



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DEL PARO
DE UNA CERRADORA DE ENVASES METÁLICOS
APLICANDO MÉTODOS DE LA INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

MARÍA GUADALUPE VÁZQUEZ PATIÑO

ASESOR:

M.I. MARÍA GUADALUPE DURÁN ROJAS



2014

DEDICATORIA

Para mí es un orgullo decir ¡GRACIAS! A todas esas personas que con su ejemplo, ayuda y comprensión han hecho posible la realización de este trabajo y me han permitido pasar por gratas experiencias.

A mis padres Fernando y María de Jesús, por su entrega, cariño, confianza, apoyo y ejemplo, gracias por guiarme en todo momento de mi vida, por ser una luz de esperanza y darme la fortaleza de seguir adelante ante las adversidades, los admiro y los quiero mucho.

A mi hermano Fernando por estar siempre a mi lado.

A mi abuelita Raquel aunque no estés físicamente siempre te llevo en mi corazón gracias por siempre estar conmigo para brindarme ánimo y aliento para seguir adelante en las actividades que emprenda y con tu apoyo incondicional para seguir en este camino.

A mis tíos Virginia y Alberto por su apoyo, cariño y por estar en cada momento especial de mi vida.

A mis compañeros de trabajo Jaime, Mario, Enrique y Alejandro por las enseñanzas, consejos y colaboración ya que gracias a ellos se pudo realizar este trabajo.

A Crown por la oportunidad que me brindaron.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería por su participación en mi desarrollo profesional y permitirme formarme en sus aulas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.1. Características de la empresa	4
1.2. Misión	4
1.3. Visión	4
1.4. Política de calidad	5
1.5. World Class Perfomance	5
1.6. Clientes y productos	9
1.7. Competidores	10
1.8. Organigrama	11
CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO.....	12
2.1. Problemática	12
2.2. Tipo de producto que se trabaja	13
2.3. Definición de cerradora	16
2.4. Actividades a realizar.....	17
2.4.1. Control de desperdicio de envases metálicos.....	17
2.4.2. Estudio de tiempos y movimientos	20
2.4.3. Estadística de tiempos muertos	22
2.4.4. Realización de afinaciones de los envases metálicos	23
2.4.5. Estadística de R.P.I. (Inspección de productos retenidos)	25
2.4.6. Control de la producción por hora y el acumulado por turno	26
2.4.7. Desarrollo y modificaciones de nuevos programas.....	28
2.4.8. Participación ocasional del inventario de cobre a fin de mes.....	29
2.5. Cadena de suministro	30
CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	32
3.1. Estrategias	32
3.2. Metodología	33
3.3. Resultados	34
3.3.1. Identificación del problema	34
3.3.2. Observación.....	35
3.3.3. Análisis.....	35
3.3.3.A. Carretilla de primera y segunda operación	38
3.3.3.B. Plato elevador / plato de compresión	42
3.3.3.C. Chuck	45
3.3.3.D. Cubierta de fondo	47
3.3.3.E. Gancho de cuerpo	50
3.3.3.F. Mano de obra.....	51
3.3.4. Acción	52
3.3.4.A. Carretilla de primera y segunda operación.....	52
3.3.4.B. Plato elevador / plato de compresión	53

3.3.4.C. Chuck	53
3.3.4.D. Cubierta de fondo	54
3.3.4.E. Gancho de cuerpo	54
3.3.4.F. Mano de obra	54
3.3.5. Verificación	54
3.3.6. Estandarización	62
3.3.6.A. Terminología de defectos	63

CONCLUSIONES	72
---------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA	73
---------------------------	----

INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN

Crown Brand Building Packaging es una empresa que se dedica a la fabricación de envases metálicos de hojalata de aerosol, alimentos (tapas abre fácil u open top) y pintura, produciendo de esta forma diferentes envases, medidas y diseños, de acuerdo a los requerimientos de los clientes. La producción de envases metálicos está basada en la calidad del producto (envase), en el correcto funcionamiento de los equipos y en la habilidad de los operadores.

Está integrada por personal especializado de las áreas más importantes del negocio y cuenta con una organización estructurada; en donde Crown está convencida de que para mejorar los productos, servicios y procesos, es necesario el cambio cultural en todos los niveles organizacionales para poder administrar mejor los sistemas de calidad, buscando con esto la total satisfacción de los requerimientos de los clientes internos y externos.

Para que un proceso de producción sea eficaz, las plantas de proceso deben de operar de forma continua durante largos periodos. Las industrias de proceso necesitan de un sistema de gestión de equipos con fuertes métodos como el *mantenimiento de calidad* que garantiza verificar las condiciones de cero defectos regularmente con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad en los productos.

En la actualidad, las organizaciones siempre están buscando mejorar la eficiencia de sus trabajadores y equipos por esto el mantenimiento de calidad constituye una poderosa herramienta ya que no es simplemente un programa de mantenimiento, requiere cooperación y participación de todos los trabajadores donde cada uno debe asumir su parte.

El mantenimiento de calidad se centra en mantener los más altos estándares de calidad del producto controlando las *condiciones de los elementos y sistemas de la maquinaria*.

Para lograr el cumplimiento de las metas estratégicas y operativas del área de ensamble es necesario adoptar esquemas de trabajo en equipo, intercambio de ideas y participación proactiva, dentro de un ambiente de cordialidad y confianza mutua.

La principal razón por la que entré a trabajar a este tipo de empresa fue para conocer el área en la que se desarrolla la ingeniería industrial, es decir, desde su análisis en cuanto al diseño, la planeación, el control y el desarrollo de los procesos que se llevan a cabo para la elaboración de los productos, en donde me permitió conocer el funcionamiento operativo de las diferentes máquinas de la línea de producción (cortadora, formadora, cerradora, etcétera), así como sus fallas mecánicas.

Con base en esto, formé parte de un grupo de trabajo en el departamento de ensamble en donde nos encargamos de las condiciones operativas de la línea de producción de aerosol, en el cual realicé un análisis para identificar las causas principales por la que surgen paros no programados y proponer acciones para tratar de disminuirlos, con lo que basé este *informe profesional*

Dentro del primer capítulo se describe la empresa comenzando con su historia, su misión, su visión, su política, sus competidores, sus clientes y organigrama.

En el segundo capítulo se describen las funciones que se llevaron a lo largo de la estancia en "Crown", lo que permitió poder identificar y plantear la problemática que se presenta día a día en el trabajo profesional y hablar acerca de un mantenimiento preventivo y de calidad.

En el tercer capítulo se describe la metodología utilizada para identificar la maquinaria, sus causas principales y las consecuencias que trae el paro de esta máquina. Conforme va avanzando el proyecto se mencionan varias propuestas para disminuir los paros frecuentes de la cerradora.

Objetivo general

Identificar las principales causas del paro de una cerradora para mejorar la eficiencia del proceso de producción, ya que, esto ocasiona tiempos muertos, desperdicio de la materia prima, baja efectividad de la línea, mala calidad del producto, entregas de tiempos no prefijados, pérdidas de ventas, etcétera. Así mismo, establecer un plan de acción para el control de las fallas mecánicas y de defectos en los envases.

Objetivos específicos

- Establecer las acciones que se deben de llevar a cabo para corregir o solucionar causas de paro.
- Elaborar formatos de verificación específicos para llevar un registro de la frecuencia con la que se paró la cerradora por las causas que más adelante se mencionaran.
- Registrar la frecuencia de paro no programado de la cerradora y los defectos que traen los envases por dichos paros.
- Analizar el problema que muestra esa ocurrencia.

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Crown Holdings Inc. fabrica productos de empaquetado en 155 plantas situadas en 42 países. En los 100 años de crecimiento y de diversificación que se llevan, nunca han perdido de vista el negocio, mejorar la calidad de sus productos y reducir los costos de sus procesos tanto como sea posible.

CROWN tiene una larga historia de conducir la industria de empaquetado con tecnología innovadora. Su fundador William Painter inventó el “Tapón Corona” comúnmente conocida como “corcholata” es el tapón metálico con el que se cierran de manera hermética algunos envases que contienen líquidos y que se coloca a presión en el lugar de origen de los productos.

Su éxito se debe a una herencia de liderazgo y a una serie de invenciones que comenzaron en 1892 con su fundador, William Painter, quien inventó una manera mejor de empaquetar las bebidas no alcohólicas y la cerveza mediante la invención del tapón metálico en lugar de las de corcho aumentando el período de conservación de la cerveza embotellada. La visión Painter revolucionó la industria del embotellamiento. Su ingeniosidad y la visión de los que vinieron después de él ayudaron a convertir Crown Holdings Inc. en la compañía de clase mundial que es hoy en día.

La figura 1 muestra algunos de los diferentes envases metálicos de aerosol que la empresa produce en cuanto a la altura, la dimensión, grosor de la lámina, con o sin litografía, etcétera. La figura 2 es un ejemplo del tapón corona o corcholata.



FIGURA 1. Envases de aerosol.



FIGURA 2. “Tapón corona”.

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

Crown México es una empresa que se dedica a fabricar envases metálicos de hojalata de aerosol, alimentos (con tapas abre fácil u “open top”) y de pintura. La ubicación del corporativo y planta La Villa es Oriente 107 No. 114 Colonia Bondonjito 07850; Delegación Gustavo A. Madero México, D.F. Tel. (52 55) 5747 41 00 Fax. (52 55) 5747 41 97.

Cuenta con:

- Una superficie de terreno de 32 000 m², con una nave industrial de 25 000 m².
- Tiene 13 líneas de ensamble final.
- Produce aproximadamente un millón de envases al día.
- Emplea a 345 trabajadores, de los cuales 255 son sindicalizados y 90 empleados (macro-empresa).
- Se manejan tres turnos, se labora de lunes a sábado y ocasionalmente los domingos.

1.2. MISIÓN

Ser reconocidos por sus clientes, empleados, proveedores y accionistas como la primera compañía de embalaje en México y en el Mundo, siendo la satisfacción de sus clientes su prioridad máxima.

La mejora continua y la innovación llegarán a ser un modo de vida para alcanzar “el desempeño de clase mundial”.

1.3. VISIÓN

Como se sabe la visión es una representación de lo que debe ser en el futuro la empresa, en el ámbito de la temática que le compete a la organización.

Pero en este caso se respeta la visión de la empresa tal y como se presenta a continuación.

Los clientes	Completamente satisfechos encantados
Los empleados	Nos aprecian
Los proveedores	Nos buscan
Las comunidades	Nos respetan
Los accionistas	Nos valoran

1.4. POLÍTICA DE CALIDAD

Suministrar productos y servicios que satisfagan los requisitos de sus clientes al 100%.

Internacionalmente se ha desarrollado un sistema de calidad total desde 1978, este sistema ha sido la base para una mejora continua. Los sistemas de calidad se han reforzado y actualizado en los últimos años llamándolo World-Class Performance, con este sistema, están en la disposición de cumplir ante sus clientes, cualquier auditoría tipo ISO 9000.

La satisfacción del cliente es la máxima prioridad. Se logra este objetivo mediante la mejora continua de la rentabilidad y el rendimiento de todos los productos y procesos, así como centrarse en la innovación. Para ofrecer una mejora continua, se ha creado un enfoque integrado y global que reconoce la interacción de cada función y cada actividad, por lo que día a día se esfuerzan por corregir los defectos, quejas y el impacto al medio ambiente a un mínimo absoluto.

Esta iniciativa se logra cumpliendo con las normas anteriormente mencionadas que establecen para la elaboración de dichos productos.

1.5. WORLD CLASS PERFORMANCE

World Class Performance está estructurado con base en 7 actividades, 7 principios y 7 mediciones. Cada uno de estos puntos muestra las etapas de lo que se tiene que hacer para lograr la excelencia. Esta guía ayuda a comprender la iniciativa corporativa y mediante su aplicación satisfacer más a los clientes y aumentar el valor para accionistas.

Estas etapas se aplican a cada paso de las operaciones, para permitir a cada parte de la organización desempeñar un papel clave, las cuales se muestran en la figura 3 y que se describen a continuación cada una de ellas.

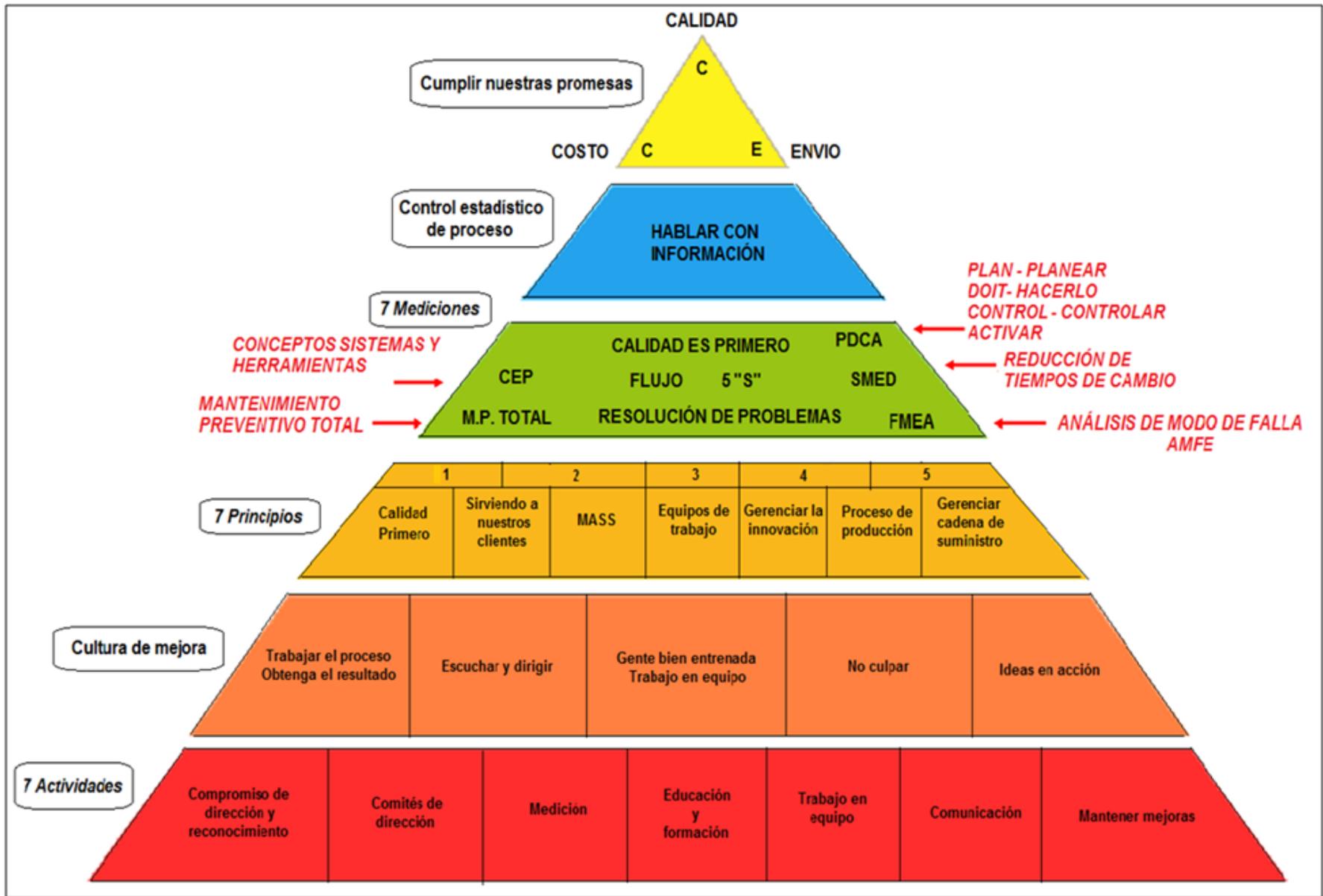


FIGURA 3. Pirámide World Class Performance.

SIETE ACTIVIDADES

- ✓ *Compromiso de dirección y reconocimiento:* estructura de la organización y líneas de información tradicionales examinadas para comprobar la efectividad global del proceso de dirección. Reconocimiento de la dirección y de los empleados basada en contribuciones de individuos y/o equipos.
- ✓ *Comités de dirección:* son los organismos de dirección de la compañía para planificar y dirigir la compañía como una organización de alto rendimiento.
- ✓ *Medición:* se refiere al rendimiento económico controlado y comunicado a todos los niveles de dirección.
- ✓ *Educación y Formación:* empezar una evaluación de las necesidades para establecer las habilidades mínimas para todos los cargos, entrenadores, coordinadores locales en la fabrica identificados así como todas las habilidades de los empleados alineadas con las responsabilidades actuales del trabajo en el cumplimiento de necesidades de entrenamiento.
- ✓ *Trabajo en equipo:* grupos naturales de trabajo se reúnen a ver sus propias responsabilidades como parte de un proceso de trabajo.
Se crean grupos espontáneos para resolver problemas de no conformancias operacionales.
- ✓ *Comunicación:* exposición pública para exponer comunicaciones escritas. Reuniones para comunicar objetivos, materiales de motivación sobre calidad, seguridad, etcétera, se exponen en un tablón público.
- ✓ *Mantener mejoras:* revisiones continuas se llevan a cabo para evaluar la visión corporativa, las intenciones, la política de calidad aplicable al mercado o a cambios de condición de la empresa.

SIETE PRINCIPIOS

- ❖ *Calidad es primero:* se centra en la satisfacción del cliente a través de productos y la calidad del proceso. Los estándares de calidad: **cero no conformidad.**
- ❖ *Servicio a nuestros clientes:* entender las necesidades del negocio de los clientes y las necesidades de compra permiten construir a largo plazo, las asociaciones empresariales de éxito para un crecimiento rentable con los clientes.
- ❖ *Medio ambientes, salud y seguridad:* comprometidos con la protección del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y garantizar la salud y seguridad de los empleados.
- ❖ *Trabajos en equipo:* valoración de la personas, capacitación del personal para contribuir al proceso de mejora continua.
- ❖ *Administración de la innovación:* la gestión del proyecto, la evaluación comparativa y la transferencia de las mejores prácticas se aplican rigurosamente en todas las áreas del negocio, contribución individual al producto, innovación de procesos y sistemas se fomenta y recompensa.
- ❖ *Procesos de fabricación:* proporcionan las herramientas para eliminar la variabilidad en el proceso de producción. Estándares de proceso son nuestra

medida de desempeño y se esfuerzan por aumentar continuamente los propios estándares de fabricación.

- ❖ *Gestión de la cadena de suministros*: se aprecia el importante papel que deben jugar los proveedores con el fin de cumplir con los estándares de calidad.

SIETE MEDICIONES

- *Quejas de los clientes*: tanto internas como externas, en donde, se lleva un seguimiento con base mensual de nuestro personal o de los clientes.
- *Notif (No a tiempo y completamente)*: este se refiere a las fallas de embarque, es decir, si no se entrega completo el pedido o fuera de tiempo.
- *Personal*: es el número de operarios que se necesitan para el funcionamiento de cada línea y a eso le llamamos fuerza de trabajo.
- *Medio ambientes, salud y seguridad*:
 - ✓ La conservación de los recursos naturales - preservar limpia el agua y reducir el consumo de agua, materias primas, energía, etc.
 - ✓ Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs).
 - ✓ Reciclando casi el 100% del aluminio, del acero, del cobre, de las resinas, de los solventes y de otras materias primas usadas en el proceso de fabricación. Además de la materia prima que se recicla, CROWN recicla el material del empaquetado y del embalaje como: “chipboard”, madera de desecho y de plataformas, el atar con correa del plástico y los cubos y material de empaquetado de la bobina, entre otros.
 - ✓ Manejo de basura – tanto en la producción como después de su consumo.
 - ✓ Uso de tecnologías ambientalmente amistosas.
 - ✓ Soporte de altos índices de reciclaje para nuestros productos usando los materiales más reciclables y reciclados en nuestra producción.
 - ✓ Cumpliendo con todas las regulaciones locales, estatales, federales e internacionales en materia ambiental.
- *Capital circulante*: se refiere a la materia prima en proceso y a un inventario de producto terminado.
- *Volumen de ventas y márgenes*: pronósticos de ventas tanto mensuales como anuales.
- *Los formularios 7399 y costo de fabricación*: hacen referencia a los estados financieros de dicha empresa de forma trimestral y anual. Aquí se muestra el informe de ingresos con respecto al manejo del dinero de la empresa, todos los gastos hechos durante el periodo de tiempo que cubre y en los costos de fabricación la mano de obra, la materia prima, el producto terminado, producto en el almacén (inventario), el equipo de transporte, el mobiliario y equipo de oficina, entre otras cosas.

1.6. CLIENTES Y PRODUCTOS

Los principales clientes de la empresa son los siguientes:

- ✚ COLGATE – PALMOLIVE
- ✚ SAYER LACK
- ✚ WYETH
- ✚ BAYER
- ✚ SAN MARCOS
- ✚ LA TORRE
- ✚ LA MORENA
- ✚ SC JOHNSON
- ✚ SHERWIN WILLIAMS
- ✚ PROGRESS GOLD
- ✚ HERDEZ
- ✚ EL CONVENTO

Y los productos que se elaboran para ellos son envases de aerosoles, alimentos y pinturas como se pueden observar en la figura 4.



FIGURA 4. Clientes y productos.

1.7. COMPETIDORES

Existe una gran variedad de empresas que se dedican a fabricar envases metálicos pero en este caso los principales competidores de CROWN son los siguientes:

Grupo Zapata abastece a los mercados de alimentos, farmacéuticos, cuidado personal, químicos, industrial, entre otros, con sus diversas líneas de productos, principalmente envases, hechos en su mayoría de hojalata además de otros materiales.

Mivisa es un fabricante líder de envases metálicos de alta calidad destinados para su uso en la industria alimentaria conservera. El reconocimiento de la calidad de sus productos ha convertido a Mivisa en la empresa líder del mercado español de envases metálicos para la industria alimentaria. Su expansión internacional también es imparable, ganando cada vez más protagonismo en sus ventas, lo que la convierte en el tercer fabricante europeo en su sector.

Hoy en día Mivisa cuenta con 6 fábricas en España y con 4 en el extranjero. El objetivo en todas ellas es el de ofrecer el mejor producto a sus clientes, apostando por la calidad de sus productos, el desarrollo y la innovación.



FIGURA 5. Competidores.

1.8. ORGANIGRAMA

El tipo de estructura organizacional que se tiene es de tipo funcional clásica, es una jerarquía donde cada empleado tiene un jefe inmediato e indica de forma objetiva las jerarquías del personal. Los empleados están organizados por especialidad, tales como: calidad, litografía, costos, ensamble, clientes y planta. Cada una de ellas se subdivide con jefaturas de áreas en donde está asignado uno o varios supervisores para diferentes turnos y a su vez con algunos técnicos.

