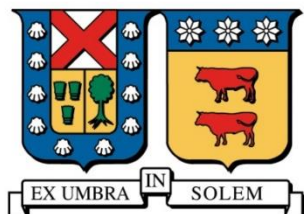


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SANTIAGO – CHILE



**PLAN DE MEJORA PARA AUMENTO DEL
RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN EN LÍNEA DE
ENVASADO DE PRODUCTOS COSMÉTICOS**

Andoni Echave Riffo

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL MECÁNICO**

PROFESOR GUÍA: Dr. Ing. Jaime Núñez Segovia
PROFESOR CORREFERENTE: Ing. Luis Guzmán Bonet

ENERO – 2019

AGRADECIMIENTOS

Kattia Rizzo muchas gracias por tu cariño y alegría, fuiste un pilar fundamental en el desarrollo de mis valores y metas, espero estés feliz de tenerme como hijo como yo de tenerte como madre. Siempre me retaste por mi ortografía y redacción, para este trabajo no fue la excepción y sin tu ayuda no hubiese sido lo mismo.

Fidel Echave agradezco todas las conversaciones que hemos tenido y la experiencia que me has entregado, espero poder seguir implementado todo este conocimiento y seguir aprendiendo constantemente de ti, gracias por los viajes de pesca y pronto estaremos pescando nuestro primer salmón Chinook.

Renata Echave agradezco haber tenido una pequeña diferencia de edad contigo, lo que nos permitió compartir muchas etapas juntos, desde pequeños hasta los desordenados adolescentes que fuimos, claramente mi infancia y desarrollo no hubiese sido lo mismo sin ti. Te considero una mujer súper capaz y siempre lo has sabido demostrar, te deseo lo mejor en tu futuro tanto profesional como personal y siempre estaré orgulloso de tus logros y esfuerzos.

Profesor Jaime Nuñez agradezco su ayuda en la realización de este trabajo y el tiempo que me dedico. Por el hecho de haber tomado la mención energía mi último recuerdo de usted fue ser de la primera generación en reprobar introducción a la ingeniería, con el tiempo entendí la razón y me ayudo para darme cuenta de varios problemas, sobre todo con el orden, pudiendo así seguir de mejor manera mis estudios. Me alegra el hecho de que haya sido mi profesor guía para cambiar este último recuerdo, por uno más grato del cual nuevamente me voy con nuevos consejos y aprendizajes.

Quiero agradecer a la Universidad Federico Santa Maria por brindarme grandes amigos como Cristóbal Jara, Benjamín Gris, Cristian Parada, Tomas Campos, Benjamín Flores, Víctor Estrada, Antonio Román y más. Agradecer por brindarme los conocimientos y herramientas para salir al mundo laboral y en especial me gustaría nombrar algunos profesores que siempre recordaré; Profesor Roberto Yunge, quizás su metodología de enseñanza es diferente a las típicas realizadas de cálculo, sin embargo disfrute cada una de sus clases, sus conversaciones y las experiencias del mundo laboral que nos transmitió. Profesor Luis Guzmán, una persona muy fácil para relacionarse quien entregaba una motivación a todos los estudiantes y un vocabulario que me servirá el resto de mi vida. Profesor

Claudio Aravena de taller por creer en mis habilidades mecánicas, enseñarme disciplina y responsabilidad. Profesor Mario Villa por su cercanía con los alumnos y el cómo convirtió un ramo interesante de grafica en un ramo incluso mejor y finalmente al Profesor Jose Nuñez por su disciplina y la buena relación que tuvimos durante sus laboratorios.

Como último agradecimiento me gustaría nombrar al Profesor Mauricio Campusano de matemáticas en cuarto medio del colegio Alicante de la Florida quien supo cómo apoyarme y sacar lo mejor de mí para obtener los resultados que necesitaba para estudiar lo que quería y donde quería, estaré eternamente agradecido.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo proponer un plan de mejora para el aumento del rendimiento de una línea de envasado de cremas en pots de lata para un laboratorio de productos cosméticos.

Dentro de este estudio el indicador operacional que mide el rendimiento de la línea es el “Overall Asset Efficiency” denominado OAE, el cual a diferencia del conocido indicador “Overall Equipment Effectiveness”, considera como pérdidas las detenciones planeadas de colación y descansos además de no considera los aspectos de rechazos por calidad, puesto que este es medido a través de otro indicador denominado “Right First Time”. Estos son los indicadores con los cuales diferentes centros de producción de la empresa son comparados.

Dentro de la empresa existen diferentes áreas. Este trabajo está relacionado al área de envasado de los productos fabricados en su correspondiente área. Este proceso tiene varios requerimientos y subprocesos que son abordados posteriormente en el documento con el fin de contextualizar y poder detallar los puntos que generan pérdidas de rendimiento en la sección de diagnóstico de la línea de envasado. Estas pérdidas de rendimiento son estudiadas y clasificadas entre detenciones planeadas y no planeadas para posteriormente ser ponderadas según su impacto en el OAE, que corresponde a la métrica primaria. Una vez diagnosticada la línea de envasado y los problemas existentes en ella se utilizan las herramientas de los 5 ¿Por qué? y el diagrama de Ishikawa, con el fin de obtener la causa raíz y poder desarrollar un correcto plan de mejora.

