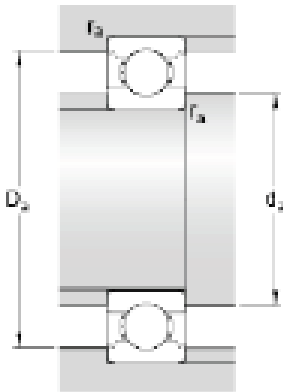
Referencias	Peso m =kg	Dimensiones										Capacidades de carga		
		a		D <sub>sp</sub>	C	C <sub>2</sub>	B	S	d <sub>1</sub>	Ca	A	W	din. C <sub>r</sub> N	est. C <sub>or</sub> N
		mm	inch											
UC201	0,2	12	-								3			
UC201-08	0,2	12,7	1/2								1/8			
UC202-09	0,19	14,29	9/16								1/8			
UC202	0,18	15	-								3			
UC202-10	0,18	15,88	5/8	47	17	16,8	31	12,7	27,56	4,2	5	1/8	12 800	6 600
UC203	0,17	17	-								3			
UC203-11	0,17	17,46	11/16								1/8			
UC204-12	0,16	19,05	3/4								1/8			
UC204	0,15	20	-								3			
UC205-13	0,14	20,64	13/16								1/8			
UC205-14	0,13	22,23	7/8								1/8			
UC205-15	0,11	23,81	15/16	52	17	17,6	34,1	14,3	33,83	4,2	5	1/8	14 000	7 800
UC205	0,2	25	-								3			
UC205-16	0,19	25,4	1								1/8			
UC206-17	0,15	26,69	1 1/16								1/8			
UC206-18	0,13	28,58	1 1/8								1/8			
UC206	0,11	30	-	62	19	19,6	38,1	15,9	40,2	5	5	1/8	19 500	11 300
UC206-19	0,11	30,16	1 1/8								1/8			
UC206-20	0,19	31,75	1 1/4								1/8			
UC207-20	0,12	31,75	1 1/4								5/16			
UC207-21	0,1	33,34	1 3/16								5/16			
UC207-22	0,47	34,93	1 3/8	72	20	20,6	42,9	17,5	46,84	5,7	7	5/16	25 500	15 300
UC207	0,47	35	-								4			
UC207-23	0,44	36,51	1 3/8								5/16			
UC208-24	0,66	38,1	1 1/2								5/16			
UC208-25	0,63	39,69	1 5/16	80	21	21,6	49,2	19	52,27	6,2	8	5/16	32 500	19 800
UC208	0,62	40	-								4			
UC209-26	0,79	41,28	1 5/8								5/16			
UC209-27	0,75	42,86	1 11/16								5/16			
UC209-28	0,71	44,45	1 7/8	85	22	22,6	49,2	19	57,91	6,3	8	5/16	32 500	20 400
UC209	0,7	45	-								4			
UC210-29	0,92	46,04	1 7/8								3/4			
UC210-30	0,87	47,63	2								3/4			
UC210-31	0,82	49,21	1 13/16	90	24	24,6	51,6	19	62,88	6,5	10	3/4	35 000	23 200
UC210	0,8	50	-								5			
UC210-32	0,77	50,8	2								3/4			

**6001**

Producto popular  
SKF Explorer

**Dimensiones**

$d$	12	mm
$D$	28	mm
$B$	8	mm
$d_1$	≈ 17	mm
$D_2$	≈ 24.72	mm
$r_{1,2}$	min. 0.3	mm

**Dimensiones de los resalles**

$d_a$	min. 14	mm
$D_a$	max. 26	mm
$r_a$	max. 0.3	mm

**Datos del cálculo**

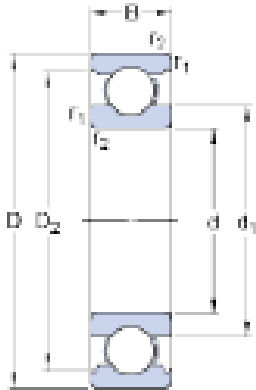
Capacidad de carga dinámica básica	$C$	5.4	kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	2.36	kN
Carga límite de fatiga	$P_u$	0.1	kN
Velocidad de referencia		60000	r/min
Velocidad límite		38000	r/min
Factor de cálculo	$k_r$	0.025	
Factor de cálculo	$f_0$	13	

**Masa**

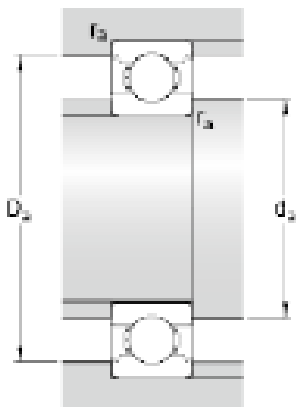
Rodamiento de masa		0.021	kg
--------------------	--	-------	----

**6006**

Producto popular  
SKF Explorer

**Dimensiones**

$d$	30	mm
$D$	55	mm
$B$	13	mm
$d_1$	≈ 38.2	mm
$D_2$	≈ 49	mm
$r_{1,2}$	min. 1	mm

**Dimensiones de los resaltes**

$d_a$	min. 34.6	mm
$D_a$	max. 50.4	mm
$r_a$	max. 1	mm

**Datos del cálculo**

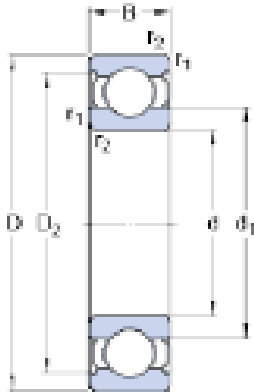
Capacidad de carga dinámica básica	$C$	13.8	kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	8.3	kN
Carga límite de fatiga	$P_u$	0.355	kN
Velocidad de referencia		28000	r/min
Velocidad límite		17000	r/min
Factor de cálculo	$k_r$	0.025	
Factor de cálculo	$f_0$	15	