El departamento de ensamble es una organización funcional la cual hará su trabajo independiente de las demás áreas y viceversa.

El área en la cual desarrollé el proyecto fue en el área de ensamble.

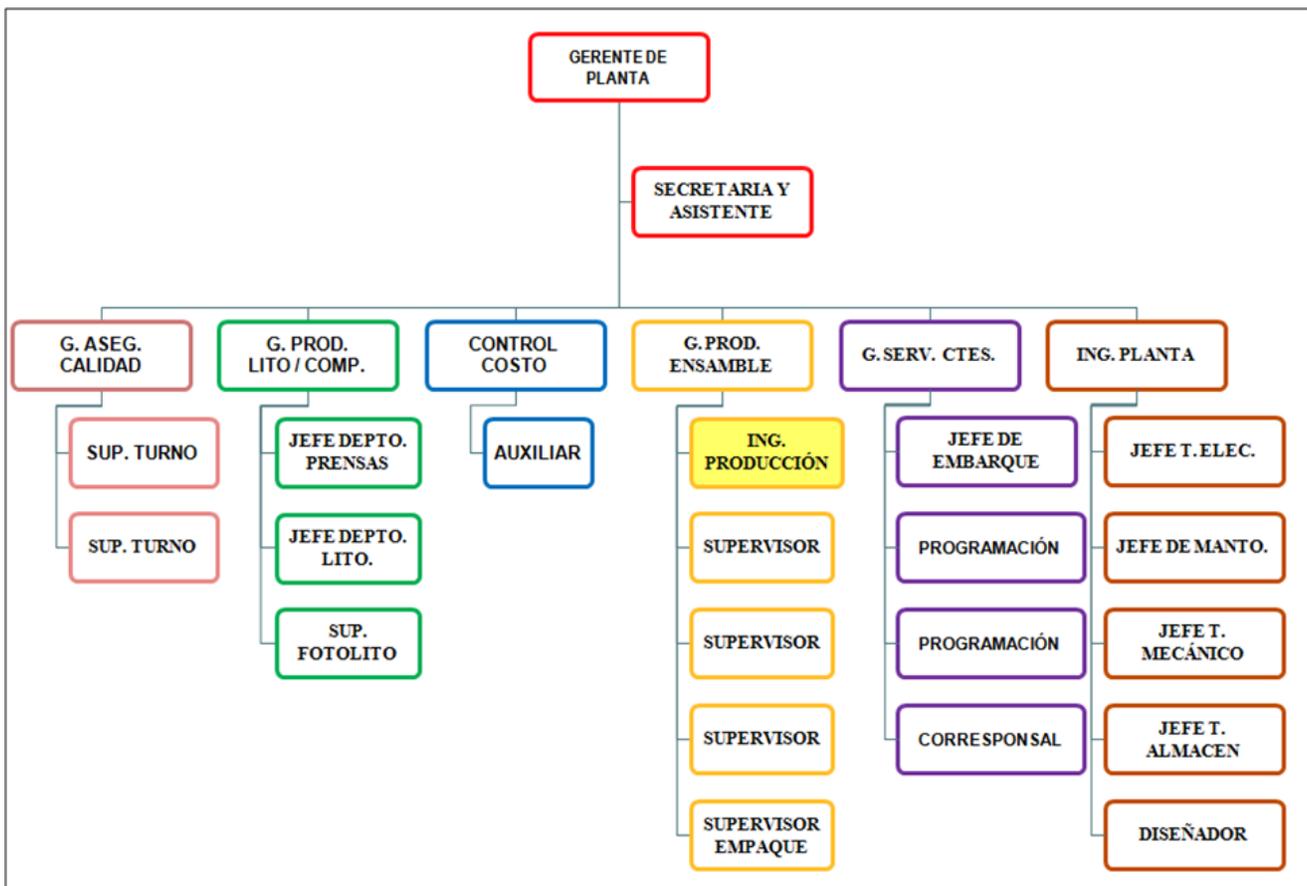


FIGURA 6. Organigrama.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO Y SU PROBLEMÁTICA

Las actividades que se llevaron a cabo se realizaron en el **área de ensamble**; ahí mi función principal consistió en:

Llevar a cabo un control de la producción para conocer la eficiencia operativa de las diferentes líneas de producción tanto de aerosoles, alimentos y pinturas, para conocer a qué velocidad está trabajando la máquina y qué cantidad de envases se obtenían por minuto, por ende conocer la eficiencia de los trabajadores, a través de un control estadístico para el análisis e interpretación de datos del producto y sus procesos, así como registrar, analizar y reconocer los tiempos improductivos del mismo.

Aplicar las herramientas de control de calidad para detectar la presencia de las causas que originan dichos paros en la líneas debido a las fallas mecánicas, para determinar las acciones correctivas a implementar, que disminuirán la fabricación de productos defectuosos, a través de métodos de control que permitan monitorear si el resultado es el esperado.

Otras actividades fueron la realización de afinaciones a los diferentes envases que se realizan con el objetivo de monitorear, calibrar y ajustar la maquinaria.

2.1. PROBLEMÁTICA

Existe demasiado tiempo muerto principalmente en la cerradora esto se debe a que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado, lo que ocasiona una pérdida de tiempo y dinero. Esta falta de mantenimiento trae como consecuencia que surjan defectos en los envases ya sea por las fallas mecánicas y / o la falta de atención del personal lo que de igual manera ocasionan dichos paros.

Además, no se utiliza ningún tipo de formato adecuado para poder identificar y controlar las fallas o defectos, por lo que hay la necesidad de generar formatos de verificación donde se le explique al operario la forma correcta de llenarlos antes de arrancar la línea así como durante el funcionamiento de la misma.

2.2. TIPO DE PRODUCTO QUE SE TRABAJA

Como se comentó anteriormente la empresa se dedica a fabricar envases metálicos de hojalata de aerosol, alimentos (con tapa abre fácil) y pintura. En las figuras 7 y 8 se muestran los esquemas de los principales productos que se fabrican, que en este caso son envases de aerosol y alimentos.

Es un recipiente hecho de hojalata, es decir, una lámina de acero recubierta de estaño por ambas caras, esto les hace tener características idóneas para el envasado como por ejemplo:

- a. Ligereza.
- b. Hermeticidad: protegen del aire, oxígeno y bacterias que pueden contaminar el contenido.
- c. Protección del contenido: estanqueidad (verificar al envase su perfecta hermeticidad) y protección contra la luz.
- d. Resistencia a la rotura.
- e. Reciclabilidad: la lata es reciclable.
- f. Decorable: pueden personalizarse mediante la impresión de litografías.

El envase de aerosol consta de tres piezas las cuales son: 1) el cono, 2) cilindro o cuerpo del bote: se elabora de acuerdo a los requerimientos del cliente, puede ser: a) acuellado; una o las dos extremidades tienen una reducción o varias, que permiten el uso de fondos más pequeños o b) liso y 3) fondo.

En el envase de alimentos de igual manera consta de tres piezas que son 1) la tapa open top (abre fácil), 2) cilindro o cuerpo del bote: se elabora de acuerdo a los requerimientos del cliente, puede ser: a) acordonado que se caracteriza por tener cordones en su pared lateral, lo que le da mayor resistencia al colapso., b) acuellado o c) liso y 3) fondo, este es colocado por la compañía empacadora por medio de una máquina cerradora

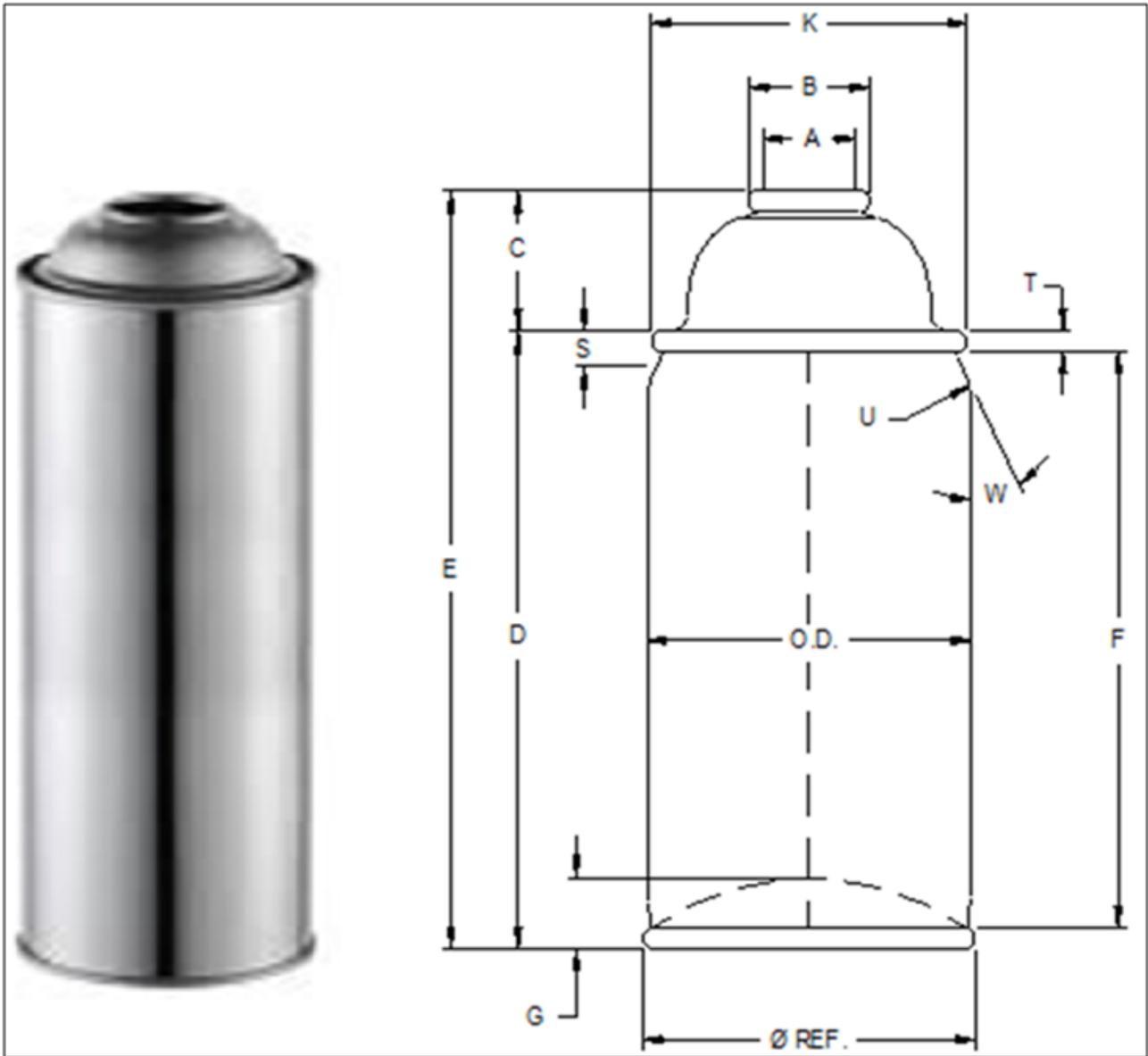


FIGURA 7. Esquema de un envase de aerosol.

REF		DIMENSIONES	
		PULG	mm
A	DIA.INTERIOR RIZO	+/- .004	+/- .10
B	DIA.EXTERIOR RIZO	+/- .010	+/- .25
C	ALT.RIZO AL DOBLE CIERRE	+/- .010	+/- .25
D	ALTURA AL DOBLE CIERRE	+/- .031	+/- .79
E	ALTURA TOTAL	+/- .032	+/- .81
F	ALTURA ENTRE CIERRES	MIN	MIN
G	ALTURA FONDO	REF	REF
K	DIA.CIERRE CONO	+/- .005	+/- .13
S	ALTURA DEL CUELLO	+/- .012	+/- .30
T	ANCHO DOBLE CIERRE	+/- .010	+/- .25
U	RADIO CUELLO		
O:D	DIA.EXTERIOR CUERPO	+/- .006	+/- .15
W	ANGULO CUELLO		

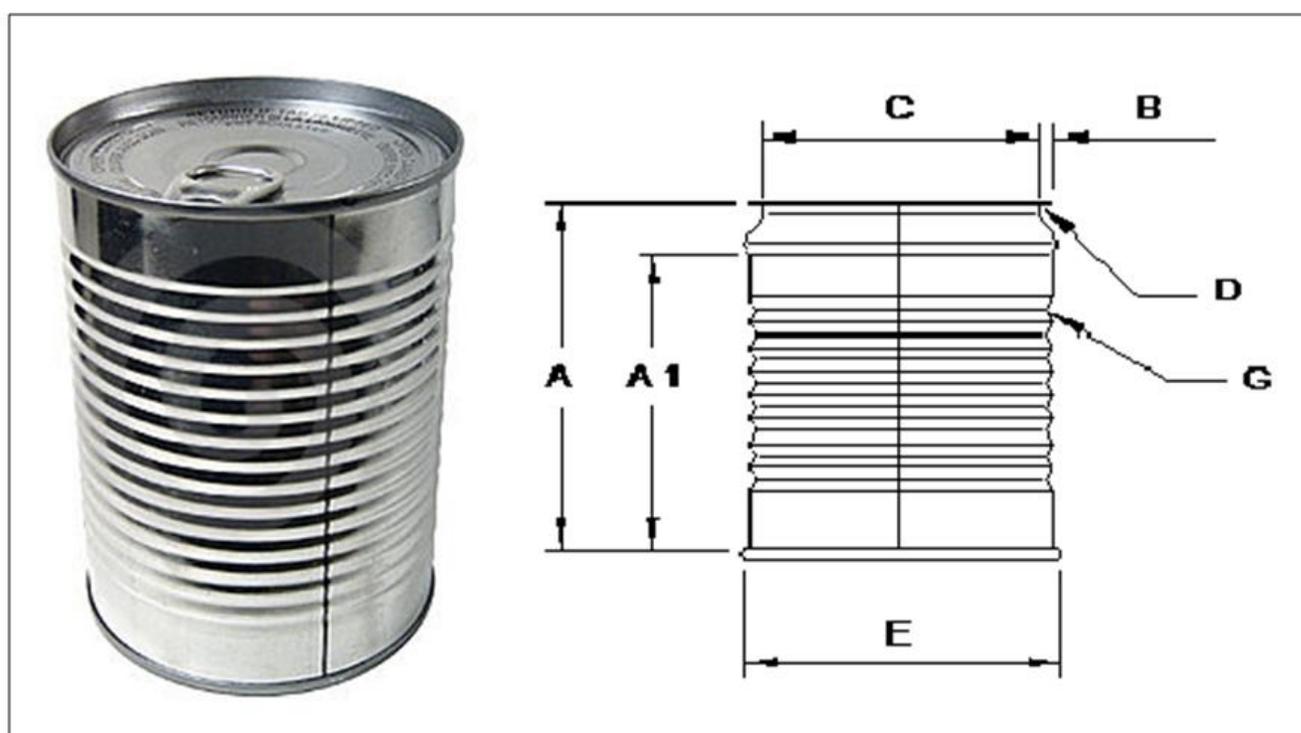


FIGURA 8. Esquema de un envase de alimentos.

REF		DIMENSIONES	
		PULG	mm
A	ALTURA TERMINADA EN FABRICA	+/- .020	+/- .51
A 1	ALTURA ETIQUETABLE	+/- .020	+/- .51
B	ANCHO DE PESTANA	+/- .010	+/- .25
C	DIA.INTERIOR DEL CUERPO	+/- .005	+/- .13
D	RADIO DE LA PESTANA (REF.)	- .090	- 2.29
E	DIAMETRO EN EL DOBLE CIERRE	+/- .015	+/- .38
G	PROFUNDIDAD DEL CORDON	+/- .005	+/- .13

2.3. DEFINICIÓN DE CERRADORA

Una cerradora es una máquina que realiza la fijación del fondo o tapa al cuerpo de un envase metálico, las cuales van a depender de la forma del envase, de su utilización y su forma de operar la máquina. Existen dos tipos de cerradoras:

- a) **De envase giratorio:** durante la operación de cierre el envase gira sobre su eje. Giran alrededor de un cabezal central donde se encuentran las levas de accionamiento. En cada cabeza va montado el conjunto formado por el chuck (*parte de la máquina cerradora que se ajusta a la tapa o fondo y la presiona contra el cuerpo del envase durante la operación de cerrado*), el plato de compresión (*pieza de la cerradora sobre la cual se asienta el bote durante la formación de cierre y el envase gira conjuntamente*) y los brazos portadores de las carretillas que se aproximan para efectuar el cierre.

El envase y la tapa son alimentados separadamente, colocándose entre el chuck y el plato, siendo el botador (*pieza de la cerradora ubicada en el centro del chuck, que empuja al envase cerrado para extraerlo, una vez concluida la segunda operación*) quien mantiene la tapa en su lugar mientras el plato sube hasta oprimir el envase contra el chuck.

En ese momento comienza a girar el conjunto, produciéndose la primera operación de cierre por la acción de las carretillas correspondientes accionadas por una leva (*pieza mecánica que sirve para transformar el movimiento circular continuo en movimiento rectilíneo alternativo o viceversa*); a continuación se efectúa la segunda operación que plancha y acaba el cierre.

- b) **De envase parado:** Para envases rectangulares, ovales, oblongos, etc. En ellas, durante el proceso del cierre, el envase no gira sobre su eje, aunque puede desplazarse, conducido por una estrella, a lo largo de una mesa. Su velocidad de cierre disminuye respecto a las de bote giratorio. En las mismas el conjunto formado por el chuck, plato de compresión y envase permanece estático, mientras un cabezal portador de los brazos de carretillas gira sobre el mismo eje del envase, generando el cierre por la acción de una leva.

En este caso, la pareja de carretillas de la primera operación, diametralmente opuestas, giran alrededor del chuck y el envase parado, ejerciendo sobre este último una presión determinada que es regulada por la leva, iniciando el cierre. A continuación y en forma similar entran en acción las carretillas de segunda operación, también posicionadas diametralmente opuestas, terminando el cierre. Acabado este, el expulsor separa el envase del chuck, acompañando al plato inferior en su movimiento de descenso.

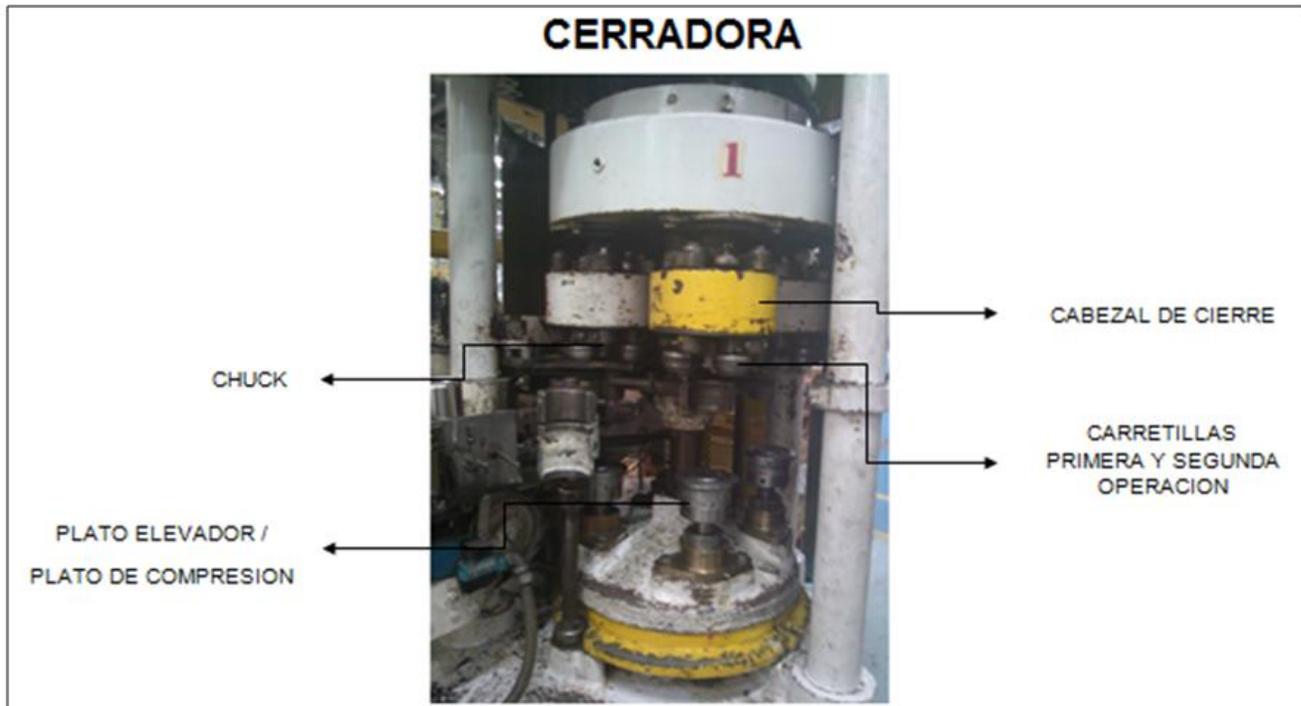


FIGURA 9. Partes fundamentales de una cerradora de envases metálicos.

2.4. ACTIVIDADES A REALIZAR

Las actividades que a continuación se presentan ya se llevaban a cabo pero no de una forma continua ni específica, por lo que, cuando ingresé se me asignó que actualizará la información correspondiente y se les diera seguimiento.

Conforme se va trabajando la información se actualiza, ordena, se hacen mejoras de forma más detallada a los informes y se busca obtener mayor calidad en la información.

2.4.1. CONTROL DE DESPERDICIO DE ENVASES METÁLICOS

Cada línea cuenta con un formato en donde el operador de turno todos los días registra la cantidad de desperdicio de envases metálicos por kilo que produce cada máquina (cortadora, formadora, monitor, horno de curado, etcétera). Al día siguiente se me proporcionan los formatos ya con la cantidad de desperdicio que se obtuvo en los tres turnos y en cada máquina y se realiza lo siguiente:

- ✚ Registro de la cantidad de desperdicio de envases metálicos en kilos, por día, por línea, por turno, por operador y por máquina.
- ✚ Comparativo entre la producción, el desperdicio de envases metálicos y R.P.I (Inspección de productos retenidos).