Posteriormente se desarrolla el plan de mejora, tanto para las detenciones planeadas como no planeadas, en el cual se destacan dentro de la primera sección la implementación de relevos para los horarios de colación y descanso, estandarización de cambio de formato, asignación de responsabilidades y confección de nuevos componentes. Para facilitar el cambio y ajuste de formato en puntos críticos de la línea, además del cambio de disposición de equipos para facilitar el uso o no uso del equipo de termo contracción. Por otro lado, respecto al plan para las detenciones no planeadas, se destacan las propuestas de restauración de condiciones básicas de componentes, capacitación del personal involucrado, estandarización de parámetros y gestión visual, además de la adquisición de un equipo nuevo que permite reemplazar los problemas existentes por el deterioro de los actuales equipos de termo contracción en la empresa.

Finalmente para comprobar la eficacia de las acciones de mejora propuestas, se desarrolla un plan piloto basado en la comparación de los meses de abril a diciembre del año 2017, durante los cuales el OAE promedio es de 47,0%. Luego del plan piloto realizado en los meses de enero a julio del año 2018 se obtiene un promedio del 70.8% de OAE, lo que significa un aumento del 23,8%.

ABSTRACT

The objective of this work is to propose an improvement plan for increasing the performance of a packaging line for creams in can pots for a laboratory of cosmetic products.

Within this study the operational indicator that measures the performance of the line is the "Overall Asset Efficiency" called OAE, which unlike the known indicator "Overall Equipment Effectiveness", considers as lost the planned stops of collation and breaks in addition to not considers the rejection aspects for quality, since this is measured through another indicator called "Right First Time". These are the indicators with which different production centers of the company are compared.

Within the company there are different areas. This work is related to the packaging area of the products manufactured in its corresponding area. This process has several requirements and subprocesses that are subsequently addressed in the document in order to contextualize and be able to detail the points that generate yield losses in the diagnostic section of the packaging line. These yield losses are studied and classified between planned and unplanned detentions to be later weighted according to their impact on the OAE, which corresponds to the primary metric. Once the packaging line has been diagnosed and the problems existing there, the tools of the 5 are used. Why? and the Ishikawa diagram, in order to obtain the root cause and be able to develop a correct improvement plan.

Subsequently, the improvement plan is developed, both for planned and unplanned detentions, in which the implementation of relays for the hours of rest and rest, standardization of change of format, assignment of responsibilities and preparation are highlighted within the first section. of new components. To facilitate the change and adjustment of format in critical points of the line, in addition to the change of equipment layout to facilitate the use or non-use of the thermal shrinkage equipment. On the other hand, regarding the plan for unplanned detentions, the proposals for restoring basic conditions of components, training of the personnel involved, standardization of parameters and visual management, as well as the acquisition of a new equipment that allows to replace the problems, stand out. existing by the deterioration of the current thermo shrinking equipment in the company.

Finally, to verify the effectiveness of the proposed improvement actions, a pilot plan is developed based on the comparison of the months from April to December 2017, during which the average OAE

is 47.0%. After the pilot plan carried out in the months of January to July of the year 2018, an average of 70.8% of OAE is obtained, which means an increase of 23.8%.

GLOSARIO

OEE	:	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	:	Efectividad global de equipos
OAE	:	<i>Ovrall Asset Efficiency</i>	:	Eficiencia global de equipos
RFT	:	<i>Right First Time</i>	:	Bien a la primera
SR	:	<i>Scheduled Rate</i>	:	Razón de calendarización
AR	:	<i>Availability Rate</i>	:	Razón de disponibilidad
PR	:	<i>Performance Rate</i>	:	Razón de rendimiento
QR	:	<i>Quality Rate</i>	:	Razón de calidad
NAT	:	<i>Net Available Time</i>	:	Tiempo neto disponible
TAT	:	<i>Total Available Time</i>	:	Tiempo total disponible
PDT	:	<i>Planned Downtime</i>	:	Tiempo Inactivo Planificado
NOT	:	<i>Net Operating Time</i>	:	Tiempo neto operativo
NPT	:	<i>Non Productive time</i>	:	Tiempo no productivo
NWT	:	<i>Net Working Time</i>	:	Tiempo neto de trabajo
TUP	:	<i>Total Unit Produced</i>	:	Unidades totales producidas
GUP	:	<i>Good Units Produced</i>	:	Unidades buenas

INDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	vi
GLOSARIO	viii
INDICE	ix
INTRODUCCIÓN	xi
OBJETIVOS	xiii
PLAN DE TRABAJO.....	xiv
1. Marco Teórico.....	16
1.1 Utilización del indicador OAE y RFT.....	22
2. Antecedentes generales de la empresa	23
2.1 Laboratorio Beiersdorf	23
2.2 Organización de la empresa	25
2.3 Distribución general de la planta.....	26
2.4 Productos realizados en la línea de envasado.....	27
2.5 Esquema de producción	29
2.6 Requerimiento de personal.....	48
2.7 Metas de producción	49
2.8 Control de la producción	49
2.9 Horarios de funcionamiento	50
2.10 Inspección de calidad.....	51
2.11 Tendencia del OAE del año 2017.....	55
3. Diagnóstico de la línea de envasado	57

3.1	Detenciones planeadas	57
3.2	Detenciones no planeadas	61
4.	Oportunidades de mejora	72
4.1	Oportunidades de mejora de detenciones no planeadas	72
4.2	Oportunidad de mejora de detenciones planeadas	84
5.	Plan de mejora.....	85
5.1	Plan de mejora para detenciones no planeadas	85
5.2	Plan de mejora para detenciones planeadas	90
6.	Plan piloto	93
	CONCLUSIONES	113
	BIBLIOGRAFÍA	116
	ANEXOS	117
	Anexo 1: Plantillas de control de calidad durante la producción	117
	Anexo 2: Instructivo cambio de estanque.....	119
	Anexo 3: Matriz de responsabilidades cambio de formato.....	120
	Anexo 4: Inventario componentes de llenado.....	121

INTRODUCCIÓN

Este trabajo consiste en la propuesta de un plan de mejora y la implementación de un plan piloto para la línea de envasado de crema en potes de lata de la empresa Beiersdorf S.A. la cual es una filial de la empresa alemana con casa central en Hamburgo. Esta filial tiene cerca de 300 empleados y trabaja las marcas Nivea, Eucerin, Hidrofugal y Hansaplast.

Esta empresa se dedica a la fabricación, envasado, etiquetado y embalado de sus productos, mientras que la filial Beiersdorf Chile S.A., ubicada en la misma dirección se encarga de la distribución.

En el área de envasado la empresa dispone de 9 líneas productivas, las cuales según sus configuraciones realizan diversos formatos de productos. Debido a que cada línea realiza diferentes productos, algunas poseen más demandas que otras, por lo que existen líneas que no tienen la necesidad de funcionar las 24 horas de forma continua, mientras existen otras que sí. La planificación de la producción se realiza en un departamento específico, en donde se guían por la demanda del mercado, lo que puede generar tener lotes de producción largos o cortos generando un cambio de formato cada vez que este cambia.

El cambio de formato es un proceso que tiene una baja estandarización y el personal lo sabe realizar debido a la experiencia propia, o debido a que otro compañero le enseñó cómo hacerlo. Junto con eso se tiene una serie de parámetros mecánicos y electrónicos que requieren de ajuste y suelen dar complicaciones durante la producción, debido a que no se logra el óptimo de forma sencilla y la experiencia individual de cada operario marca diferencias en los tiempos requeridos para el cambio y ajuste del formato.

El control de la producción se realiza hora a hora anotando los resultados en pizarra y detallando cualquier problema que se haya presentado durante la operación, dentro de este registro se puede apreciar que las grandes detenciones son anunciadas correctamente debido al impacto en las piezas realizadas mientras que las detenciones pequeñas suelen ser pasadas por alto a menos que sean de un carácter demasiado frecuente o molesto. En la producción se tienen metas hora a hora, turno por turno y día a día, los cuales están basados en la capacidad de producción del formato y las horas de trabajo

planeado, debido a que existen horarios en los cuales los operarios pueden tomarse sus descansos y almorzar.

Este trabajo se enfoca específicamente en la línea de envasado de crema en potes de lata. Al momento de iniciar este trabajo se tiene un OAE promedio del 47,0% el año 2017. Esta línea se compone de un equipo principal que es el encargado de recibir los fondos, aplicarles cera, llenarlos con la dosis apropiada de crema, aplicar una cubierta de aluminio y finalmente tapar el producto. Junto con eso se tiene un equipo encargado de alimentar de tapas y otro equipo manual de alimentación de fondos. Posteriormente al producto se le marca su lote correspondiente con un equipo laser y se empaqueta de forma manual (puede requerir de proceso “shrink” o no).

En esta línea se presentan detenciones planeadas como detenciones no planeadas, dentro de las planeadas están considerados los tiempos de descansos y colación de los operarios, además de los cambios de formatos, capacitaciones y pruebas. Mientras que las detenciones no planeadas son debido a problemas durante la operación, entre ellos las más frecuentes son: mala posición de la entrada de tapas y fondos, falta de fondos o tapas, cambio de foil, cambio de film, productos levantados de su placa transportadora, problemas de ajuste entre otras. Cada uno de estos problemas tienen un tiempo de detención y frecuencia diferentes debido a la naturaleza del problema, por lo que se tienen problemas que son más relevantes en el indicador de desempeño OAE, mientras que otros afectan a la calidad del producto finalizado, llegando a provocar rechazo de lotes que afectarían al indicador RFT.