**Masa**

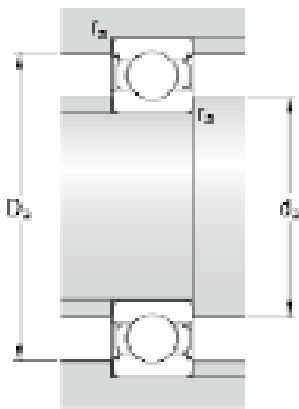
Rodamiento de masa		0.12	kg
--------------------	--	------	----

**6205-2Z**

Producto popular  
SKF Explorer

**Dimensiones**

$d$	25	mm
$D$	52	mm
$B$	15	mm
$d_1$	≈ 34.35	mm
$D_2$	≈ 46.21	mm

**Dimensiones de los resaltes**

$d_a$	min.	30.6	mm
$d_a$	max.	34.3	mm
$D_a$	max.	46.4	mm
$r_a$	max.	1	mm

**Datos del cálculo**

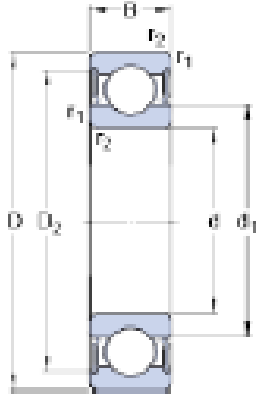
Capacidad de carga dinámica básica	$C$	14.8	kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	7.8	kN
Carga límite de fatiga	$P_u$	0.335	kN
Velocidad de referencia		28000	r/min
Velocidad límite		14000	r/min
Factor de cálculo	$k_r$	0.025	
Factor de cálculo	$f_0$	14	

**Masa**

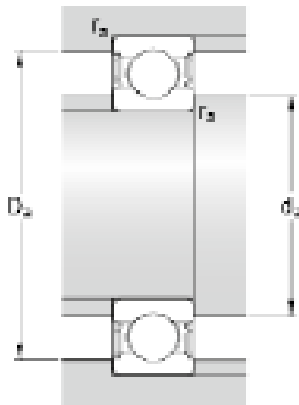
Rodamiento de masa		0.13	kg
--------------------	--	------	----

**6310-2RS1**

SKF Explorer

**Dimensiones**

$d$	50	mm
$D$	110	mm
$B$	27	mm
$d_1$	≈ 68.76	mm
$D_2$	≈ 95.2	mm
$r_{1,2}$	min. 2	mm

**Dimensiones de los resaltes**

$d_a$	min. 61	mm
$d_a'$	max. 68.7	mm
$D_a$	max. 99	mm
$r_a$	max. 2	mm

**Datos del cálculo**

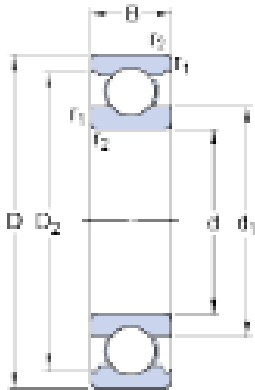
Capacidad de carga dinámica básica	$C$	65	kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	38	kN
Carga límite de fatiga	$P_u$	1.6	kN
Velocidad límite		4300	r/min
Factor de cálculo	$k_f$	0.03	
Factor de cálculo	$f_0$	13	

**Masa**

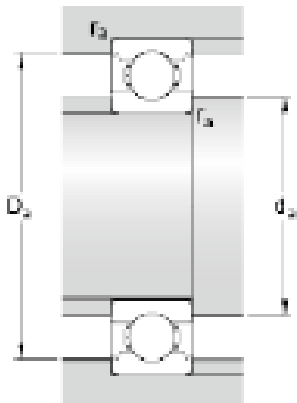
Rodamiento de masa		1.12	kg
--------------------	--	------	----

**6314**

Producto popular  
SKF Explorer

**Dimensiones**

$d$	70	mm
$D$	150	mm
$B$	35	mm
$d_1$	≈ 94.95	mm
$D_2$	≈ 129.9	mm
$r_{1,2}$	min. 2.1	mm

**Dimensiones de los resaltes**

$d_a$	min. 82	mm
$D_a$	max. 138	mm
$r_a$	max. 2	mm

**Datos del cálculo**

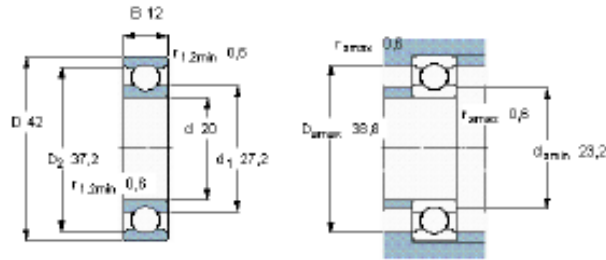
Capacidad de carga dinámica básica	$C$	111	kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	68	kN
Carga límite de fatiga	$P_u$	2.75	kN
Velocidad de referencia		9500	r/min
Velocidad límite		6300	r/min
Factor de cálculo	$k_f$	0.03	
Factor de cálculo	$f_0$	13.2	

**Masa**

Rodamiento de masa		2.55	kg
--------------------	--	------	----



Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit $P_u$	Speed ratings Reference speed	Limiting speed	Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static $C_0$					
mm			kN		kN	r/min		kg	-
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	24000	0,069	6004 *



Calculation factors  
 $k_f = 0,025$   
 $f_0 = 14$