En la figura 10 se muestra un ejemplo del reporte acumulado del desperdicio de envases metálicos en kilos de las líneas de producción tanto de aerosoles, alimentos y pintura, así como su gráfico de forma mensual.

Este reporte como se mencionó muestra las líneas, en cada línea la cantidad de desperdicio que se produjo en los diferentes turnos, se saca una suma general para observar la cantidad de desperdicio que se obtuvo en la línea en ese día. De igual manera se obtiene una suma general para ver qué cantidad de desperdicio se generó en todas las líneas tanto en el primero, segundo y tercer turno.

Este reporte se lleva a cabo en una hoja de Excel en donde se desarrolló una fórmula en donde se indica la siguiente condición: Si la cantidad de desperdicio es igual o mayor a los 2000 kilos se va poner la celda en color rojo, si es igual o mayor a 1000 kilos y menor o igual a 1999 se va en poner en color amarillo y finalmente menor o igual a 999 kilos se pone en color verde.

Finalmente se grafica la cantidad de desperdicio que se obtuvo en las diferentes líneas de producción.

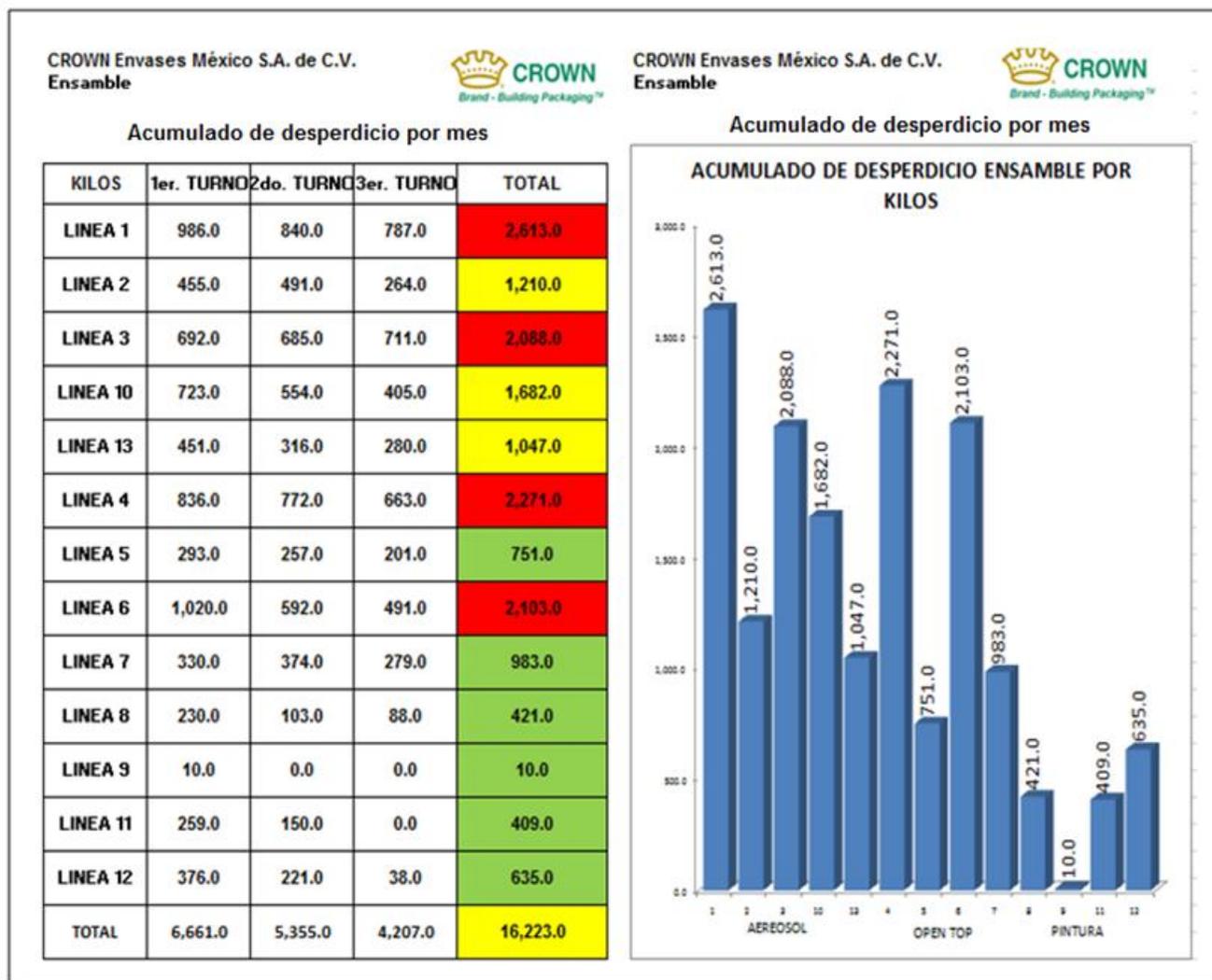


FIGURA 10. Control de desperdicio por mes.

En la figura 11 se hace un comparativo al mismo tiempo de los tres turnos de todas las líneas esto con la finalidad de poder observar que turno es el que genera mayor desperdicio de envases metálicos y como se puede ver el primer turno en todas las líneas es el que genera mayor cantidad de desperdicio de envases metálicos.

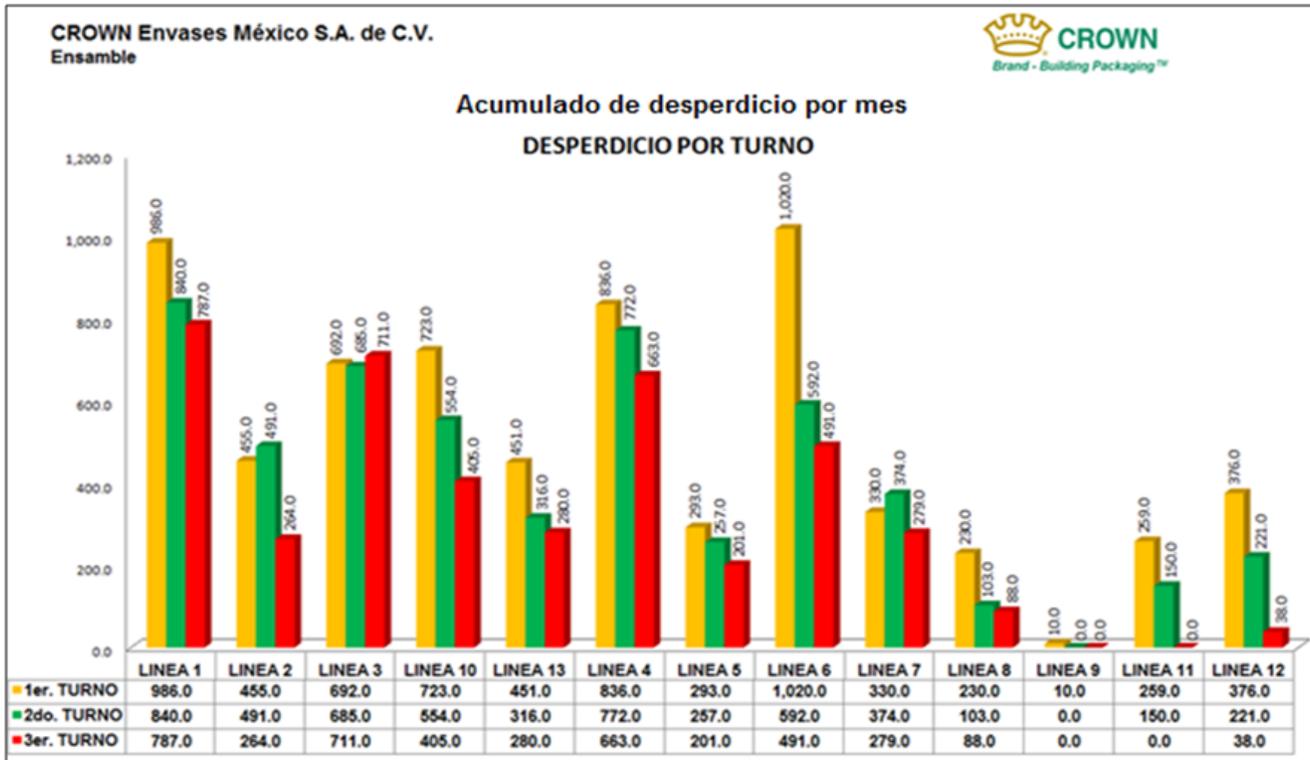


FIGURA 11. Control de desperdicio Acumulado por turno y por línea.

2.4.2. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Se realizaron diagramas de flujo de proceso de la fabricación de envases de aerosol, alimentos y de pintura además de tomar el tiempo que dura cada operación.

Además se realizó una distribución de planta para poder visualizar el espacio necesario para instalar un brazo mecánico en una línea de alimentos que fabrica envases de leche. Esto con la finalidad de que el operador no cargue el bulto de los cuerpos de las láminas al alimentador de hojas (magazine) de la formadora, debido a que el calibre de la lámina es muy pesado.

Finalmente se tomaron los tiempos muertos de diferentes líneas con el propósito de corroborar que los tiempos que registran los operadores coincidan con los que yo estaba registrando.

En esta figura 12 se muestra un ejemplo del diagrama de flujo de proceso para la elaboración de un envase de aerosol. Por lo que a continuación se va a describir a detalle cada una de sus etapas.

Se toma un bulto de lámina del almacén de hojalata; con la ayuda de un montacargas es trasladado al alimentador de hojas automático; la máquina cortadora o de cizalla corta las hojas de lámina en cuerpos, que son transportados a la máquina formadora o soldadora que es la encargada de doblar los cuerpos en cilindros que son unidos por medio de un cordón de soldadura; pasa al monitor de soldadura en el cual va a checar que el cuerpo del envase se haya soldado adecuadamente y en caso de lo contrario lo expulsa de forma inmediata, en la parte interior y exterior del cilindro se le agrega barniz.

En el horno de curado el calor hace que el barniz se adhiera a la costura del cilindro, esto se hace para evitar que el producto que se está envasando tenga contacto con el metal y evitar cualquier tipo de oxidación en el cilindro. Posteriormente los cilindros son transportados a la máquina acuelladora tanto de primera como de segunda operación (si el cliente lo solicita) esta va a formar tanto en la parte inferior como superior cuellos, son trasladados a la máquina pestañadora que es la encargada de abrir el cilindro formando rebordes a ambos extremos.

Al salir de la máquina el cilindro es trasladado a la máquina de cerradora, que es donde se coloca el fondo y posteriormente el domo (cono) y se realiza el doble cierre. Una vez que se realiza el doble cierre se traslada a la máquina de probadora de aire que es la encargada de verificar que no exista ningún tipo de fuga en el envase.

Posteriormente el envase se traslada a la máquina paletizadora en donde los envases son depositados en camillas y que por inspección visual se verifica que el envase cumpla con las especificaciones, luego se agrupan en tarimas y se forman los denominados pallets, se les coloca el fleje que es una cinta plástica que sujeta al pallet, posteriormente se le coloca el film stretch(plástico para envolver) y son trasladados a la bodega de producto terminado.

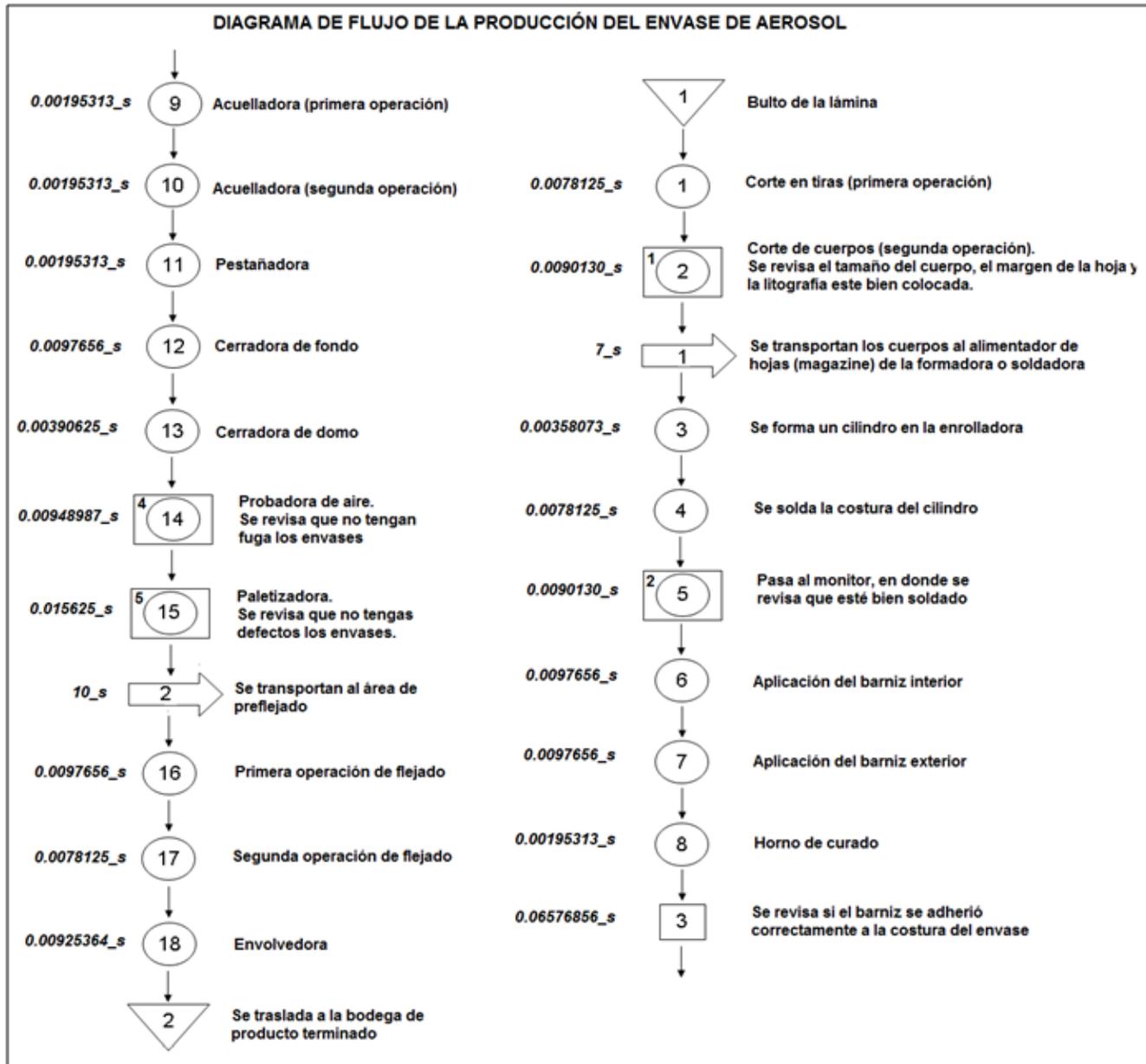


Figura 12. Diagrama de flujo del aerosol.

2.4.3. ESTADÍSTICA DE TIEMPOS MUERTOS

De forma diaria los operadores de cada línea y de cada turno se encargan de llenar los formatos de tiempos muertos para dar a conocer el periodo de tiempo durante el cual la maquinaria dejó de funcionar así como el motivo.

Posteriormente se recogen esos formatos y se captura la información en donde se coloca el tiempo muerto. Aquí abarca toda la maquinaria como por ejemplo la cortadora, formadora, monitor, barniz interior o exterior, horno de curado, acuelladora (primera o segunda operación), pestañadora, cerradora (fondo o domo), probadora y empaque. Las demoras externas en cuanto al retraso de la lámina, retraso de los componentes, componentes defectuosos, cuestiones de mantenimiento, es decir, los cambios de diseño (litografía en lámina), cambios de medida y de limpieza, además se realiza un diagrama de Pareto para observar, analizar y aplicar soluciones.

En la figura 13 es el ejemplo del reporte que se entrega de forma mensual en el cual se muestra de forma gráfica la cantidad de tiempo muerto (en horas) de las diferentes máquinas para la elaboración del producto.

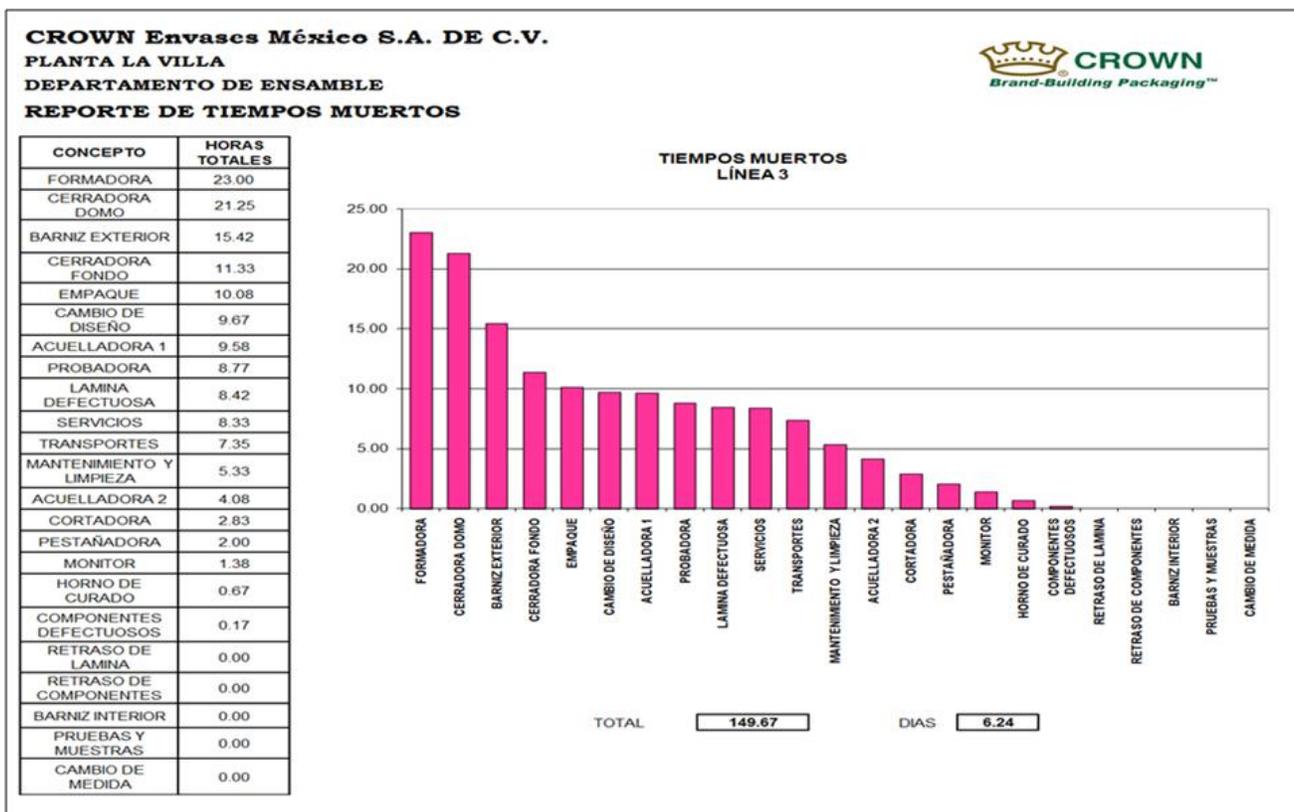


FIGURA 13. Estadística de tiempos muertos.

2.4.4. REALIZACIÓN DE AFINACIONES DE LOS ENVASES METÁLICOS DE AEROSOL Y ALIMENTOS

Esta actividad consiste en medir las diferentes partes de los envases tanto internas como externas con la finalidad de corroborar que se encuentran dentro de especificación, así como una inspección visual del envase, es decir, que no presenten defectos, principalmente estas nos ayudan cuando se ha llevado un cambio de medida.

Se toman 5 muestras de las diferentes estaciones que componen a la pestañadora, la cerradora de fondo y la de domo por lo que en total son 60 envases a medir. Cuando se comienzan a hacer las mediciones se van registrando en ciertos formatos los cuales nos sirven para poder monitorear si la máquina está funcionando correctamente, si hay que ajustarla o solamente ajustar una estación y además se da prueba en llegado caso de que exista alguna auditoria.

En seguida se van mencionar las partes a medir de un envase de aerosol como de alimento y así como sus esquemas de los envases en donde se indican las partes a medir (figura 14 y 15).

- ❖ Mediciones del envase de aerosol
 - ✓ Altura pestañada (A)
 - ✓ Ancho de pestaña delantera y trasera (B)
 - ✓ Altura terminada en fabrica (C)
 - ✓ Espesor del cuerpo (fondo) (D)
 - ✓ Altura terminada para el cliente (E)
 - ✓ Profundidad de la unidad
 - ✓ Altura total (E)
 - ✓ Espesor del cuerpo (cono) (F)
 - ✓ Profundidad del cono
 - ✓ Dimensión C (G)
 - ✓ Diámetro K (H)
 - ✓ Gancho de cuerpo de tapa y de fondo
 - ✓ Gancho de fondo y cono
 - ✓ Traslape de fondo y cono

- ❖ Mediciones del envase de alimentos
 - ✓ Altura pestañada (A)
 - ✓ Ancho de pestaña delantera y trasera (B)
 - ✓ Altura terminada en fabrica (C)
 - ✓ Profundidad de la unidad de fondo o tapa
 - ✓ Gancho de cuerpo de tapa
 - ✓ Gancho de cuerpo
 - ✓ Traslape

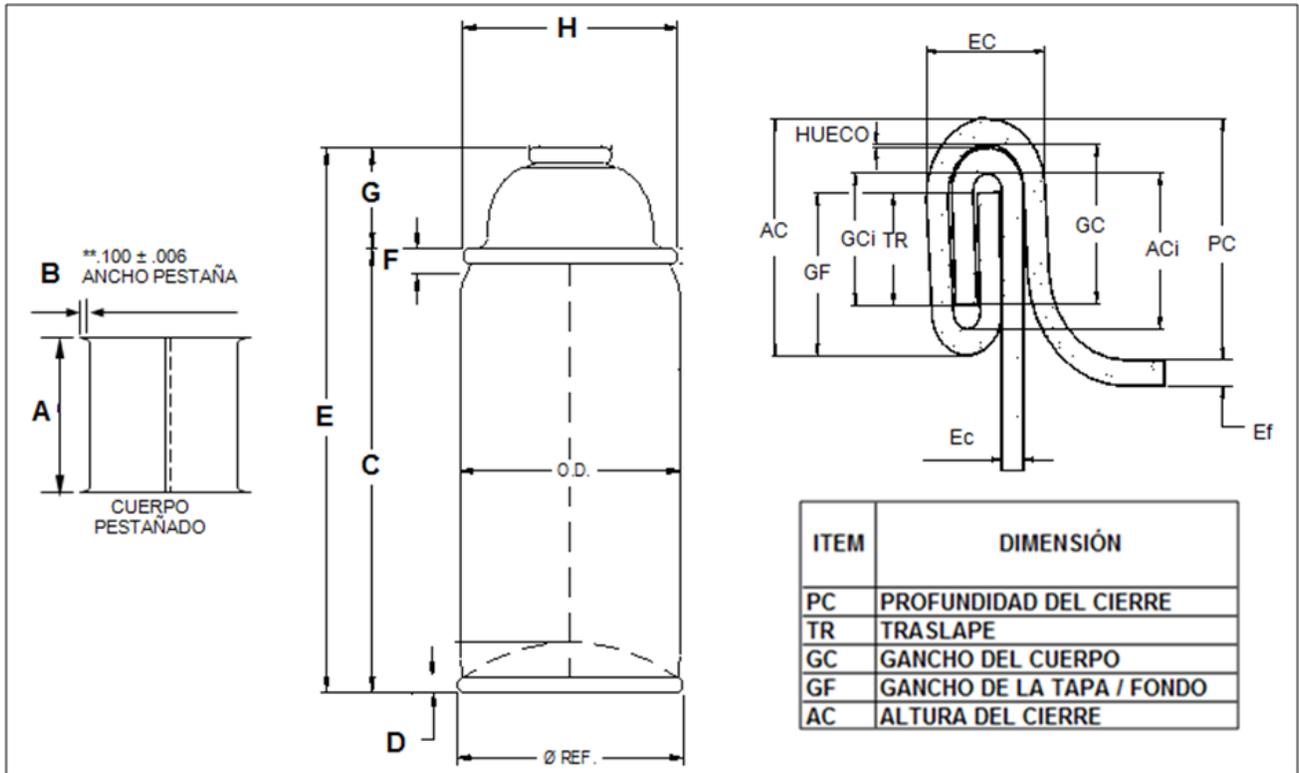


FIGURA 14. Esquemas para medir envases de aerosol.