En base a esta problemática es que se requiere un trabajo de mejora continua con la finalidad de permitir producir la cantidad de productos que se tienen como meta, lograr menores costos de producción y menores tiempos de producción, lo que puede llegar a permitir la reducción de un turno de operación.

OBJETIVOS

El objetivo general de este Trabajo de Titulación es proponer un plan de mejora del rendimiento de la línea de envasado de productos cosméticos del laboratorio Beiersdorf con el fin de aumentar las unidades producidas por hora.

Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación actual de la línea de envasado que considere aspectos de procesos y desempeños mediante indicadores característicos.
- Determinar el marco estratégico de la producción para orientar la mejora.
- Determinar las áreas y las oportunidades de mejora de la producción, mediante análisis de causa raíz, con el fin de establecer la prioridad de mejora.
- Elaborar el plan de mejora que considere las áreas, los objetivos, las acciones, los responsables, los plazos y recursos involucrados.
- Desarrollar a modo de plan piloto, un subconjunto de acciones propuestas en el plan, factibles de ser realizadas en el plazo del trabajo, con el fin de validar la efectividad del plan propuesto.

PLAN DE TRABAJO

Para lograr los objetivos de este trabajo, se propone un plan de trabajo a desarrollar, consistente en seis etapas, las cuales se presentan en la Figura 1 y se describen a continuación:

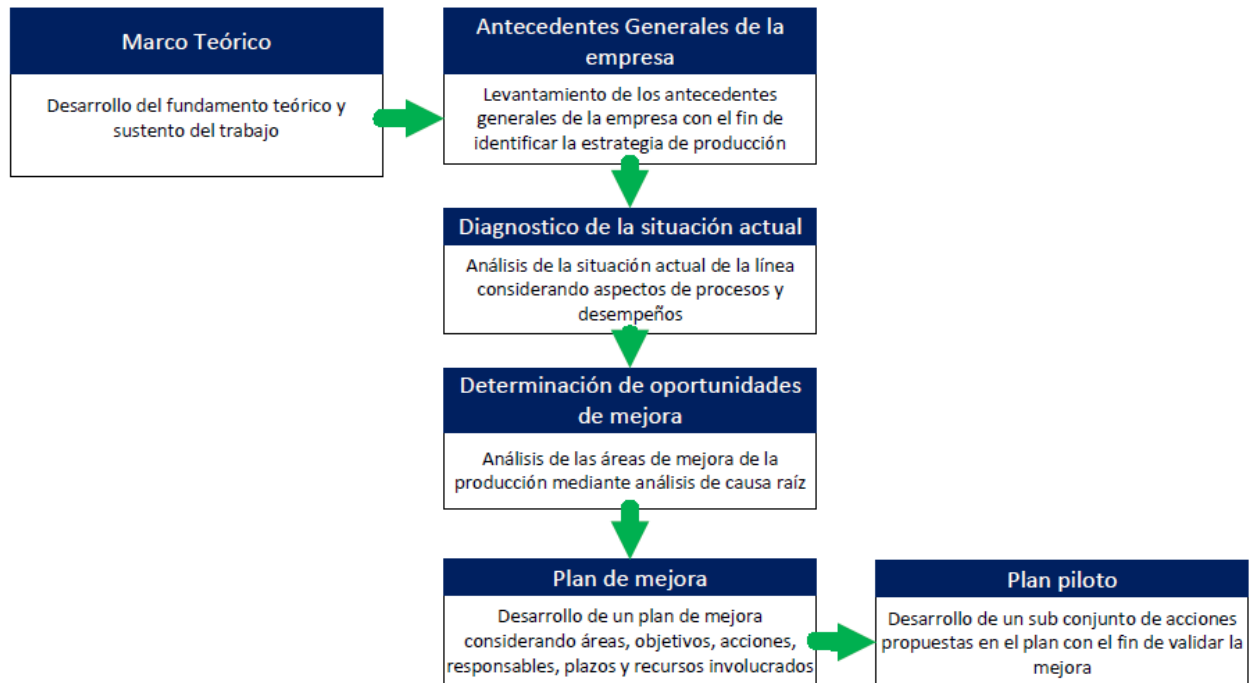


Figura 1: Diagrama del plan de trabajo

Marco Teórico, consiste en la representación del fundamento teórico con la finalidad de brindar el sustento del trabajo.

Antecedentes generales de la empresa, consiste en la información de los antecedentes generales de la empresa con la finalidad de determinar el marco estratégico de la producción y de esta manera orientar la mejora.

Diagnóstico de la situación actual, a través de la información recopilada y un análisis desarrollado en base al marco teórico es que en esta sección se realiza el diagnóstico de la situación actual de la línea de envasado considerando aspectos de: procesos y desempeños mediante indicadores característicos, con la finalidad de identificar los problemas que afectan al rendimiento.