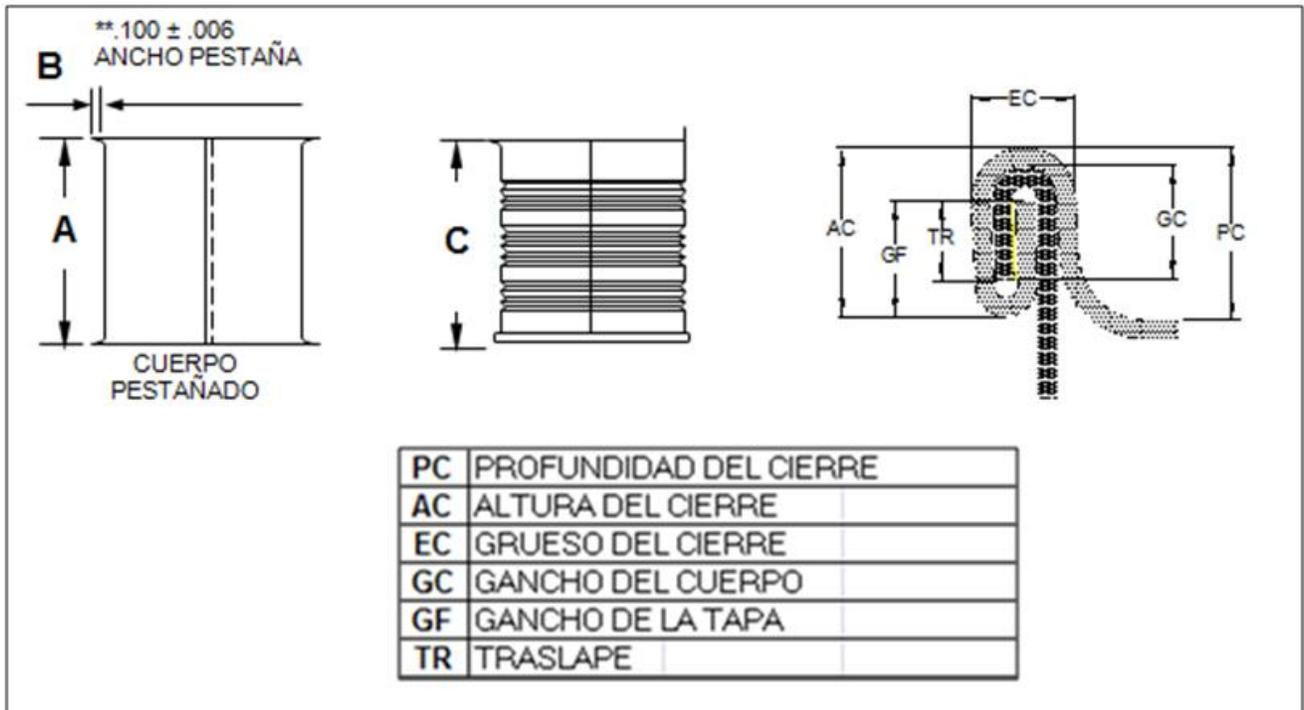


FIGURA 15. Esquemas para medir envases de alimentos.

2.4.5. ESTADÍSTICA DEL R.P.I. (INSPECCIÓN DE PRODUCTOS RETENIDOS)

El área de calidad se encarga de inspeccionar y registrar cuantos pallets se han retenido por defecto, por turno, supervisor y operador de forma diaria. Posteriormente ellos mandan ese registro y las actividades a desarrollar son las siguientes:

- ✚ Desarrollo de gráficos de la cantidad de productos retenidos por turno, por operador, por supervisor, por línea y por defectos de forma general.
- ✚ De forma más específica se gráfica cada una de las líneas mencionando que defectos presentaron como por ejemplo si tienen fugas, si están golpeados, si presentan ralladuras, mala aplicación del barniz, falsos cierres, etcétera.
- ✚ Comparativo de productos retenidos contra la producción, es decir, la cantidad de producción que se obtuvo a lo largo mes por turno, se mencionan los defectos de esos envases y su cantidad; finalmente se obtiene un porcentaje de R.P.I.

En la figura 16 se observa un ejemplo de los gráficos anteriormente mencionados en donde se presenta la cantidad de envases retenidos que se obtuvieron a lo largo del mes y en los turnos correspondientes, de igual manera si existió o no alguna devolución.

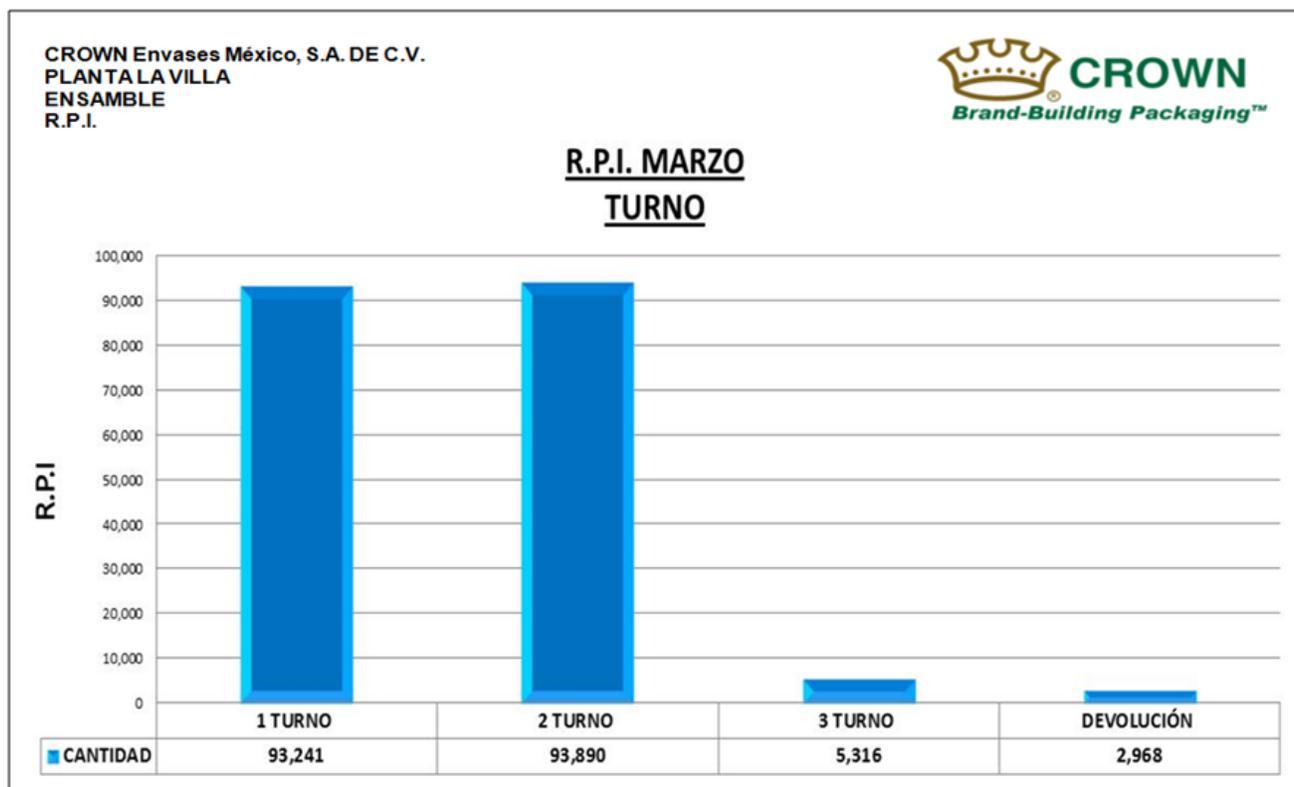


FIGURA 16. Estadística de inspección de productos retenidos.

En la figura 17 se presenta otro grafico en cual de forma general muestra los defectos que se obtuvieron en todas las líneas así como su cantidad.

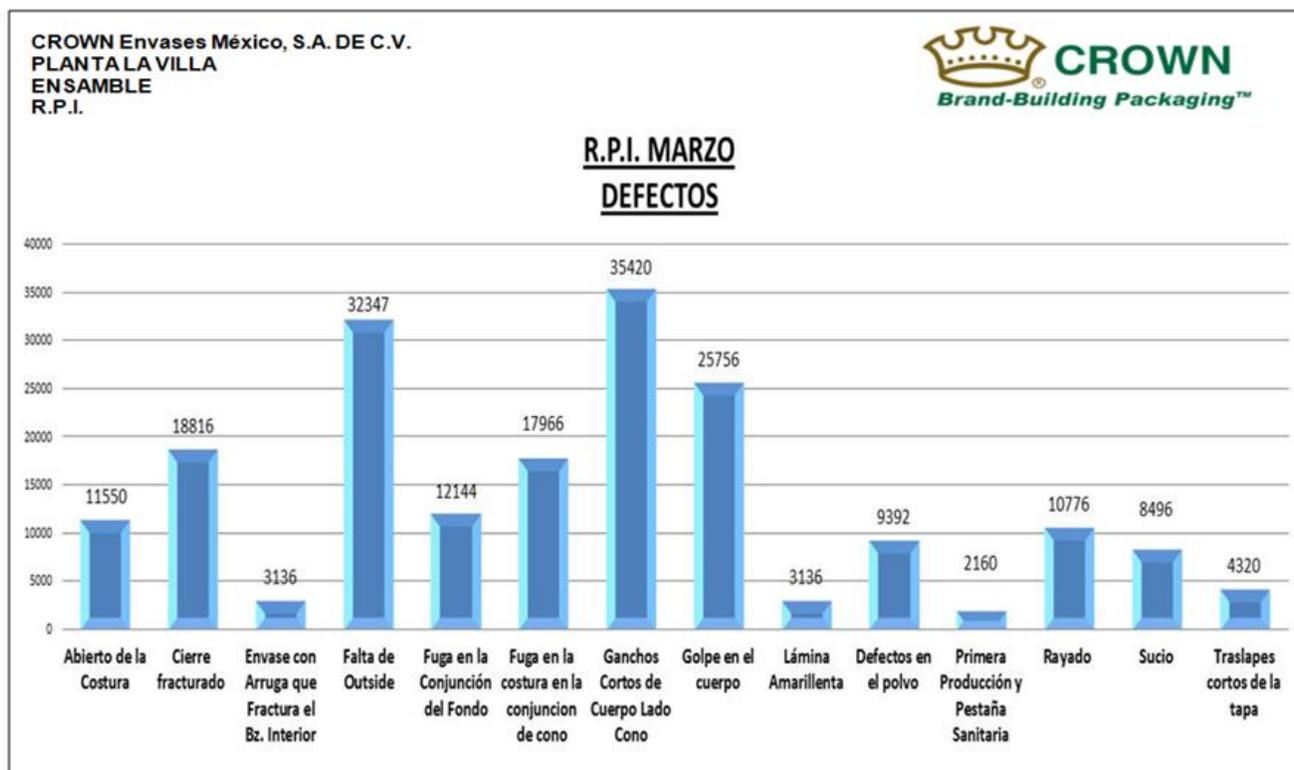


FIGURA 17. Estadística de inspección de productos retenidos.

2.4.6. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN POR HORA Y EL ACUMULADO POR TURNO

En este reporte se lleva el control de la producción de las diferentes líneas de la planta. En cada línea de producción se registra la medida del envase, su diseño, la producción que se obtuvo en los tres turnos, una suma total de la producción de los tres turnos, la cantidad de desperdicio en kilos y en envases, también se registra la eficiencia operativa con la que trabaja la línea y el número de horas, por último la cantidad de productos retenidos en ese día.

En la parte inferior del registro se obtiene la cantidad de producción que se obtuvo en todas las líneas tanto del primero, segundo y tercer turno. Finalmente se obtiene un total general de la producción.

CROWN Brand - Building Packaging™		REPORTE DE PRODUCCION - ENSAMBLE										Fecha	Lunes, 31 de marzo de 2014						
LINEA	MEDIDA	DISEÑO	PRODUCCION										Lote 90				% EFICIENCIA	HORAS	
			UNIDADES X PALLET	NUMERO DE PALLETS	1ER TURNO	UNIDADES X PALLET	NUMERO DE PALLETS	2DO TURNO	UNIDADES X PALLET	NUMERO DE PALLETS	3ER TURNO	UNIDADES X PALLET	NUMERO DE PALLETS	3ER TURNO	DESPERDICIO (KG)				
			SUPERVISOR	RICARDO HIGUERA	SUPERVISOR	MARTIN LOPEZ	SUPERVISOR	OCTAVIO PINEDA	TOTAL	1er TNO	2do TNO	3er TNO	% DESPER.						
AEROSOL																			
1	202/204/205X710	65#.20 Sanitario	3,036	17	51,612	3,036	12	36,432	3,036	23	69,828	157,872				80.51			
					51,612			36,432			69,828		0	0	0	3.036			
												157,872				1.89%			
2					0			0			0								
					0			0			0		0	0	0				
												0	0	0		R.P.I.			
												0				#DIV/0!			
3	207.5/210/211x604	65#.20 Sanitario c/out side	2,280	14	31,920	2,280	18	41,040	2,280	43	98,040	171,000				63.96			
					31,920			41,040			98,040		0	0	0				
												171,000				0.00%			
												0				89.84			
10	202x 406	65#.20 Sanit. c/int. Bz Dorado	5,175	11	56,925	5,175	1	5,175			0	62,100				4.99			
	202x 406	65#.20 Sanit. c/int. Bz Dorado			0	3,450	1	3,450			0	3,450							
					56,925			8,625			0		0	0	0				
												65,550				0.00%			
13	202/204/205X802	65#.20 Sanitario			0			0	2,530	8	20,240	20,240				70.30			
	202/204/205X802	65#.20 Sanitario			0			0	1,660	1	1,660	1,660				5.77			
					0			0			21,900		0	0	0				
												21,900				0.00%			
OPEN TOP																			
4	303/307x304	65#.20 F.O. Tapa mivisa	624	1	624	3,136	3	9,408	3,136	18	56,448	66,480				#DIV/0!			
					624			9,408			56,448		0	0	0				
												66,480				0.00%			
5	209/211x300	65#.20 F.O. Bco/Transparente	5,760	1	5,760			0			0	5,760				9.99			
					5,760			0			0		0	0	0				
												5,760				0.00%			
6	502x614	85#.20 F.O. Acordonado para	630	74	46,620	180	1	180			0	46,800				60.45			
					46,620			180			0		0	0	0				
												46,800				0.00%			
7	201/202x204	60#.20F.O. Bz Int. Bco	11,550	1	11,550	11,550	1	11,550	11,550	4	46,200	69,300				54.56			
					11,550			11,550			46,200		0	0	0				
												69,300				0.00%			
8	401x411	75#.20 F.O. Bco/Transparente			0	3,120	4	12,480	3,120	9	28,080	40,560				43.18			
					0			12,480			28,080		0	0	0				
												40,560				0.00%			
PINTURA																			
9					0			0			0	0							
					0			0			0		0	0	0				
												0				#DIV/0!			
11					0			0			0	0							
					0			0			0		0	0	0				
												0				#DIV/0!			
12	404x502	Nitrocelulosa Sayer Lack	1,242	7	8,694			0			0	8,694				23.52			
	404x502	Nitrocelulosa Sayer Lack	136	1	136			0			0	136				0.37			
	404x501	70#.20 T.T.P. Sanitario			0	2,100	7	14,700			0	14,700				39.76			
					8,830			14,700			0		0	0	0				
												23,530				0.00%			
					213,841			134,415			320,496	668,752							
					0			0			0	0							
					0			0			0	0							

FIGURA 18. Reporte de control de producción.

2.4.7. DESARROLLO Y MODIFICACIÓN DE PROGRAMAS (HOJAS DE CÁLCULO) PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Una de las actividades desempeñadas fue mejorar los diferentes reportes que se entregan al área con la finalidad de obtener información de una forma más clara, sencilla, directa y rápida. Anteriormente en el reporte de producción se tenía que escribir la medida del envase, el diseño del envase, la velocidad de la línea, el día (fecha en la que labora), realizar de forma manual la equivalencia de kilos a envases del desperdicio de los botes así como el porcentaje de R.P.I. (Inspección de productos retenidos).

Después de ver el tiempo que se tardaban en entregar el reporte y de corregir posibles errores de captación, se decidió buscar la manera de automatizarlo aplicando hojas de cálculo, para lo que se utiliza algunas de las funciones y comandos de Excel.

Lista desplegable de datos: es una colección de datos válidos que se genera a partir de los valores ubicados en un rango de celdas. Los valores de dicho rango de celdas son los que dan forma a las opciones de una lista. Las listas desplegables se muestran dentro de una celda como una flecha que nos permite elegir el valor deseado.

Esta función se utilizó para seleccionar la medida del envase y el diseño sin necesidad de escribirla.

Función SI: actúa como una función lógica permitiendo comprobar si ciertas condiciones son verdaderas o falsas., es decir, si una condición es cierta, realice la acción A; o en otro caso, realice la acción B. Para realizar la pregunta lógica se utilizó el operador de comparación “=” para preguntar si dos valores son iguales.

Se determinó la equivalencia de kilos a envases y la condición es la siguiente:

=SI(“la medida del envase”=”la medida del envase en kilos”, “la cantidad de envases por kilo”).

La condición para conocer cuál es la velocidad de la línea con respecto a la medida:

=SI(“la medida del envase”=”la medida del envase con respecto a su eficiencia”, “la velocidad con la que trabaja la línea”).

Además de utilizar la regla de tres para poder obtener el porcentaje de R.P.I., el cual se obtiene de la siguiente manera:

=la cantidad de R.P.I. que se registro * 100/ producción total + desperdicio total (envases).

Función HOY()+1: muestra la fecha actual más un día, la finalidad de utilizarla fue de vincular la hoja anterior agregándole un día extra para que nos de la fecha actual.

Función SUMA: sirve para efectuar sumas rápidas de un cierto rango.

Con esta se obtiene la cantidad de producción de los tres turnos por línea, la producción total por turno de todas las líneas y la producción en general por día, pero sobre todo se desarrolló una suma total en donde se indica la cantidad total de producción al mes y en sus diferentes turnos.

Igualmente se utilizó la herramienta “vinculo” la cual permitió copiar los datos de una hoja a otra tanto del mismo libro como de libros diferentes y lo que es más importante dicho vínculo hace que, si el dato de la hoja inicial u origen cambia, éste también.

Un ejemplo es cuando se grafica el acumulado de la producción del mes ya que no se volvió a realizar la suma sino que de la hoja original se vinculó con la hoja donde se querían realizar las gráficas.

2.4.8. PARTICIPACIÓN OCASIONAL DEL INVENTARIO DE COBRE A FIN DE MES

Esta función no formó parte de mis actividades debido a que el área de almacén es el encargado de registrar las llegadas y salidas de las tongas de cobre, las bobinas (la lámina con la que se fabrica el envase), refacciones entre otras cosas, por lo que ellos deben de realizar todo el inventario principalmente el de alambre de cobre ya que la falta de cobre ocasiona una significativa pérdida de dinero,

Tuve la oportunidad de informarme acerca de este procedimiento desde cómo se hace llegar los materiales hasta la colocación a cada una de las líneas. A continuación se describirá brevemente dicho procedimiento.

El inventario de cobre consiste en hacer un conteo de todas las tongas de cobre que se utilizaron a lo largo del mes. NOTA: Cada tonga tiene 1000 kilos aproximadamente de alambre de cobre.

Se checa cuántas tongas se han utilizado a lo largo del mes, cuántas aún están en almacén, y cuántas están trabajando, si están trabajando se pesan para checar cuantos kilos le falta para que se termine y en llegado caso si existió algún cambio de tonga en cuanto al diámetro del alambre de cobre, esto se debe a que se hizo algún cambio de medida en el tamaño del envase a lo largo del mes.

También se pesa la cantidad de desperdicio de cobre (que son las placas de cobre que arroja la formadora una vez que se ha soldado el envase) con sus respectivos contenedores.

Una vez que se obtienen los datos se elaboran etiquetas, se pegan en todas las tongas y contenedores, en las etiquetas se registra de que línea es, que diámetro de alambre de cobre, el peso neto del alambre de cobre, el peso neto del contenedor, la fecha de entrada y de salida. Y finalmente esos datos se registran en otra hoja de cálculo.

Este procedimiento se realiza todos los lunes del mes pero en mi caso solo participé tres ocasiones.