Determinación de oportunidades de mejora, consiste en analizar las áreas y las oportunidades de mejora de la producción mediante análisis de causa raíz, con la finalidad de establecer las prioridades de mejora.

Plan de mejora, consiste en desarrollar un plan de mejora que considera las áreas, los objetivos, las acciones, los responsables, los plazos y los recursos involucrados.

Plan piloto, consiste en implementar un subconjunto de acciones de las propuestas en el plan con la finalidad de validar su efectividad analizando la tendencia del indicador OAE.

1. Marco Teórico

Como parte del plan de trabajo se indaga sobre los indicadores operacionales *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) y *Overall Asset Efficiency* (OAE) que es el utilizado por la empresa. La diferencia entre estos dos indicadores es que el primero mide la eficacia del proceso mientras que el segundo mide la eficiencia. Posteriormente se analiza el indicador *Right First Time* (RFT) utilizado también por la empresa, con lo que logra dividir el indicador OEE en eficiencia y eficacia a través del indicador OAE y RFT.

“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.” [1, p. 21]

Suele separarse la productividad entre dos conceptos: eficiencia y eficacia. Donde la eficiencia es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados para ello; se mejora principalmente optimizando el uso de los recursos, lo cual implica reducir los tiempos y desperdicios. La eficacia es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados son logrados; es decir, cumplir con los objetivos mejorando los resultados de equipos, materiales y del proceso [1].

En la ecuación (1.1) se muestra que el rendimiento es la medida entre unidades producidas y el tiempo total empleado. Donde la eficiencia es la relación entre el tiempo útil y tiempo total, mientras que la eficacia relaciona las unidades producidas sobre el tiempo útil [2].

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} * \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}} \quad (1.1)$$

Para mejorar la eficiencia se deben reducir los tiempos desperdiciados, los cuales pueden ser fallas de equipos, fallas en los procesos, fallas en los procedimientos, reducción de detenciones planeadas con el fin de aumentar el tiempo útil del proceso.

Por otro lado si se busca mejorar la eficacia del proceso se deben reducir los defectos en la producción, los tiempos de ajustes de puesta en marcha, capacitando al personal entre otros. Logrando así aumentar las unidades producidas en el tiempo útil disponible [2].

El indicador de efectividad global de equipos es uno de los más utilizados en la actualidad, conocido como OEE, proveniente de las estrategias de Toyota [3]. Sirve para encontrar las pérdidas de efectividad en las actividades de producción y detectar oportunidades de mejora en los equipos, con el fin de aumentar el desempeño [4].

El indicador OEE se compone de cuatro factores independientes [4], que se multiplican, como se muestra en la ecuación (1.2):

$$OEE = SR * AR * PR * QR[\%] \quad (1.2)$$

Donde:

SR	:	<i>Scheduled Rate</i>	:	Razón de calendarización
AR	:	<i>Availability Rate</i>	:	Razón de disponibilidad
PR	:	<i>Performance Rate</i>	:	Razón de rendimiento
QR	:	<i>Quality Rate</i>	:	Razón de calidad

La Razón de calendarización o SR es una medida de utilización del tiempo disponible para la producción, como se muestra en la ecuación (1.3), es la división entre el tiempo neto total o *Net Available Time* (NAT), sobre el tiempo total disponible o *Total Available time* (TAT). Como la jornada laboral (teórica), en el caso de empresas que trabajan las 24 horas, se considera el TAT como el día completo o mil cuatrocientos cuarenta minutos y no dependen del proceso. NAT es la diferencia entre TAT y todos los tiempos inactivos planificados o *Planned Downtime* (PDT), como se puede ver en la ecuación (1.4). Los tiempos inactivos planificados (PDT) son aquellos descuentos que

consideran: las comidas, mantenimientos preventivos, días nacionales, cambios de turno, descansos y reuniones.

$$SR = \frac{NAT}{TAT} * 100[\%] \quad (1.3)$$

Donde:

SR	:	<i>Schedule Rate</i>	:	Razon de calendarización
NAT	:	<i>Net Available Time</i>	:	Tiempo neto disponible
TAT	:	<i>Total Available Time</i>	:	Tiempo total disponible

$$NAT = TAT - PDT \quad (1.4)$$

Donde:

NAT	:	<i>Net Available Time</i>	:	Tiempo neto disponible
TAT	:	<i>Total Available Time</i>	:	Tiempo total disponible
PDT	:	<i>Planned Downtime</i>	:	Tiempo Inactivo Planificado

El segundo factor es la razón de disponibilidad, éste indica cuánto del tiempo neto se ha utilizado para producir y está afectado por aquellas detenciones no planificadas tales como mantenimientos correctivos ya sean eléctricos o mecánicos, cambio de producto a fabricar, detenciones relacionadas a los procesos, entre otros tiempos inactivos no planificados [4]. AR es calculado como la división entre el tiempo neto de operación (NOT) sobre el tiempo neto disponible o NAT como se muestra en la ecuación (1.5):

$$AR = \frac{NOT}{NAT} * 100[\%] \quad (1.5)$$

Donde:

AR	:	<i>Availablility Rate</i>	:	Razón de disponibilidad
NOT	:	<i>Net Operating Time</i>	:	Tiempo neto operativo
NAT	:	<i>Net Available Time</i>	:	Tiempo neto disponible

El NOT, como se muestra en la ecuación (1.6) es el tiempo neto de operación que indica el tiempo neto utilizado para producir [4].

$$NOT = NAT - NPT \quad (1.6)$$

Donde:

NOT	:	<i>Net Operating Time</i>	:	Tiempo neto operativo
NAT	:	<i>Net Available Time</i>	:	Tiempo neto disponible
NPT	:	<i>Non Productive time</i>	:	Tiempo no productivo

En la Figura 1-1 se representa el uso del tiempo, donde se tiene el TAT, se descuenta el tiempo planificado de no producción o PDT, obteniendo el tiempo neto disponible o NAT, al cual se descuentan las pérdidas de tiempo por detenciones no planificadas NPT, lo que termina en el tiempo neto operativo o NOT, que es el tiempo disponible para producir.

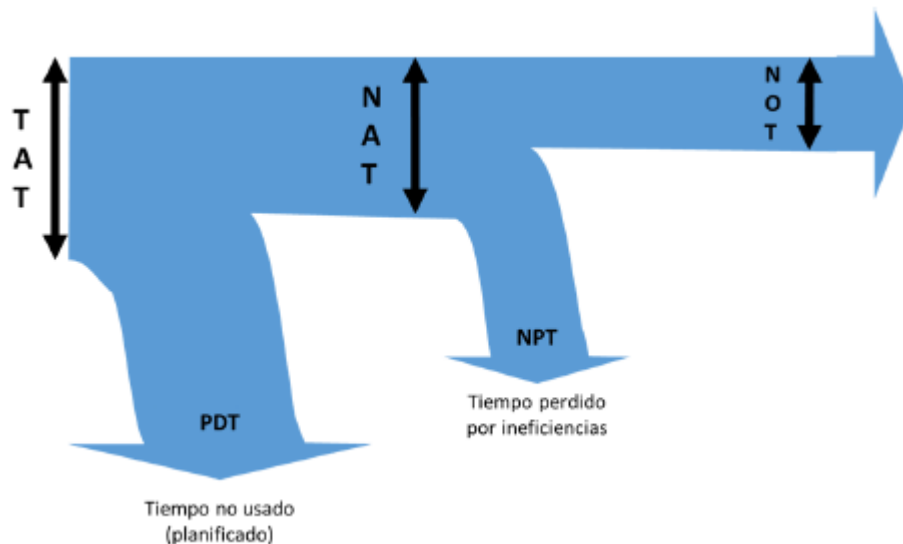


Figura 1-1: Representación del tiempo total disponible, tiempo neto disponible y tiempo neto operativo.

El tercer factor es la razón de rendimiento o *Performance Rate* (PR), este relaciona la producción real con la producción teórica esperada. La ecuación (1.7) evalúa el PR como la división entre el tiempo neto de trabajo o *Net Working Time* (NWT) (véase ecuación (1.8)) y el tiempo neto de operación (NOT) en porcentaje.

La producción real es el total de unidades fabricadas (TUP) y la producción teórica esperada, es la división entre NOT y el ciclo teórico (véase ecuación (1.9)). El tiempo de ciclo teórico, es el tiempo estimado para fabricar una unidad en condiciones perfectas, o el tiempo estándar que demora una unidad en fabricarse. El tiempo teórico de ciclo es el tiempo estándar planificado para la fabricación de una unidad [4].

PR se ve afectado por las pérdidas de velocidad de producción o *Speed Loss*, que aumentan el tiempo de ciclo (real) para producir cada producto, lo que disminuye las TUP. El tiempo neto de trabajo (NWT), como lo indica la ecuación (1.8) se obtiene al multiplicar el tiempo de ciclo teórico por TUP.

$$PR = \frac{NWT}{NOT} * 100[\%] \quad (1.7)$$

Donde:

PR	:	<i>Performance Rate</i>	:	Razón de rendimiento
NWT	:	<i>Net Working Time</i>	:	Tiempo neto de trabajo
NOT	:	<i>Net Operating Time</i>	:	Tiempo neto operativo

$$NWT = \text{Theoretical Cycle Time} \left[\frac{t}{u} \right] * TUP[u] \quad (1.8)$$

Donde:

NWT	:	<i>Net Working Time</i>	:	Tiempo neto de trabajo
TUP	:	<i>Total Unit Produced</i>	:	Unidades totales producidas
<i>Theoretical Cycle Time</i>	:		:	Tiempo de ciclo teórico

$$\text{Unidades teóricas} = \frac{NOT}{\text{theoretical Cycle Time}} \quad (1.9)$$

Donde:

<i>Theoretical Cycle Time</i>	:		:	Tiempo de ciclo teórico
NOT	:	<i>Net Operating Time</i>	:	Tiempo neto operativo

El cuarto factor es la razón de calidad o *Quality Rate* (QR), este refleja todos los defectos en la utilización de materiales, tanto de los procesos de la máquina, puestas en marcha, desperdicios por malos ajustes o cambios, reprocesos, entre otros. Mientras más se acerquen las unidades producidas buenas a las unidades totales producidas, mayor será el indicador de calidad expresado en porcentaje. Se calcula como la división entre las unidades producidas buenas (GUP) y el total de unidades producidas (TUP), representado en la ecuación (1.10).