2.5. CADENA DE SUMINISTRO

Como se sabe, las empresas deben cumplir con una serie de procedimientos para ofrecerle al consumidor final no solo el servicio o el producto terminado, sino la satisfacción que éstos desean obtener. Generalmente, las organizaciones tienen el reto de dar respuesta rápida a los requerimientos de sus clientes; para lograr esto, es necesario contar con soluciones tecnológicas que les permitan intercambiar de forma automática el flujo de información e integración de las diferentes partes de la cadena de suministro.

La falta de coordinación y comunicación en las etapas de compra, producción, almacén y distribución, pueden representar un exceso de inventarios o falta de productos y por ende, incrementar costos y pérdidas de almacenaje.

A continuación se va a presentar la cadena de suministro de Crown.

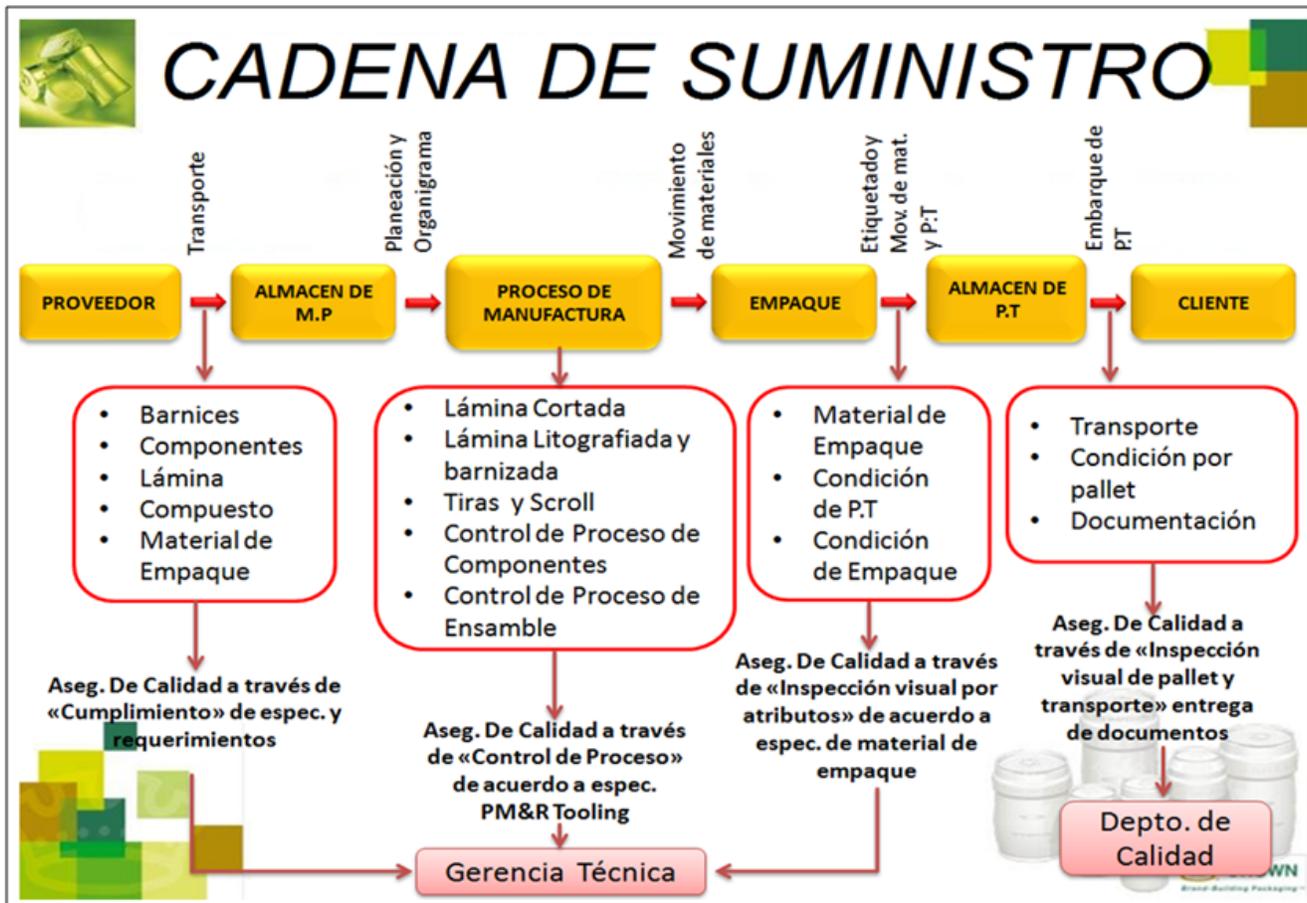


FIGURA 19. Cadena de suministro de Crown.

El reto de la calidad en la cadena de suministro debe encaminarse a mejorar los servicios de entrega, puntualidad y costos asociados al suministro de bienes y servicios. Para mejorar la calidad de la cadena de suministro habrá que promover: el diseño de estrategias basadas en diagnósticos precisos y de acciones sistemáticas encaminadas a obtenerla. Para esto se debe documentar permanentemente el desarrollo de las acciones, la organización adecuada de información y de indicadores precisos acerca del avance y finalmente requiere abordar los problemas de manera planeada.



FIGURA 20. Calidad en la cadena de suministro.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. ESTRATEGIAS

Las acciones que se tomaron para obtener mejores resultados y poder alcanzar los objetivos comprende de la aplicación del método de mantenimiento de calidad por Hinshitsu Hozen ya que su objetivo principal es tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo de cero defectos.

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen un impacto directo en las características de calidad del producto. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante (Rey Sacristán, 2003).

El método seleccionado para el desarrollo de este proyecto corresponde al ciclo de Deming que consiste en planear, hacer, verificar y actuar como se observa en la siguiente figura (Gutiérrez Pulido, 2010).

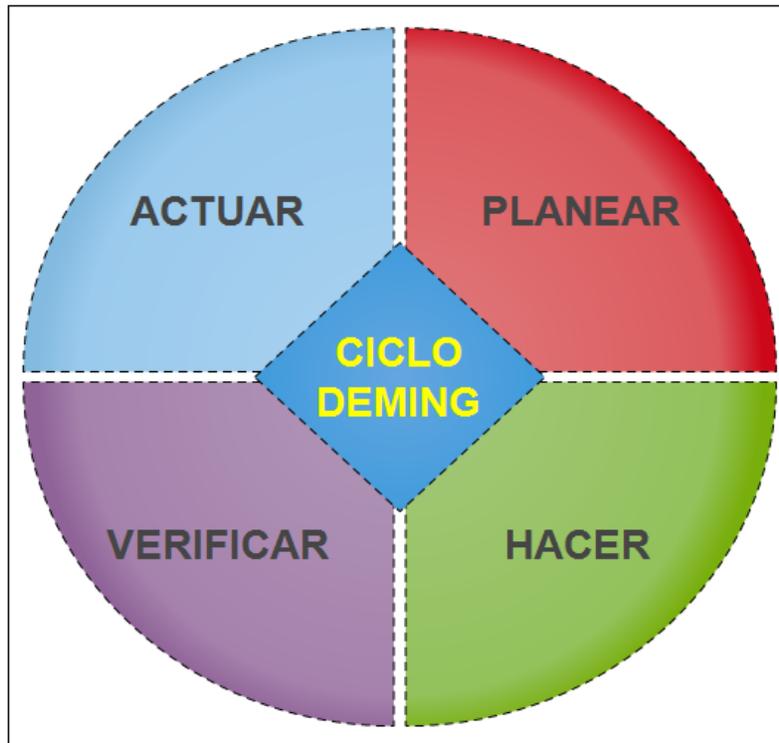


FIGURA 21. Ciclo de Deming.

3.2. METODOLOGÍA

A continuación se describirá la metodología que se utilizó para llegar a las causas de fondo de los problemas realmente importantes y no quedarse en atacar solamente efectos y síntomas.



3.3. RESULTADOS

3.3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la gráfica se muestra el comportamiento global de los paros no programados con los datos proporcionados de los reportes de tiempos muertos durante el 2013 por lo que se hizo un diagrama de Pareto para identificar qué máquina tiene mayor frecuencia de paro.

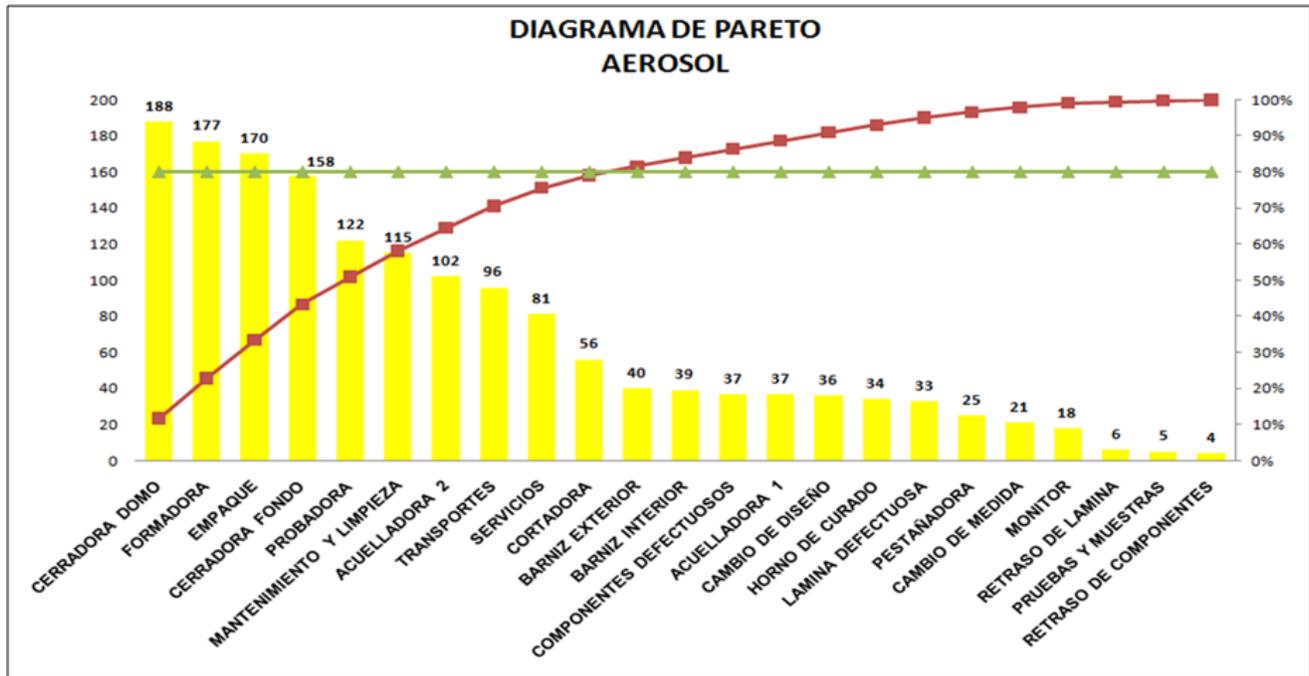


FIGURA 22. Diagrama de Pareto anual 2013.

Como se observa en la gráfica anterior la cerradora fue la máquina que mayor frecuencia de paro tuvo a lo largo del 2013, por lo cual es el punto principal en que se basará el siguiente trabajo.

3.3.2. OBSERVACIÓN

Se recopiló la información histórica de la frecuencia de paro de la línea tomando en cuenta cuatro puntos: tiempo, lugar, tipo y causa. Para este proyecto se toman en cuenta los paros ocasionados por fallas de equipo; para la obtención de los datos se estuvo observando durante varios días el funcionamiento de la línea y los paros en la cerradora que como se observa en la gráfica anterior es la que tiene mayor tiempo de paro.

Los paros no planeados generan:

- a) Alto costo de mantenimiento correctivo (tiempo de paro de planta, trabajos urgentes o efectuar reparaciones improvisadas y dinero en gasto de refacciones).
- b) Alta cantidad de desperdicio por envases defectuosos (golpeados, rayados, sucios, etc.), es decir, si la producción comienza a salir con alguna deficiencia el operador debe detener la línea para detectar el defecto y el porqué la máquina está generándolo, por lo que se tiene que desechar todos los envases que salieron con esos defectos.
- c) Incumplimiento en el programa de producción.

3.3.3. ANÁLISIS

Las principales partes de la cerradora que ocasionan un paro no programado en la línea son:

- ✚ Carretilla de primera y segunda operación
- ✚ Plato elevador o plato de compresión
- ✚ Chuck
- ✚ Cubierta de fondo
- ✚ Gancho de cuerpo
- ✚ Mano de obra



FIGURA 23. Máquina cerradora de envases.

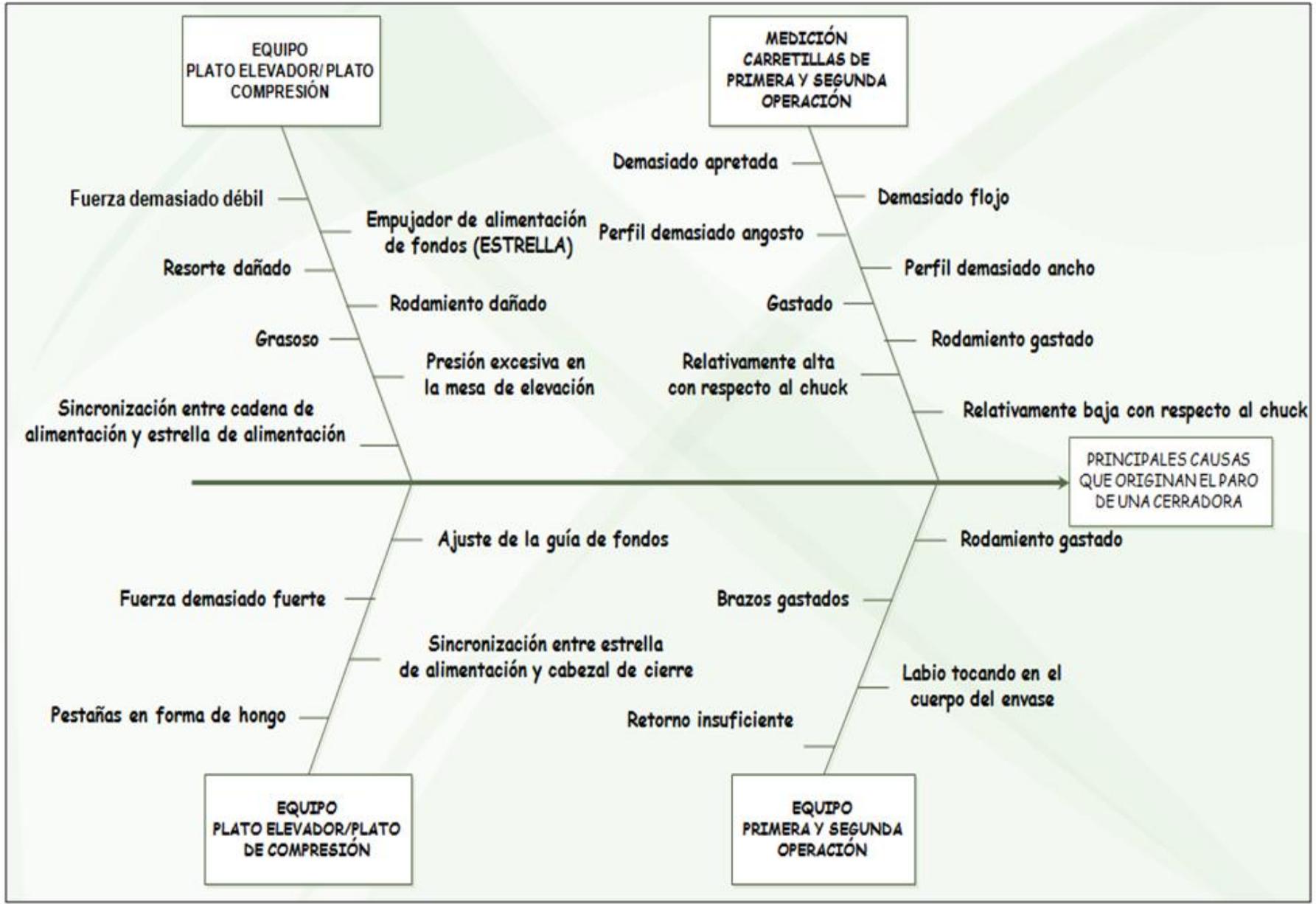


FIGURA 24.a. Diagrama de causa – efecto.

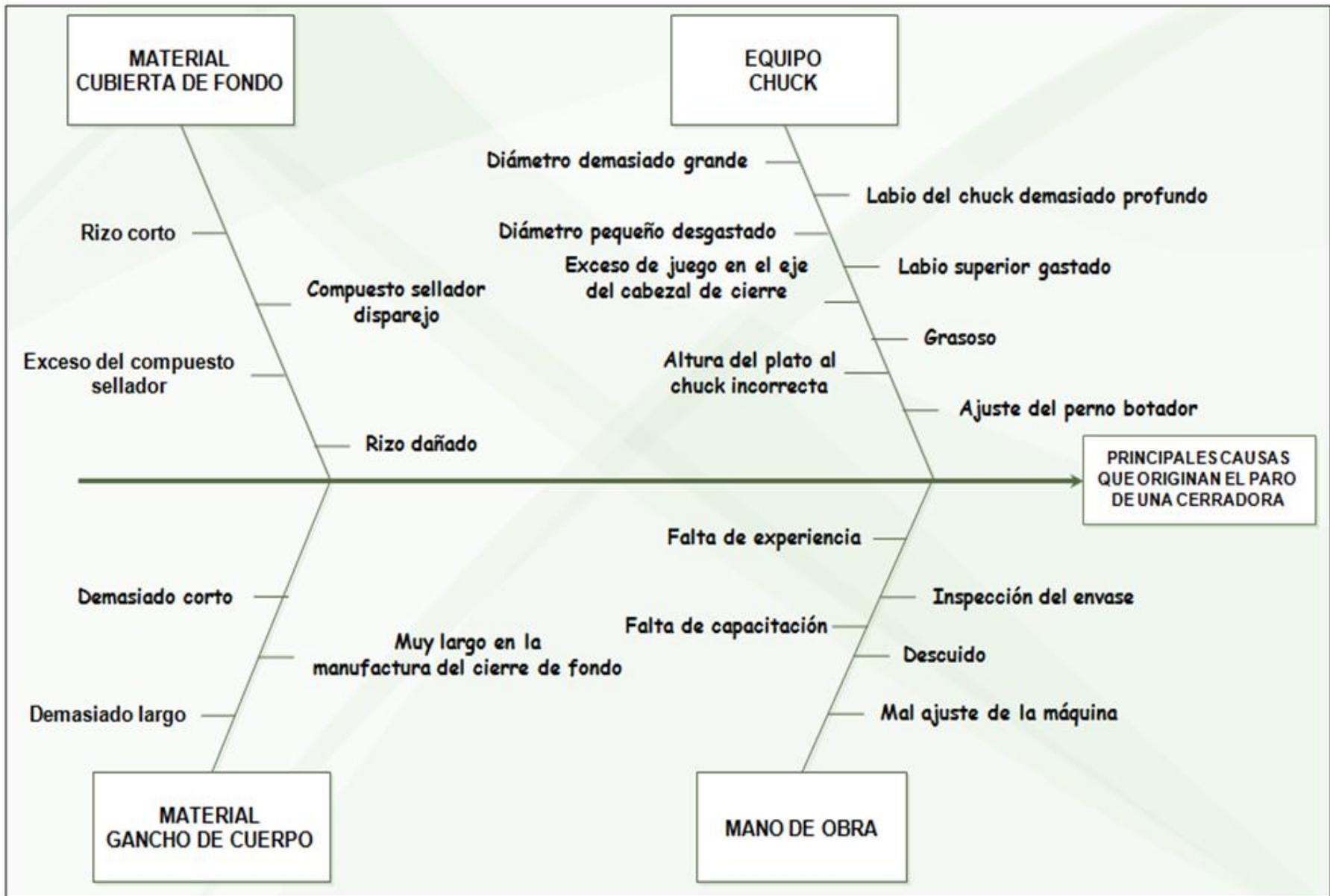


FIGURA 24.b. Diagrama de causa – efecto.

3.3.3. A. CARRETILLAS DE PRIMERA Y SEGUNDA OPERACIÓN

El “cierre” es el sellado hermético que se realiza entre el cuerpo del cilindro y su fondo o domo. Se trata de un proceso de deformado del metal, que consta fundamentalmente de dos operaciones.

Las carretillas son las piezas que realizan la operación de deformado del metal, para configurar los ganchos de cuerpo, fondo y el enlace entre ellos. Las hay de dos tipos:

- ❖ De primera operación tienen como fin fundamental enrollar el ala del fondo alrededor del gancho del cuerpo, al tiempo que forma este.
- ❖ De segunda operación tiene como objetivo apretar y planchar el cierre ya iniciado, para lograr la hermeticidad del mismo.

Tienen una garganta, o zona de trabajo, conformada con unas siluetas de forma especial, denominados “perfiles de cierre”. Este perfil es de forma variable según sea de primera o de segunda operación, dependiendo de las características o especificaciones del ala o panel de cierre del fondo o domo del envase, y del grosor del material que va a ser sellado.

Como regla general, cuanto más grande es el tamaño del ala del fondo o domo y más grueso es el material, más ancho y profundo es el perfil de la carretilla.

Sus dimensiones van aumentar o disminuir en función del tamaño del envase y de los espesores del metal. La principal diferencia entre las carretillas de primera y segunda operación es su perfil.

**CARRETILLA DE
PRIMERA OPERACIÓN**

**CARRETILLA DE
SEGUNDA OPERACIÓN**



FIGURA 25. Carretillas de primera y segunda operación.

Ya una vez que se conoce ¿qué son las carretillas?, ¿cuál es su función? y sus diferencias ahora se va a presentar una serie de puntos que son la causas que se identificaron y se va a ejemplificar en la tabla 1.