Las unidades buenas son calculadas a partir de la resta entre TUP y *Scrap* como está representado en la ecuación (1.11). *Scrap* es un concepto que reúne o considera todo lo que corresponde a desperdicio de material, desde unidades defectuosas rechazadas, puesta en marcha del equipo, desperdicio del proceso en máquina, desperdicio por ajuste, reproceso y cualquier otro tipo de desperdicio de material [4].

$$QR = \frac{GUP}{TUP} * 100[\%] \quad (1.10)$$

Donde:

QR	:	<i>Quality Rate</i>	:	Razón de calidad
GUP	:	<i>Good Units Produced:</i>	:	Unidades buenas
TUP	:	<i>Net Operating Time</i>	:	Unidades totales producidas

$$GUP = TUP - SCRAP \quad (1.11)$$

Donde:

GUP	:	<i>Good Units Produced:</i>	:	Unidades buenas
TUP	:	<i>Net Operating Time</i>	:	Unidades totales producidas
Scrap	:	<i>Scrap/Waste</i>	:	Desperdicio de material

1.1 Utilización del indicador OAE y RFT

Dentro de la empresa Beiersdorf los indicadores utilizados son el OAE y el RFT, los cuales corresponden a diferentes factores vistos del indicador OEE. El indicador OAE se muestra en la ecuación (1.12):

$$OAE = SR * AR * PR[\%] \quad (1.12)$$

Donde:

OAE	:	<i>Overall Asset Efficiency</i>	:	Eficiencia Global de Equipos
SR	:	<i>Scheduled Rate</i>	:	Razón de calendarización
AR	:	<i>Availability Rate</i>	:	Razón de disponibilidad
PR	:	<i>Performance Rate</i>	:	Razón de rendimiento

Esto se debe a que el indicador OAE ve el rendimiento del proceso bajo las mismas metodologías de cálculo explicadas para las secciones de PR, SR y AR del indicador OEE expuestas desde la Ecuación (1.3) hasta la Ecuación (1.9). Exceptuando los horarios de colación, descansos y mantenimiento que no son considerados como tiempos inactivos planificados por lo que afectan directamente en el cálculo del OAE.

Por otro lado el indicador RFT corresponde al porcentaje de no rechazos de lotes de producción y es calculado mensualmente.

Beiersdorf no utiliza el indicador OEE. Utiliza indicadores diferentes para rendimiento y calidad bajo una metodología similar.

2. Antecedentes generales de la empresa

En este capítulo se describen los antecedentes generales de la empresa, su organización, distribución general de la planta, los productos realizados en la línea referente del trabajo, sus procesos, el requerimiento de personal, las metas de producción, el control de la producción, los horarios de funcionamiento, los procesos de inspección primaria de calidad junto con la tendencia del indicador OAE previo al trabajo (año 2017).

2.1 Laboratorio Beiersdorf

Beiersdorf es una compañía global de origen Alemán, con más de 150 filiales en todo el mundo. Con aproximadamente 130 años de historia dedicada al cuidado de la piel. Dentro de sus filiales existe Beiersdorf SA, ubicada en la comuna de Maipú en Santiago de Chile, es el lugar donde se encuentra la línea de envasado de crema en potes de lata, objeto de este trabajo.

Sus valores claves están orientados al cuidado, la simplicidad, el coraje y la confianza con el fin de tener éxito en un mercado de constante innovación y competencia. Junto con eso su estrategia se basa en la gestión de las marcas y un trabajo de investigación y desarrollo guiado por la innovación.

Estos corresponden a los aspectos globales de la empresa, pero junto con ello existe una diferenciación entre el área de producción y distribución como empresas independientes denominadas como PC y DC respectivamente, debido a sus nombres en inglés “Production Center” y “Distribution Center”. Esto genera que las empresas dedicadas a la producción compitan entre ellas tanto por la fabricación de ciertos productos y formatos, como por los volúmenes de producción, ya que los centros de distribución adquieren los productos a los menores costos posibles.

Para lograr los volúmenes y productos necesarios los centros de producción de Beiersdorf utilizan los indicadores de OAE, RFT y “Servis Level”, que corresponden a la eficiencia de la producción, los rechazos y la eficacia de la producción, respectivamente.