1. **Demasiada apretada:** esta fuera de especificación ya que su fondo queda casi plano y el gancho de la tapa se mete dentro del gancho de cuerpo (figura 26).
2. **Demasiado flojo:** esta fuera de especificación ya que el borde de la tapa no hace buen contacto con el cuerpo del cilindro originando un pliegue insuficiente del curvado final, necesario para una buena pestaña y un buen traslape (figura 26).
3. **Perfil demasiado angosto:** Fuera de especificación, ocurre cuando el perfil de la carretilla es extremadamente profunda y estrecha (figura 27).
4. **Perfil demasiado ancho:** Fuera de especificación cuando el perfil de la carretilla es extremadamente grande y poco profunda (figura 27).
5. **Gastado:** Fuera del perfil de especificación y que además en su interior ya no está recubierto de acero inoxidable (figura 28).
6. **Rodamiento gastado:** Baleros cónicos sin lubricación y sin recubrimiento (figura 29).
7. **Relativamente alta con respecto al chuck:** Mal ajuste de la primera operación en donde el labio del chuck está más elevado que el perfil de la carretilla (figura 30).
8. **Relativamente baja con respecto al chuck:** Carretilla tocando el labio del chuck (pegado) (figura 30).
9. **Brazos gastados:** Brazos con juego axial excesivo (demasiado movimiento). Son los portadores de las carretillas que se aproximan para efectuar el cierre (figura 31).
10. **Rodamiento gastado:** Baleros cónicos sin lubricación.
11. **Retorno insuficiente:** Brazo de primera operación en mal funcionamiento (pegado, apretado o por falta de lubricación). Efectúa un movimiento de aproximación y separación respecto al chuck de manera automática. Este movimiento es mandado por una leva (figura 32).
12. **Labio tocando en el cuerpo del envase:** Demasiada apretada la carretilla (figura 33).

TABLA 1. CARRETILLAS DE PRIMERA Y SEGUNDA OPERACIÓN

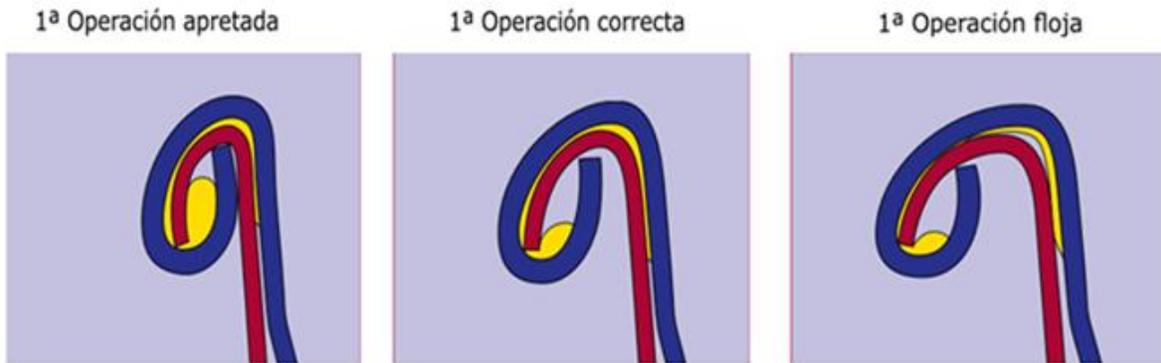


FIGURA 26. Primera operación de cierre.



FIGURA 27. Perfiles de las carretillas.



FIGURA 28. Carretilla gastada.



FIGURA 29. Rodamiento normal vs gastado.

TABLA 1. CARRETILLAS DE PRIMERA Y SEGUNDA OPERACIÓN

CARRETILLA CON RESPECTO AL CHUCK
BAJA



CARRETILLA CON RESPECTO AL CHUCK
NORMAL



CARRETILLA CON RESPECTO AL CHUCK
ALTA



FIGURA 30. Altura de carretilla con respecto al chuck.



*FIGURA 31. Brazos
gastados.*



*FIGURA 32. Retorno normal vs retorno
insuficiente.*



*FIGURA 33. Labio
tocando en el cuerpo
del envase.*

3.3.3. B. PLATO ELEVADOR O PLATO DE COMPRESIÓN

Pieza del utillaje de la cerradora que cambia con el diámetro del envase. Sobre él se asienta el envase durante la formación del cierre. Está dotado de movimiento de subida y bajada y actúa cargado de los resortes. Sirve de soporte al envase, centrándolo y transmitiendo la presión del resorte sobre el chuck. Su forma depende de la del extremo del envase. El centrado del plato tiene también influencia durante el cierre. Debe de estar perfectamente centrado respecto al eje y lo más paralelo posible al chuck.



*FIGURA 34.
Plato elevador o plato de
compresión.*

Para ello es necesario ejercer una *presión constante y controlada* sobre el cuerpo del envase el cual se regula actuando sobre este plato, ya que es un factor que tiene una gran influencia en la formación de un cierre correcto. Durante el ciclo de cierre, y hasta que éste haya quedado formado.

1. **Fuerza demasiado débil:** Poca fuerza o presión en el resorte (figura 35).
2. **Fuerza demasiado fuerte:** Mucha fuerza o presión en el resorte (figura 35).
3. **Resorte dañado:** Roto (se parte a la mitad) (figura 36).
4. **Rodamiento dañado:** Este pegado al buje, que no gire o por falta de lubricación.
5. **Grasoso:** Exceso de grasa (se derrama o se acumula tierra en el pistón) (figura 37).
6. **Presión excesiva en la mesa de elevación:** Demasiada fuerza en el resorte provocando que se colapse el envase o se patine.
7. **Ajuste de la guía de fondos:** Guías golpeadas, flojas, mal ajuste en la carrera del fondo o golpeadas. Es el utillaje de la cerradora que se encarga del recorrido por el cual viaja el fondo del envase (figura 38).
8. **Empujador de alimentación de fondos (estrella):** Dedos de arrastre flojos, rotos o en malas condiciones. Estos sirven para alimentar el cuerpo del envase, que recibe desde una guía de fondos o un transportador (figura 39).

9. **Sincronización entre cadena de alimentación y estrella de alimentación:** Gusano de alimentación (actúa como elemento de entrada o motriz) y estrella fuera de tiempo (figura 40).
10. **Sincronización entre estrella de alimentación y cabezal de cierre:** Estrella de alimentación y cabezal de cierre fuera de tiempo ya que el cabezal de cierre es el órgano fundamental de la cerradora. En él se encuentran montados los elementos básicos del cierre ya descritos (excepto el plato de compresión), es decir los chucks, las carretillas montadas en sus brazos con sus levas de accionamiento y muelles de recuperación, los botadores, etc. (figura 41).
11. **Pestañas en forma de hongo:** Demasiada presión en la cerradora o pestañadora. La pestaña en forma de hongo es una deformación de la pestaña del envase (figura 42).

TABLA 2. PLATO ELEVADOR O PLATO DE COMPRESIÓN



FIGURA 35. Fuerza demasiado débil vs fuerza demasiado fuerte.



FIGURA 36. Resorte dañado.



FIGURA 37. Plato grasoso.



FIGURA 38. Guía de fondos.

TABLA 2. PLATO ELEVADOR O PLATO DE COMPRESIÓN



FIGURA 39. Estrella de alimentación



FIGURA 40. Cadena de alimentación o gusano.



FIGURA 41. Cabezal de cierre.

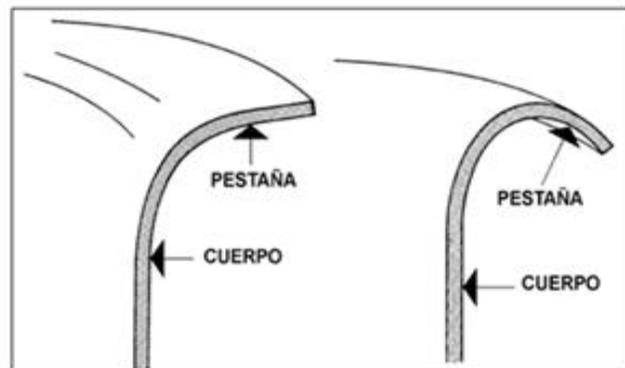


FIGURA 42. Pestaña en forma de hongo.

3.3.3. C. CHUCK

Parte de la cerradora que se ajusta a la tapa o fondo y la presiona contra el cuerpo del envase durante la operación de cerrado y este cambia con el diámetro del envase. El chuck presenta dos partes diferentes.

1. La zona superior por la que se fija a la máquina cerradora y
2. La parte inferior o activa ligada a las medidas de los fondos a emplear en la operación de cierre.



FIGURA 43. Ejemplos de chuck fondo y cono.

1. **Diámetro demasiado grande:** Fuera de especificación (figura 44).
2. **Diámetro pequeño o desgastado (fondo):** Herramienta fuera de especificación por atoramiento y estañamiento del chuck.
3. **Exceso de juego en el eje del cabezal de cierre:** Desgaste del buje (figura 45).
4. **Altura del plato al chuck incorrecta:** Altura fuera de especificación (figura 46).
5. **Labio del chuck demasiado profundo:** Fuera de especificación, el labio del chuck es el borde del plato del chuck en contacto con la pared de la cubeta, El labio es de forma ligeramente cónica, para facilitar la expulsión del envase cerrado y adaptarse mejor a la forma inicial de la cubeta (figura 47).
6. **Labio superior gastado:** Se mandan a pulir los chucks esto se debe que durante la operación de cerrado es importante que la tapa o fondo no patine sobre el chuck y es por ello que el labio o perfil del chuck suele estar estriado.
7. **Grasoso:** Lleno de grasa (figura 48).
8. **Ajuste del perno botador:** Altura fuera de especificación, es decir la distancia entre la base del labio de la mordaza selladora y la superficie superior de la placa base (figura 49).

TABLA 3. CHUCK



FIGURA 44. Diámetro del chuck.



FIGURA 45. Exceso de juego en el eje del cabezal de cierre.



FIGURA 46. Altura del chuck incorrecta.



FIGURA 47. Labio del chuck.



FIGURA 48. Chuck grasoso.



FIGURA 49. Perno botador.

3.3.3. D. CUBIERTA FONDO

Es la tapa del envase en donde interviene el sellado del cierre. En el cierre se pueden identificar dos zonas de sellado.

1. El sello primario se produce al clavarse el borde del cuerpo del envase, es decir, el gancho de cuerpo, contra la junta de goma o compuesto, material de sellado que se encuentra dentro del pliegue formado en el ala del fondo, o gancho del fondo.
2. El sello secundario se crea por el traslape y aplastamiento del gancho del cuerpo y el gancho del fondo, en el interior del cierre.



FIGURA 50. Cubierta de fondo.

El volumen, tipo y peso de la goma de cierre cambia notablemente con el diámetro de los envases, variando su composición de acuerdo con el producto que vaya a contener el envase. Una falta de compatibilidad entre el compuesto de cierre y el contenido del envase puede dar lugar a contaminaciones del producto y de la goma, perjudicando notablemente las características del cierre.

La aplicación de este compuesto de cierre se realiza por medio de máquinas engomadoras, pudiendo realizarse por diferentes técnicas: tampón, ducha o boquilla. Su regulación en el momento de la aplicación, debe hacerse con suma precaución para evitar problemas de fugas en el envase. La finalidad del compuesto es ocupar el espacio libre y los huecos existentes dentro del cierre.

El cierre así conseguido, debe tener una resistencia mecánica apropiada, y una estanqueidad suficiente en condiciones normales de uso.

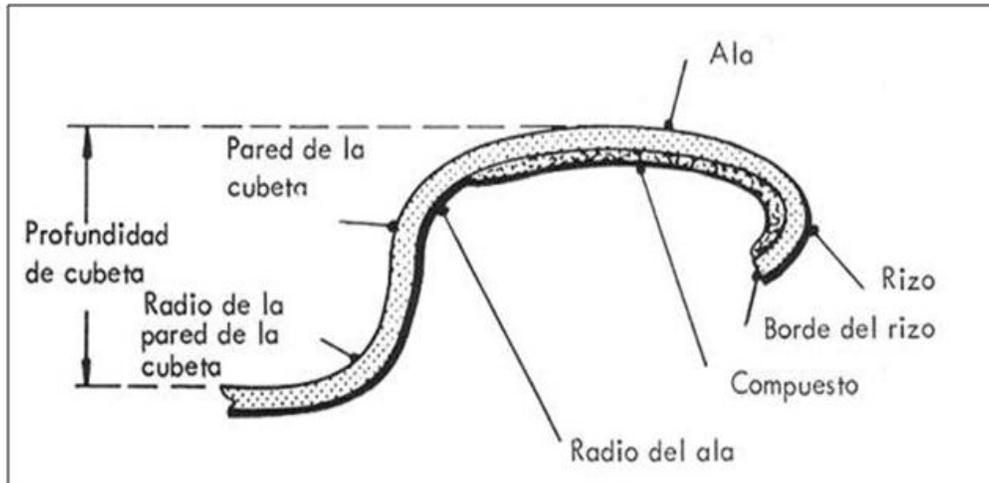


FIGURA 51. Componentes de la cubierta de fondo.

1. **Rizo corto:** Rizo deficiente y fuera de especificación. Ya que el rizo es la curvatura hacia dentro del extremo del ala del fondo. Durante el cierre, sirve para iniciar la formación del gancho de fondo (figura 52).
2. **Exceso del compuesto sellador:** Demasiado compuesto o goma (fuera de especificación). Sustancia formulada a base de cauchos sintéticos, que facilita el hermético sellando el cierre. La misma va aplicada sobre la parte interna del ala del fondo (figura 53).
3. **Rizo dañado:** Golpeado, mal troquelado o mutilado (figura 54).
4. **Compuesto sellador disperejo:** Falta de goma (escaso) (figura 55).

TABLA 4. CUBIERTA DE FONDO

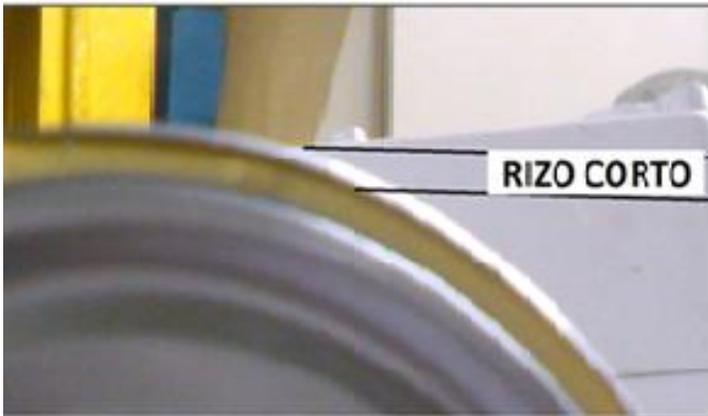


FIGURA 52. Rizo corto.

FIGURA 53. Exceso de compuesto sellador.



FIGURA 54. Rizo dañado.

FIGURA 55. Compuesto sellador disparejo.

3.3.3. E. GANCHO DE CUERPO

Porción de la pestaña del cuerpo que se dobla hacia abajo durante la formación del cierre. Los aspectos o factores principales en la formación del cierre, que producen una unión libre de fugas se denominan parámetros críticos de aceptabilidad y son:

Apretado del cierre: Muestra el grado de estanqueidad. Garantiza que el doble cierre ha quedado bajo la presión suficiente.

Penetración gancho cuerpo: Refleja el empotramiento del gancho del cuerpo dentro de la altura neta del cierre. Mide la formación del sello primario es producido al clavarse el gancho de cuerpo, contra la junta de goma o compuesto alojada en el gancho del fondo.

Traslape (o solape): Manifiesta el solapamiento de los dos ganchos (de cuerpo y de fondo). Mide la formación del sello secundario.



FIGURA 56. Gancho de cuerpo.

1. **Demasiado corto:** Pestañas muy cortas o poca presión en el plato de cierre (figura 57).
2. **Demasiado largo:** Demasiada presión o fuera de especificación la altura total (figura 57).
3. **Muy largo en la manufactura del cierre de fondo:** Causa pestañas en forma de hongo, se patina el envase lo que provoca ganchos cortos.

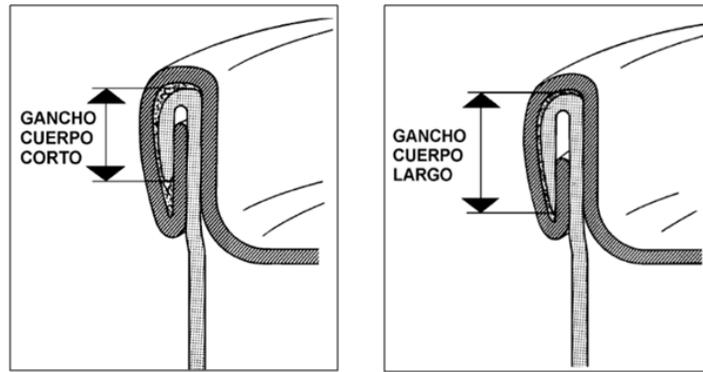


FIGURA 57. Gancho de cuerpo.

3.3.3. F. MANO DE OBRA

Cuando se inicia un proceso de fabricación se tiene que calibrar la máquina y para esto se requiere que el operador esté capacitado para inspeccionar a detalle su funcionamiento y ya una vez que se está produciendo el producto tiene que estar atento a que los envases estén saliendo correctamente para que en caso haya algún defecto parar la maquinaria y solucionar el problema.

A continuación se enlistan las posibles causas por las que se dan los paros no programados:

1. **Mal ajuste de la máquina**
2. **Falta de capacitación**
3. **Descuido**
4. **Inspección del envase**

3.3.4. ACCIÓN

Con el equipo de trabajo con el cual se desarrollo el proyecto se propusieron acciones correctivas las cuales están orientadas a evitar los paros frecuentes de la cerradora tomando como referencia los resultados de los diagramas de causa – efecto presentados en el paso número 3 de análisis.

3.3.4. A. CARRETILLAS DE PRIMERA Y SEGUNDA OPERACIÓN

1. **Demasiada apretada:** Ponerlo en nominal dependiendo del calibre de la lámina.
2. **Demasiado flojo:** Ponerlo en nominal dependiendo del calibre de la lámina.
3. **Perfil demasiado angosto:** Revisar tablas de tipo de carretillas así como checar si el perfil esta desgastado y si lo está habilitar herramienta nueva.
4. **Perfil demasiado ancho:** Revisar tablas de tipo de carretillas así como checar si el perfil esta desgastado y si lo está habilitar herramienta nueva.
5. **Gastado:** Habilitar herramienta nueva.
6. **Rodamiento gastado:** Habilitar baleros nuevos así como lubricarlos.
7. **Relativamente alta con respecto al chuck:** Ajuste de la altura en la primera operación a .003 milésimas.
8. **Relativamente baja con respecto al chuck:** Ajuste de la altura en la primera operación a .003 milésimas.
9. **Brazos gastados:** Checar el brazo axial así como lubricarlos.
10. **Rodamiento gastado:** Cambiarlos por unos nuevos o lubricarlos.
11. **Retorno insuficiente:** Verificar que el brazo tenga buen funcionamiento o lubricarlo.
12. **Labio tocando en el cuerpo del envase:** Checar ajuste de primera y segunda operación.

3.3.4. B. PLATO ELEVADOR O PLATO DE COMPRESIÓN

1. **Fuerza demasiado débil:** Checar con dinamómetro la presión que ejerce y corregirla.
2. **Fuerza demasiado fuerte:** Checar con dinamómetro la presión que ejerce y corregirla.
3. **Resorte dañado:** Verificar que esté en buenas condiciones o habilitar herramienta nueva.
4. **Rodamiento dañado:** Verificar que los seguidores de levas se encuentren bien lubricados y funcionales.
5. **Grasoso:** Lubricación correcta.
6. **Presión excesiva en la mesa de elevación:** Verificar la presión de la mesa y corregirla.
7. **Ajuste de la guía de fondos:** Verificar que las guías no tengan golpes y que viaje libremente el fondo sobre las guías.
8. **Empujador de alimentación de fondos (estrella):** Verificar que los dedos de arrastre o empuje estén en buenas condiciones y alineadas.
9. **Sincronización entre cadena de alimentación y estrella de alimentación:** Sincronizar la entrada del envase con la estrella y el cabezal de cierre.
10. **Sincronización entre estrella de alimentación y cabezal de cierre:** Sincronizar la entrada del envase con la estrella y el cabezal de cierre.
11. **Pestañas en forma de hongo:** Verificar la altura pestañada y del perno calibrador en la cerradora de fondo.

3.3.4. C. CHUCK

1. **Diámetro demasiado grande:** Checar dibujo y dimensionar la herramienta.
2. **Diámetro pequeño o desgastado (fondo):** Ajustar la máquina o habilitar chuck nuevo.
3. **Exceso de juego en el eje del cabezal de cierre:** Lubricación del buje.
4. **Altura del plato al chuck incorrecta:** Verificar la altura con un perno calibrador o verificar que todas las mesas tengan la misma altura.
5. **Labio del chuck demasiado profundo:** Checar dibujo y dimensionar la herramienta.
6. **Labio superior gastado:** Ajustar la máquina o habilitar chuck nuevo.
7. **Grasoso:** Verificar que la herramienta no esté llena de grasa.
8. **Ajuste del perno botador:** Verificar que los calibradores tengan la misma distancia (altura).

3.3.4. D. CUBIERTA DE FONDO

1. **Rizo corto:** Verificar que el rizo este dentro de especificación o rebajar diámetros del labio del chuck.
2. **Exceso del compuesto sellador:** Verificar que el compuesto sellador este dentro de especificación o verificar que este bien colocado.
3. **Rizo dañado:** Verificar que el rizo de la tapa este dentro de especificación y sin golpes.
4. **Compuesto sellador disperejo:** Verificar que el compuesto sellador este dentro de especificación o verificar que no le haga falta compuesto.

3.3.4. E. GANCHO DE CUERPO

1. **Demasiado corto:** Checar la presión de la mesa y ancho de pestaña correcta.
2. **Demasiado largo:** Verificar la presión de la mesa y la altura del cuerpo (altura total o terminada en fabrica).
3. **Muy largo en la manufactura del cierre de fondo:** Verificar altura y gancho del cuerpo, estar dentro de especificación o libre de grasa (herramienta sucia).

3.3.4. F. MANO DE OBRA

1. **Falta de experiencia:** Cubrir el puesto con el perfil indicado.
2. **Falta de capacitación:** Capacitación completa y adecuada.
3. **Descuido:** Estar atento al trabajo.
4. **Inspección del envase:** Revisiones periódicas.
5. **Mal ajuste de la máquina:** Ajustar la máquina.

3.3.5. VERIFICACIÓN

Se me encomendó elaborar una propuesta de formatos de verificación para las carretillas de primera y segunda operación, el plato elevador / plato de compresión, el chuck, la cubierta de fondo y el gancho de cuerpo, los cuales están diseñados para detectar de forma mensual con qué frecuencia se paró la cerradora por estas causas, además de conocer qué defectos les ocasionan a los envases.

También se mostrarán de forma gráfica su comportamiento a lo largo del mes para identificar los principales defectos y tratar de disminuirlos, esto con la finalidad de utilizar un control en donde se pueda observar y evaluar la efectividad de las acciones correctivas, y de esta manera llevar a cabo una serie de propuestas para dar soluciones más específicas, ya sea ajustando la máquina, reparándola, lubricándola o habilitarla por una herramienta nueva.

FORMATOS DE VERIFICACIÓN

Inspección mensual



Fecha: ABRIL 2014				Operador / Mecánico				Mario Rangel	
Carretilla de primera y segunda operación				Turno				Primer turno / Segundo Turno	
ESTADO DE LAS CARRETILLAS PRIMERA / SEGUNDA				BUENA					
No.	DEFECTOS	L	M	M	J	V	S	TOTAL	COMENTARIOS
1	Altura de cierre demasiada grande	1		1		1	1	4	
2	Altura de cierre demasiada pequeña	1						1	
3	Arruga invertida	2	1				1	4	Mal ajuste de 1era Operación
4	Arrugas		1	1	1		1	4	1era Operación abierta o mal ajustada
5	Caidas						1	1	1era Operación abierta o mal ajustada
6	Cierre con filo	2	3	2	1	3	2	13	Altura de la carretilla incorrecta
7	Cuerpo abollado								
8	Envase y fondo sin ensamblar								
9	Falso Cierre								
10	Formación de V's	2	3	2	2	2	2	13	Demasiado apretada la 2da Operación. Exceso de compuesto Mal ajuste de 1era Operación
11	Fractura	1	1		1	1		4	Demasiado apretada la 2da Operación
12	Gancho de cuerpo demasiado corto	8	5	4	7	6	7	37	Altura incorrecta de la mesa (baja) Pestañas cortas
13	Gancho de cuerpo demasiado largo	9	9	8	9	8	7	50	Altura incorrecta de la mesa (alta) Pestañas cortas
14	Gancho de fondo muy corto	3	2	3	2	4	1	15	1era Operación muy abierta
15	Gancho de fondo muy largo	1	3	3	1	2		10	1era Operación muy abierta
16	Patinado	2	2	1	1	2	2	10	Demasiada presión en la mesa Altura incorrecta
17	Pestaña en forma de hongo								
18	Pestaña golpeada hacia abajo								
19	Primera operación de cierre muy flojo	2	2	2	1	1	2	10	Carretilla muy abierta
20	Primera operación muy apretada	1	2	1	2	1	1	8	Carretilla muy cerrada
21	Profundidad del cierre muy grande								
22	Profundidad del cierre muy pequeña								
23	Protuberancias en el cierre	7	8	11	5	9	11	51	Mal ensamble de tapa vs mesa Envase golpeado Pestañas golpeadas Rizos dañados Mal ensamble (falso cierre)
24	Rizo del fondo dañado								
25	Otros								
RESULTADO		42	42	39	33	40	39	235	

FORMATOS DE VERIFICACIÓN

Inspección mensual



Fecha: ABRIL 2014		Operador / Mecánico		Mario Rangel					
PLATO ELEVADOR / PLATO DE COMPRESIÓN		Turno		Primer Turno / Segundo Turno					
ESTADO DEL PLATO ELEVADOR		BUENO							
No.	DEFECTOS	L	M	M	J	V	S	TOTAL	COMENTARIOS
1	Altura de cierre demasiada grande								
2	Altura de cierre demasiada pequeña								
3	Arruga invertida								
4	Arrugas								
5	Caidas								
6	Cierre con filo								
7	Cuerpo abollado								
8	Envase y fondo sin ensaamblar								
9	Falso Cierre	10	5	8	7	4	2	36	El envase pega en la mesa Altura incorrecta de la mesa
10	Formación de V's								
11	Fractura								
12	Gancho de cuerpo demasiado corto	3	5	2	2	3	1	16	Altura incorrecta poca presión en la mesa
13	Gancho de cuerpo demasiado largo	3	4	1	5	2	4	19	Altura incorrecta mucha presión en la mesa
14	Gancho de fondo muy corto								
15	Gancho de fondo muy largo								
16	Patinado	1	1	2	2		1	7	Altura correcta pero con mucha presión
17	Pestaña en forma de hongo								
18	Pestaña golpeada hacia abajo								
19	Primera operación de cierre muy flojo								
20	Primera operación muy apretada								
21	Profundidad del cierre muy grande								
22	Profundidad del cierre muy pequeña								
23	Protuberancias en el cierre	13	9	9		5	3	39	Mal ensamble de la tapa con el envase
24	Rizo del fondo dañado								
25	Otros								
RESULTADO		30	24	22	16	14	11	117	

FORMATOS DE VERIFICACIÓN

Inspección mensual



Fecha: ABRIL 2014				Operador / Mecánico				Mario Rangel	
CHUCK				Turno				Primer turno / Segundo Turno	
ESTADO DEL CHUCK ESPECIFICAR				BUENO					
No.	DEFECTOS	L	M	M	J	V	S	TOTAL	COMENTARIOS
1	Altura de cierre demasiada grande								
2	Altura de cierre demasiada pequeña								
3	Arruga invertida								
4	Arrugas								
5	Caidas								
6	Cierre con filo	3	2	1	2	3	1	12	Altura de la carretilla incorrecta
7	Cuerpo abollado								
8	Envase y fondo sin ensamblar	6	5	4	8	5	6	34	
9	Falso Cierre	7	6	8	9	6	3	39	No se ensambla bien
10	Formación de V's								
11	Fractura								
12	Gancho de cuerpo demasiado corto								
13	Gancho de cuerpo demasiado largo								
14	Gancho de fondo muy corto								
15	Gancho de fondo muy largo								
16	Patinado	1	2	3	2	2	4	14	Chuck fuera del diámetro
17	Pestaña en forma de hongo								
18	Pestaña golpeada hacia abajo								
19	Primera operación de cierre muy flojo								
20	Primera operación muy apretada								
21	Profundidad del cierre muy grande								
22	Profundidad del cierre muy pequeña								
23	Protuberancias en el cierre								
24	Rizo del fondo dañado								
25	Otros								
RESULTADO		17	15	16	21	16	14	99	

FORMATOS DE VERIFICACIÓN

Inspección mensual



Fecha: ABRIL 2014				Operador / Mecánico				Mario Rangel	
CUBIERTA DE FONDO				Turno				Primer Turno / Segundo Turno	
ESTADO DE LA TAPA DE FONDO				MALA					
No.	DEFECTOS	L	M	M	J	V	S	TOTAL	COMENTARIOS
1	Altura de cierre demasiada grande								
2	Altura de cierre demasiada pequeña								
3	Arruga invertida								
4	Arrugas								
5	Caidas								
6	Cierre con filo								
7	Cuerpo abollado								
8	Envase y fondo sin ensamblar								
9	Falso Cierre								
10	Formación de V's								
11	Fractura	2		1			2	5	Fracturadas (rotas) Rayaduras, golpes
12	Gancho de cuerpo demasiado corto								
13	Gancho de cuerpo demasiado largo								
14	Gancho de fondo muy corto								
15	Gancho de fondo muy largo								
16	Patinado								
17	Pestaña en forma de hongo								
18	Pestaña golpeada hacia abajo								
19	Primera operación de cierre muy flojo								
20	Primera operación muy apretada								
21	Profundidad del cierre muy grande								
22	Profundidad del cierre muy pequeña	2	1	2	1	1	1	8	Profundidad de la unidad pequeña
23	Protuberancias en el cierre								
24	Rizo del fondo dañado	3	3	3	1		3	13	Rizo golpeado Mutilado
25	Otros				1		2	3	Materia prima defectuosa Golpeada Mutilada
RESULTADO		7	4	6	3	1	8	29	

FORMATOS DE VERIFICACIÓN

Inspección mensual



Fecha: ABRIL 2014				Operador / Mecánico				Mario Rangel	
GANCHO DE CUERPO				Turno				Primer Turno / Segundo Turno	
No.	DEFECTOS	L	M	M	J	V	S	TOTAL	COMENTARIOS
1	Altura de cierre demasiada grande								
2	Altura de cierre demasiada pequeña								
3	Arruga invertida	1	1					2	Mal ajuste de 1era Operación
4	Arrugas	1				1		2	1era Operación abierta o mal ajustada
5	Caidas		1	2	3	1	2	9	Mal ajuste de 1era Operación Demasiado compuesto
6	Cierre con filo								
7	Cuerpo abollado								
8	Envase y fondo sin ensamblar								
9	Falso Cierre	1	2	2	3	1	2	11	No se ensambla bien
10	Formación de V's	1	2	1	2	1	2	9	Demasiado apretada la 2da Operación. Mal ajuste de 1era Operación Exceso de compuesto
11	Fractura								
12	Gancho de cuerpo demasiado corto	1	2		1	2	2	8	Altura incorrecta de la mesa (baja) Pestañas cortas
13	Gancho de cuerpo demasiado largo		1	1	1	1		4	Altura incorrecta de la mesa (alta) Pestañas cortas
14	Gancho de fondo muy corto		2	1	2			5	1era Operación muy abierta
15	Gancho de fondo muy largo	1	1	1		1	2	6	1era Operación muy abierta
16	Patinado								
17	Pestaña en forma de hongo								
18	Pestaña golpeada hacia abajo								
19	Primera operación de cierre muy flojo	1	1	2	3	2	1	10	Provoca gancho corto
20	Primera operación muy apretada		1	1		2		4	Provoca gancho largo
21	Profundidad del cierre muy grande								
22	Profundidad del cierre muy pequeña								
23	Protuberancias en el cierre								
24	Rizo del fondo dañado								
25	Otros								
RESULTADO		7	14	11	15	12	11	70	

A continuación se presenta de forma gráfica los principales defectos de cada uno de los formatos anteriores para que posteriormente en el paso número seis proponer nuevamente acciones para corregirlas.

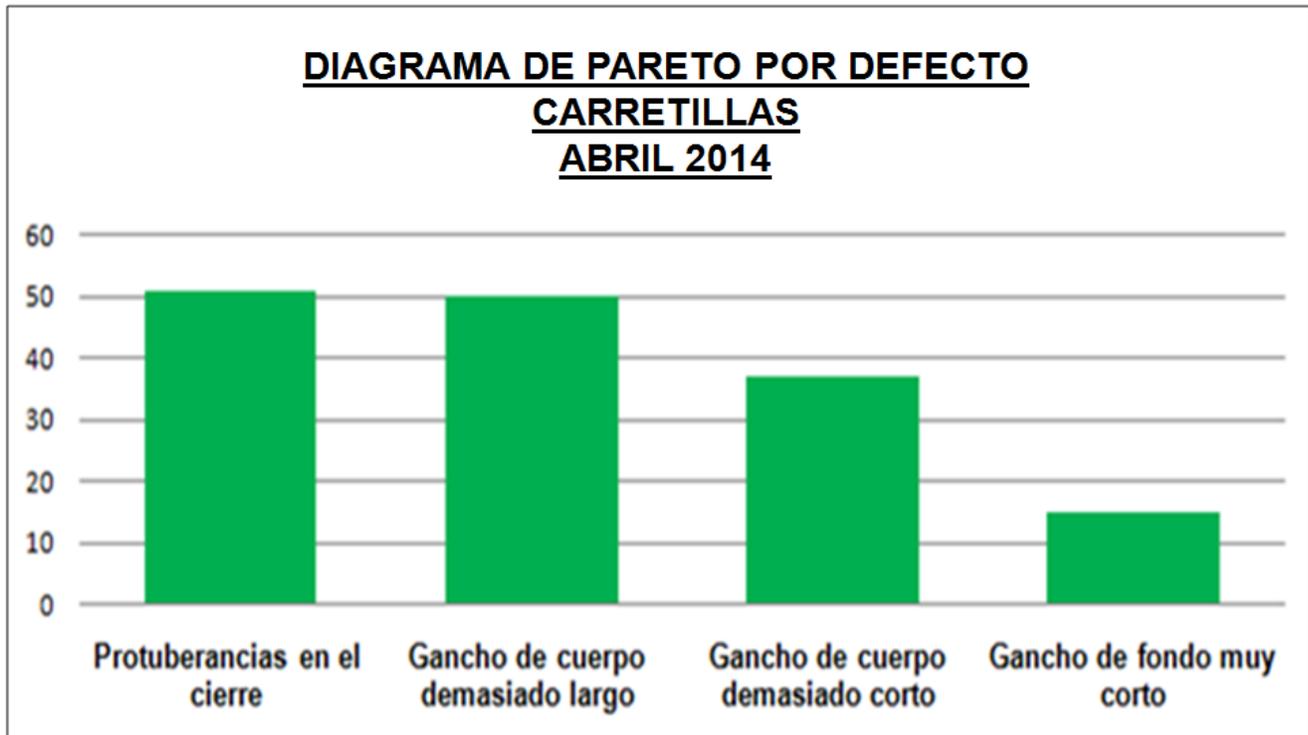


FIGURA 58. Diagrama de Pareto por defecto de carretillas.

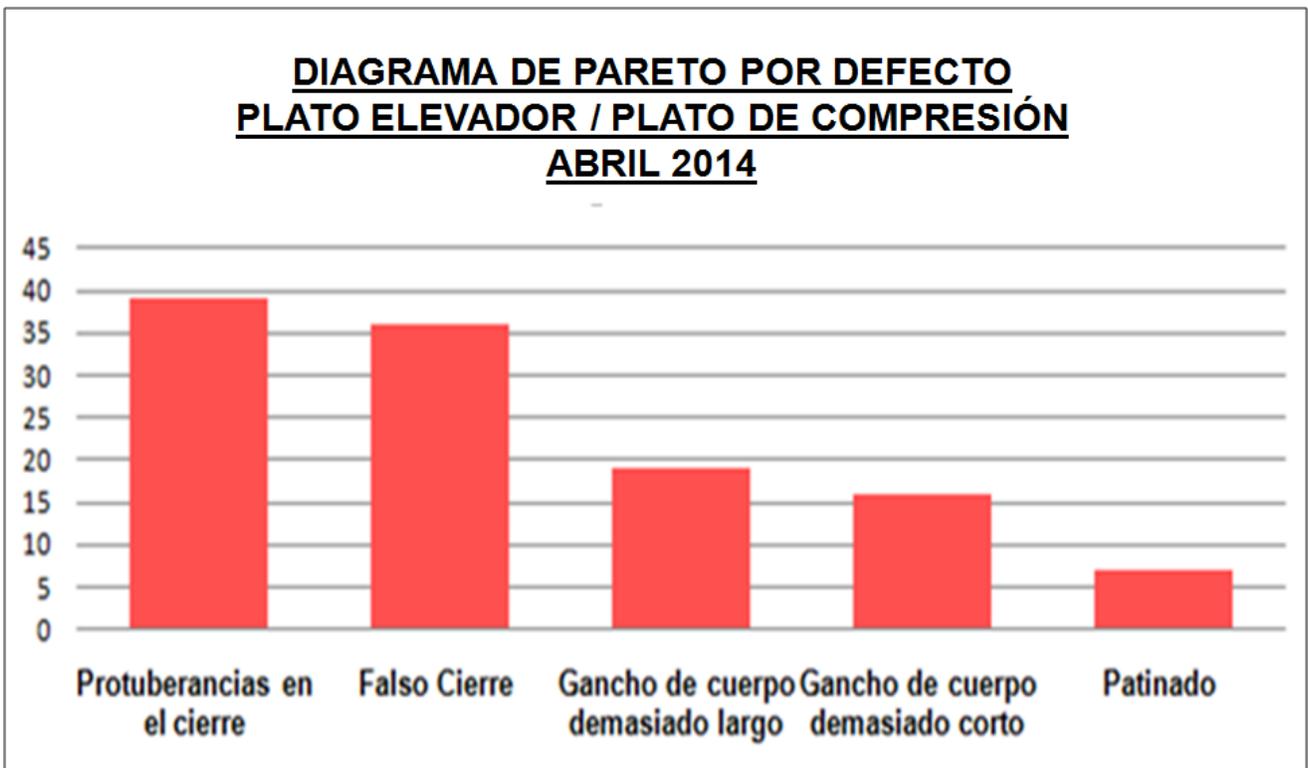


FIGURA 59. Diagrama de Pareto por defecto del plato elevador.

DIAGRAMA DE PARETO POR DEFECTO
CHUCK
ABRIL 2014

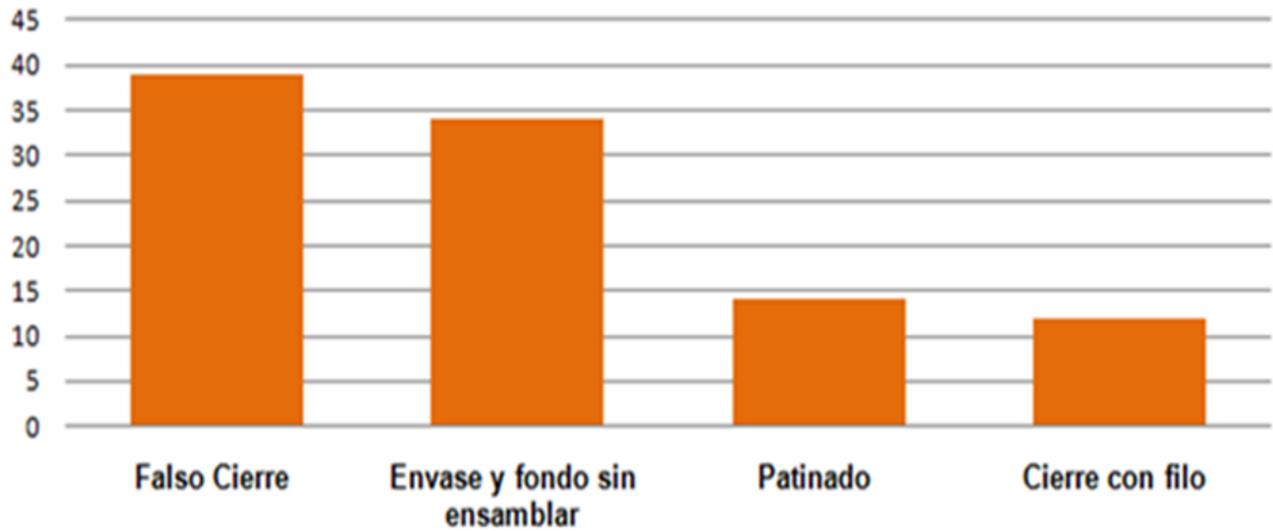


FIGURA 60. Diagrama de Pareto por defecto del chuck.

DIAGRAMA DE PARETO POR DEFECTO
CUBIERTA DE FONDO
ABRIL 2014

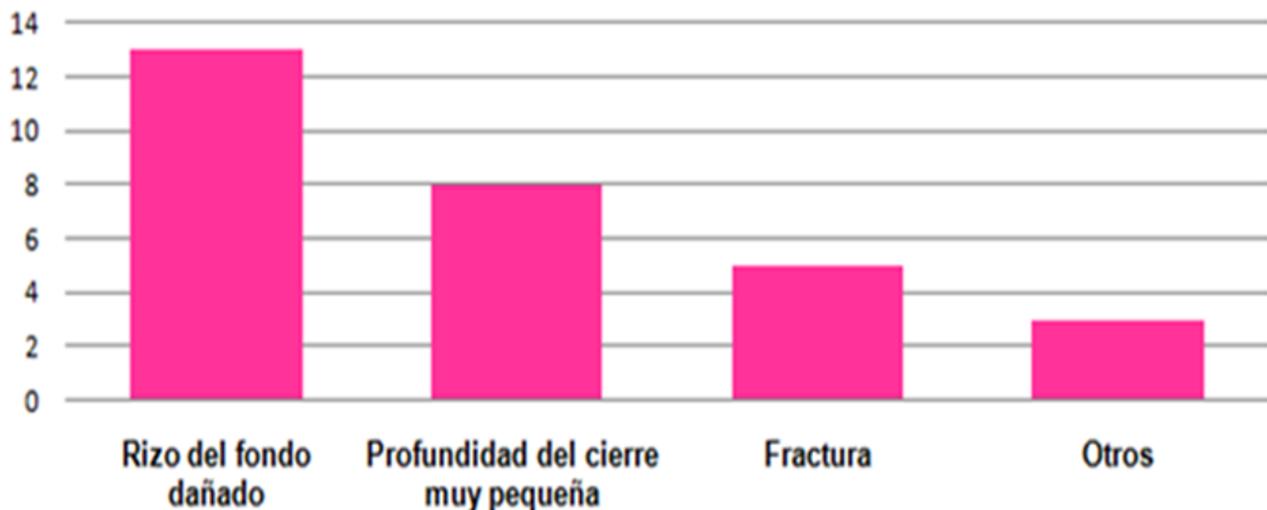


FIGURA 61 Diagrama de Pareto por defecto de la cubierta de fondo.

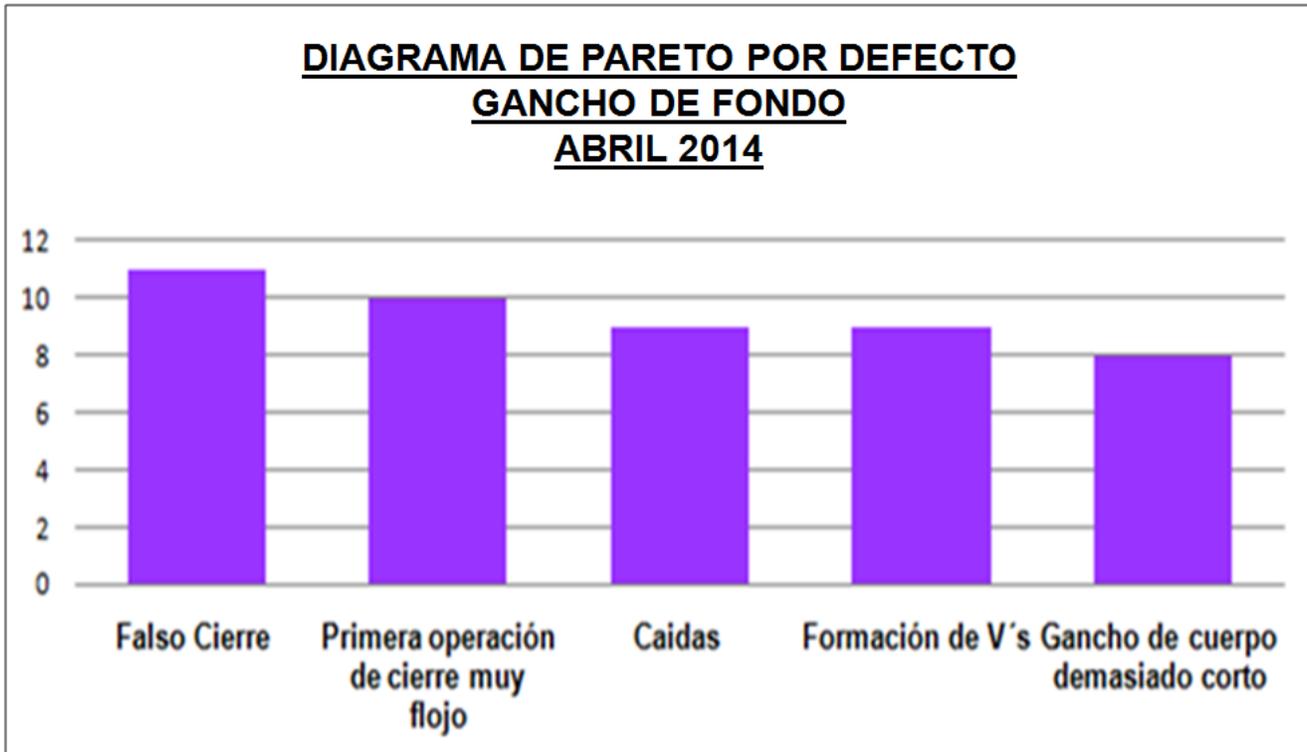


FIGURA 62 Diagrama de Pareto por defecto del gancho de cuerpo.

3.3.6. ESTANDARIZACIÓN

A continuación se van a mencionar las acciones para corregir los defectos que se presentan en cada una de las gráficas anteriores. Como se mencionó anteriormente se estuvo observando durante días el funcionamiento de la máquina.

Uno de mis compañeros de trabajo es el mecánico que se encarga de arreglar todas las cerradoras, por lo que cuando existía alguna falla se le comunicaba y él nos explicaba cómo se tenía que arreglar, ya sea ajustándola, lubricándola, reparándola, etcétera de hecho son operaciones muy sencillas pero que se necesita conocer a fondo la máquina. Además no solo nos enfocábamos a revisar que el funcionamiento de la máquina fuera la correcta sino que además se realizaban las afinaciones de cada máquina que como anteriormente se ha mencionado nos ayuda a visualizar que el envase cumpla con todas las especificaciones.

La finalidad con la que se propusieron los formatos de verificación es, de que, fuera más fácil identificar en donde se están originando los paros, que partes de la cerradora está originando esos defectos y con base a los comentarios de los mismos, los operadores podrán enfocarse únicamente a hacer los ajustes correspondientes sin necesidad de parar completamente la producción y esto nos va ayudar a que si se llegase a detener el tiempo muerto sea mínimo.

3.3.6. A. TERMINOLOGÍA DE LOS DEFECTOS

Altura de cierre demasiado grande: si la segunda operación está demasiado apretada causando una excesiva presión en el cierre, el metal se estira y el cierre aumenta su altura creando falsos ganchos o una reducción en el traslape. Este cierre tiende a reducir el poder de sellado del bote.

Altura de cierre demasiado pequeña: si la segunda operación está demasiado floja el cierre puede tener escapes, por que los pliegues del metal no han sido presionados lo bastante fuerte y el compuesto de sellado no llena el vacío dejado por los metales.

Arruga invertida: son aquellas que se extienden hacia la parte de abajo del cuerpo del bote. El borde afilado de las arrugas del reverso perfora el bote y causan perdidas de producto. Este género de arrugas se forman durante la primera operación y los botes no son apretados bien durante la segunda operación. Comúnmente las arrugas en el reverso ocurren solo en las tapas producidas con una placa de doble reducción.

Arrugas: se extienden por el gancho del cuerpo y se detectan solo después del desmontado del cierre para el control.

Caídas: deformación hacia abajo del gancho del fondo en la zona de la soldadura lateral.

Cierre con filo: el cierre tiene un filo cortante todo alrededor del bote superior interno de la tapa.

Cuerpo abollado: hay algunas deformaciones después de acabado el cierre. Esto ocurre normalmente cerca de la junta pero en algunos botes sucede alrededor del bote.

Falso cierre: una porción del cierre está completamente desenganchada. El gancho de la tapa esta plegado fuera del gancho del cuerpo en vez de estar doblado debajo de él.

Formación de V's: los picos pueden presentarse no solo en la zona de la costura lateral, sino en varios puntos en un mismo cierre. A veces este pico puede degenerar en una fractura en la base del cierre, muy difícil de observar. Se requiere el uso de una lupa para su visión. Los cierres con espesor menor al especificado corren el riesgo de presentar este defecto.

Fracturas: se aplica demasiada presión del que puede soportar la tapa ocasionando que se rompa, ralladuras o golpes.

Gancho de cuerpo demasiado corto: no hay bastante material para formar el gancho de cuerpo. Esta situación puede ser fácilmente detectada desmontando el cierre. Si este defecto no es corregido puede haber pérdidas.

Gancho de cuerpo demasiado largo: hay demasiado material para formar el gancho de cuerpo. Esta situación puede ser fácilmente detectada desmontando el cierre. Si este defecto no es corregido puede haber grietas que causen el deterioro del producto.

Gancho de fondo muy corto: parte del ala del fondo (corto) que se pliega durante el cierre para enlazarse con el gancho del cuerpo.

Gancho de fondo muy largo: parte del ala del fondo (larga) que se pliega durante el cierre para enlazarse con el gancho del cuerpo.

Patinado: formación y aplastamiento inconcluso del cierre, causado por una segunda operación incompleta, originada por un desplazamiento del envase entre el plato de compresión y el mandril de cierre.

Pestaña en forma de hongo: es una deformación de la pestaña causando un gancho del cuerpo largo. No es posible detectar esta condición hasta que el cierre ha sido desmontado para comprobar el cuerpo y el gancho de la tapa.

Pestaña golpeada hacia abajo: similar condición al falso cierre.

Primera operación de cierre apretada: su fondo queda casi plano o el gancho de la tapa se mete hacia dentro del gancho de cuerpo.

Primera operación de cierre floja: el borde de la tapa no hace buen contacto con el cuerpo de la lata originando un pliegue insuficiente del curvado final, necesario para una buena pestaña y un buen traslape.

Profundidad del cierre muy grande: la profundidad de la unidad tiene que tener el mismo espesor que el labio del chuck. Aproximadamente 0.10 mm.

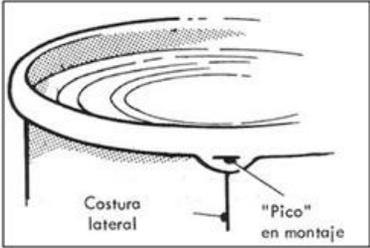
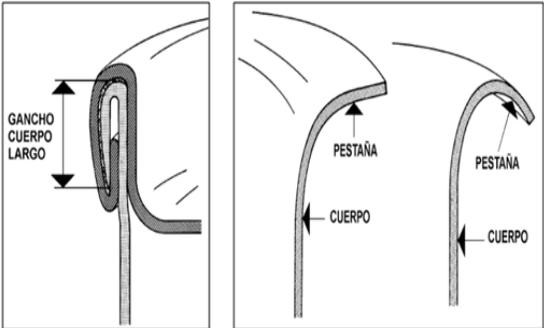
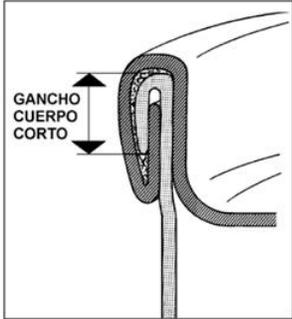
Profundidad del cierre muy pequeña: la profundidad de la unidad tiene que tener el mismo espesor que el labio del chuck. Aproximadamente 0.5 mm.

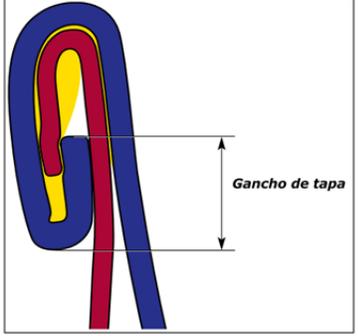
Protuberancias en el cierre / envase y fondo sin ensamblar: regulaciones defectuosas o montajes del equipo causan un alineamiento inadecuado de los botes con las tapas durante la operación de cierre; y en consecuencia el cierre estará completamente desajustado en alguna parte del bote.

Rizo del fondo dañado: fisuras en el borde del ala de la tapa. Peligro de fugas en el cierre del envase.

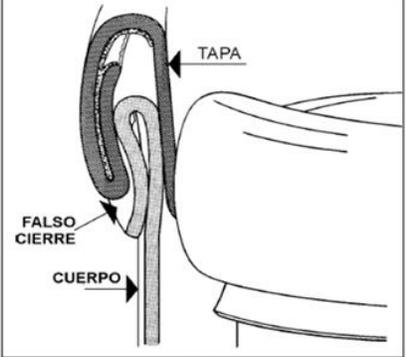
En la parte superior se presenta la terminología de los defectos que se mencionan en los formatos de verificación, de tal manera, que en la tabla 5 se van a mencionar las acciones que se deben realizar cuando se presenta este defecto en el envase, los cuales obtuvimos del diagrama de Pareto, en donde se registro la frecuencia con la que apareció a lo largo del mes y nuevamente se van a clasificar dependiendo de la parte de la cerradora que ocasiona el paro.

TABLA 5. CARRETILLAS DE PRIMERA Y SEGUNDA OPERACIÓN

DEFECTO	SOLUCIÓN IMPLEMENTADA	FIGURA
<p>Protuberancias en el cierre</p>	<p>Ajuste de entrada de guías, gusano, estrellas.</p> <p>Sincronización de estrellas (sujetan al envase).</p> <p>Revisar el fondo o cono (defectos).</p> <p>Buena alimentación en el cargador de fondo o cono.</p>	 <p>Costura lateral</p> <p>"Pico" en montaje</p> <p align="center">FIGURA 63.</p>
<p>Gancho de cuerpo demasiado largo</p>	<p>Ajustar la altura del perno calibrador.</p> <p>Ajustar la pestañadora.</p>	 <p>GANCHO CUERPO LARGO</p> <p>PESTAÑA</p> <p>PESTAÑA</p> <p>CUERPO</p> <p>CUERPO</p> <p align="center">FIGURA 64.</p>
<p>Gancho de cuerpo demasiado corto</p>	<p>Ajustar la altura del perno calibrador.</p> <p>Ajustar la pestañadora.</p>	 <p>GANCHO CUERPO CORTO</p> <p align="center">FIGURA 65.</p>

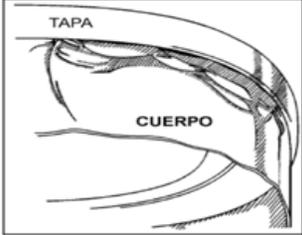
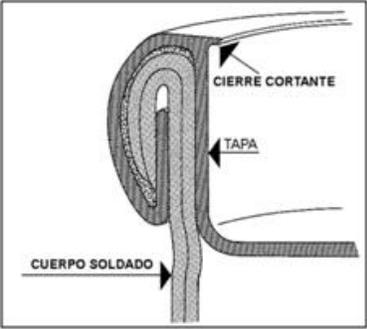
<p>Gancho de fondo muy corto</p>	<p>Ajustar la primera operación dependiendo del calibre de la lámina.</p>	 <p>FIGURA 66..</p>
----------------------------------	---	---

PLATO ELEVADOR / PLATO DE COMPRESIÓN

DEFECTO	SOLUCIÓN IMPLEMENTADA	FIGURA
<p>Falso cierre</p>	<p>Ajustar la mesa de elevación (plato) con el envase, es decir, que estén al mismo nivel en la entrega.</p> <p>Chequeo del perno calibrador.</p> <p>Ajustar el botador, es decir, que debe de bajar al mismo tiempo que la mesa sube.</p>	 <p>FIGURA 67.</p>
<p>Protuberancias en el cierre</p>	<p>Checar que no haya tornillos fuera de la mesa.</p> <p>Ajustar el plato para que quede en las condiciones adecuadas (que NO se mueva). (figura 63).</p>	
<p>Gancho de cuerpo demasiado largo</p>	<p>Ajustar la altura del perno calibrador, está demasiada baja o muy cerrada. (figura 64).</p>	
<p>Gancho de cuerpo demasiado corto</p>	<p>Ajustar la altura del perno calibrador.</p> <p>Ajustar la pestañadora. (figura 65)</p>	

Patinado	<p>Limpiar los platos de grasa.</p> <p>Checar la altura de la mesa.</p> <p>Ajustar el chuck que esta fuera de especificación (chico el diámetro).</p>
----------	---

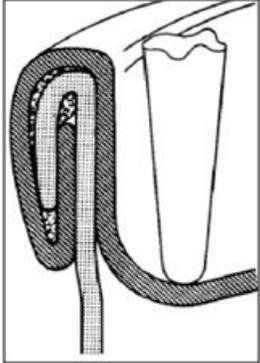
CHUCK

DEFECTO	SOLUCIÓN IMPLEMENTADA	FIGURA
Envase y fondo sin ensamblar	<p>Ajustar la entrega de la tapa al cilindro.</p> <p>Ajustar el centrado de las guías y de las estrellas.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>FIGURA 68.</i></p>
Cierre con filo	<p>Reajustar la altura de las carretillas (dependiendo del calibre de la lámina) entre el perfil de la carretilla y la parte superior del borde del chuck.</p> <p>Comprobar si las carretillas y el chuck no están dañadas, en caso de que lo estén habilitarlas por unas nuevas.</p> <p>Revisar que el cabezal de cierre no esté inclinado ya que si el cierre aparece con filo hay que ajustarlo y ponerlo en la posición correcta o ajustar la torreta del cabezal.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>FIGURA 69.</i></p>

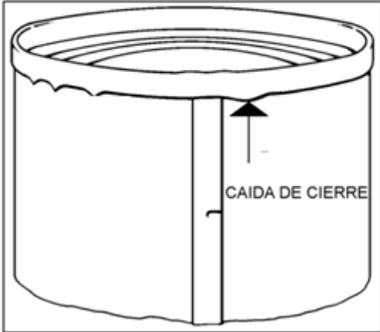
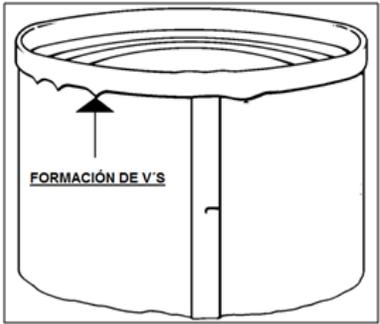
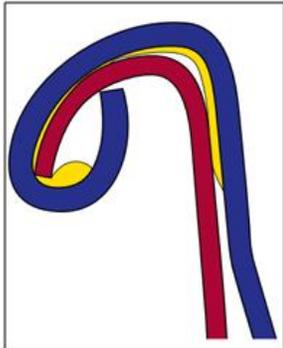
Falso cierre	Sincronizar el gusano de entrada con la estrella de entrega, es decir, si no están funcionando al mismo tiempo puede ocasionar que los dedos de arrastre de la estrella aprieten al envase ocasionando que el envase o cilindro se ovale por lo se va a ensamblar con el fondo o tapa (dependiendo) pero va a ocasionar un mal ajuste del cilindro con la tapa. (figura 67).
Patinado	Ajustar la altura del perno calibrador (que esté demasiado alta). Ajustar la presión del resorte (presión excesiva o presión mínima dependiendo del calibre de la lámina).

CUBIERTA DE FONDO

DEFECTO	SOLUCIÓN IMPLEMENTADA	FIGURA
Rizo del fondo dañado (tapa)	<p>Mal troquelado.</p> <p>Verificar que no traiga defectos el componente, es decir, golpes o fracturas.</p> <p>Notificar a control de calidad.</p>	 <p style="text-align: center;">FIGURA 70.</p>

<p>Profundidad del cierre muy pequeña</p>	<p>Calibrar las carretillas de primera y segunda operación.</p> <p>Verificar que el chuck sea el correcto.</p> <p>Verificar el labio del chuck, ya que, si el labio del chuck es pequeño la profundidad de la unidad va ser pequeña o viceversa.</p> <p>Medir la profundidad de la unidad ya que es fundamental que siempre debe estar 5 milésimas menor que el labio del chuck.</p>	 <p><i>FIGURA 71.</i></p>
<p>Fractura</p>	<p>Mal troquelado (reportar).</p> <p>Ajustar las carretillas (primera y segunda operación) ya que están muy apretadas.</p>	
<p>Otros</p>	<p>Mal troquelado (reportar).</p> <p>Verificar que no venga dañada la tapa, golpeada o mutilada.</p>	

GANCHO DE CUERPO

DEFECTO	SOLUCIÓN IMPLEMENTADA	FIGURA
Caídas	<p>Verificar que la primera operación este correcta.</p> <p>Verificar el peso del compuesto, obviamente este va a variar dependiendo el diámetro de la tapa y del envase, ya que si se excede pasa la primera operación pero se va a acumular en la segunda operación el compuesto.</p> <p>Verificar el rizo del compuesto que no esté dañado (tapa).</p>	 <p>FIGURA 72.</p>
Formación de v's	<p>Verificar que la primera operación no esté demasiado flojo.</p> <p>Verificar el cargador y la guías que no golpeen la tapa.</p> <p>Verificar la segunda operación que no esté demasiada apretada ya que puede expulsar el material.</p>	 <p>FIGURA 73.</p>
Primera operación de cierre muy flojo	<p>Calibrar la primera operación de la carretilla.</p> <p>Verificar que el perfil sea el correcto.</p> <p>Medirlas con el instrumento (ganchimetro).</p>	 <p>FIGURA 74.</p>

Falso cierre	Verificar que los brazos de la primera y segunda operación estén funcionando correctamente, ya que si el brazo no se mueve y la mesa sube va a ocasionar que se golpee el rizo del fondo o cono, y una vez que comienza la primera operación lo va a mutilar y en la segunda operación va a provocar el falso cierre. (figura 67).
Gancho de cuerpo demasiado corto	Verificar que la primera operación no esté apretada ya que ocasiona ganchos de fondo demasiados largos y esto se debe a que el rizo del fondo toca primero que el cuerpo de fondo. (figura 65).

CONCLUSIONES

En la actualidad, uno de los principales factores que permiten el subsistir de las empresas es que éstas sean competitivas. Para ello las empresas necesitan de un mejoramiento continuo en sus prácticas diarias, para lo cual es necesario contar con la colaboración de todas las personas que la constituyen.

El trabajo que se realizó en Crown es un estudio que determina las *razones para llevar a cabo un cambio de mantenimiento correctivo a uno preventivo y de calidad*, ya que en los formatos de tiempos muertos que manejan los operadores no especificaban la causa por la que se detuvo la cerradora.

Se logró el objetivo del trabajo que consistió en *identificar las principales causas del paro de una cerradora* para mejorar la eficiencia del proceso de producción y esto se reflejará y / o dará beneficio en la reducción de los costos de mantenimiento correctivo y de fabricación de los envases con defectos, además del eficiente cumplimiento en los programas de producción, lo que llevará a una mayor productividad.

Para el desarrollo de este trabajo se aplicaron diferentes métodos de calidad, inicialmente se utilizó el círculo de Deming por que sirvió de base para lograr de forma estratégica y estructurada la resolución del problema ya que esta nos dio la pauta de tener una serie de pasos a seguir. Una vez ya teniendo la base del trabajo se decidió utilizar algunas de las herramientas de calidad que fueron: diagrama de Pareto, el diagrama de causa – efecto y los formatos de verificación los cuales nos ayudaron a:

- Identificar los problemas o las causas que los generan.
- Una vez identificada la(s) causa(s) del problema se van a representar las relaciones entre algunos efectos y sus causas.
- En formatos específicos, reunir y clasificar la información según sus determinadas categorías.

Se hizo una prueba piloto aplicando los formatos propuestos durante el mes de abril para poder registrar, controlar, revisar y prevenir estas fallas antes y durante el funcionamiento de la máquina de una forma sencilla y directa. Se pudo comprobar que al comparar los meses de marzo y abril si hubo una disminución en cuanto al tiempo muerto e inclusive en la disminución del desperdicio de envases por defectos de esa máquina.

Esperando que posteriormente se tome una decisión de poder seguir aplicándolos en todas las máquinas. Esto traería como beneficio lo siguiente:

- La aplicación de metodologías para la solución de problemas de una forma fácil y sencilla.
- Mejorar las condiciones de operación de la máquina (disminución de los tiempos muertos por fallas mecánicas).
- Reducir el consumo de desperdicio de envases.
- Tener un mayor control de la operación de la máquina.
- Llevar un control de las reparaciones que se hayan realizado de la máquina.
- La colaboración minuciosa de los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ DAVIS , Keith. y NEWSTROM, John. (2002). Comportamiento Humano en el Trabajo. México: McGraw Hill, 72p.
- ✓ EDWARDS DEMING, William. (2003). Calidad productividad y competitividad. México: Díaz de Santos, 140p.
- ✓ GARCIA CRIOLLO, Roberto. (2000). Estudio del trabajo, Ingeniería de Métodos. México: Mc Graw Hill, 185p.
- ✓ GRANT, LEAVENWORTH. (2004). Control estadístico de calidad. México: Continental, 353p.
- ✓ GROOVER, M.P. (2003). Fundamentos de manufactura moderna. México: Prentice Hall, 22p.
- ✓ GUTIERREZ PULIDO, Humberto. (2010). Control estadístico de calidad y seis sigma. México: Mc Graw Hill, 33p.
- ✓ ISHIKAWA, Kaoru. (2003). Que es el control total de la calidad. México: Norma, 111p.
- ✓ MONTGOMERY, Douglas. (2003). Control estadístico de procesos. España: Iberoamericana, 257p.
- ✓ MÜLLER DE LA LAMA, Enrique. (2003). Dirección de Relaciones Laborales. México: Trillas, 57p.
- ✓ NIEBEL, Freivalds. (2004). Ingeniería industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: Alfaomega, 27p.
- ✓ REY SACRISTÁN, Francisco. (2003). Mantenimiento total de la producción (TPM). España: Fundación Confemetal, 143p.
- ✓ SUZUKI, Tokutaro, TPM en industrias de proceso, España: Japan Institute of Plant Maintenance, 235p.
- ✓ VOLLMAN, Thomas, BERRY William, et. Al. (2005) Planeación y Control de la Producción: Administración de la Cadena de Suministros. México: McGraw Hill, 127p.