Junto con esto, los centros de producción se orientan en sus tres pilares principales los cuales están organizados por orden de importancia, que son:

- Seguridad
- Calidad
- Producción

Estos están escalonados según prioridad y son cuantificados en indicadores característicos. Estos son:

- Accidentabilidad:
Dentro de la empresa se tiene como mentalidad tener cero accidentes y para ello se va controlando año a año esta condición. Un accidente que se considera dentro de este indicador es cualquiera que haga que una persona reciba licencia por más de dos días.
- RFT
Este indicador es el porcentaje de no rechazos, tanto de productos terminados, como de la fabricación de la crema. Estos son evaluados de forma independiente:
 - RFT *Bulk*
 - RFT *Packing*
- OAE
Este es el indicador de rendimiento de la producción.
- Nivel de servicio
Corresponde al porcentaje de respuesta entregada a la demanda del mercado, es decir, que tan flexible y efectiva es la línea con el fin de responder ante la demanda de todos los formatos. Este indicador representa la necesidad de tener flexibilidad en la producción para lograr entregar todos los formatos demandados en los tiempos requeridos.

Estas son las visiones que caracterizan a la empresa, y son los objetivos de mejora. Siendo que este trabajo se basa en el proceso de envasado, el indicador de RFT *Bulk*, accidentabilidad y nivel de servicio no son parte del alcance.

Finalmente se tiene que el alcance de este trabajo es el rendimiento, y en base a esto los indicadores que más influyen son el OAE y RFT *Packing*, sin embargo se debe considerar que las propuestas de mejora no pueden afectar de manera negativa al indicador de nivel de servicio y accidentabilidad.

2.2 Organización de la empresa

Esta empresa posee un organigrama en el cual existe el Director de la Planta, a quien le reportan las gerencias de todas las áreas presentes en la empresa y en cual cada área tiene sus funciones, responsabilidades y objetivos además de su cantidad de trabajadores, presupuestos y otros temas de interés. A continuación en la Figura 2-1 se muestra el organigrama hasta los puestos de gerencia de todas las áreas involucradas:

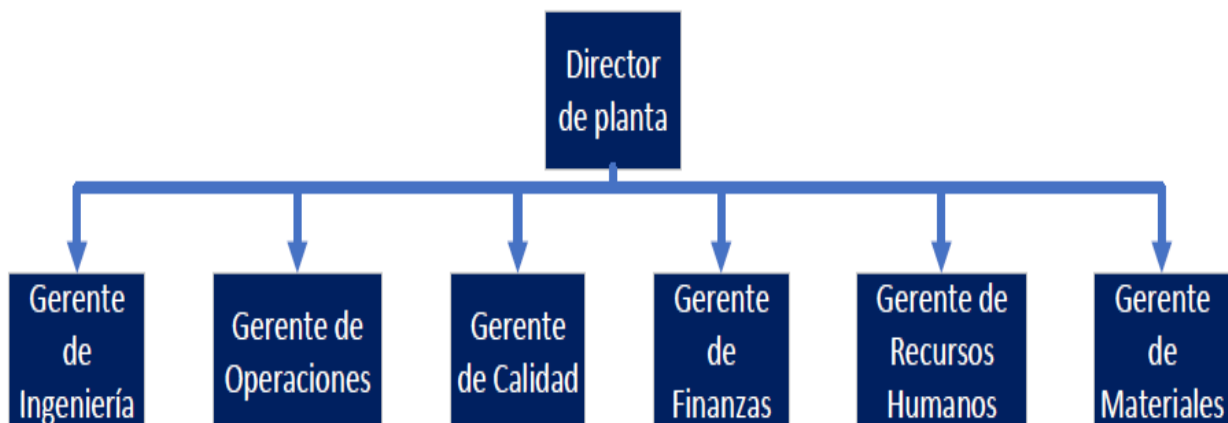


Figura 2-1: Organigrama de la empresa Beiersdorf SA correspondiente al centro de producción

Los trabajos de mejora continua son parte de las funciones del área de ingeniería, pero no deja de estar ligado al área de operación que es el punto donde estas mejoras se ven reflejadas, en eficiencia y cantidad de productos realizados.

2.3 Distribución general de la planta

Dentro de la filial ubicada en Maipú se tienen dos razones sociales diferentes que comparten terreno y casino, estas dos entidades corresponden al centro de producción y centro de distribución. El centro de distribución contempla un único edificio mientras que el centro de producción se compone de dos bodegas, un área de envasado y un área de fabricación.

A continuación en la Figura 2-2 se expone un mapa del recinto y las diferentes áreas:



Figura 2-2: Mapa con la distribución de áreas en Beiersdorf Maipú

2.4 Productos realizados en la línea de envasado

Esta línea produce el producto característico de la marca “Nivea” que es la más grande que maneja el laboratorio Beiersdorf, junto con la crema “Atrix”. Estas cremas son envasadas en pots de lata los cuales existen en diferentes tamaño y diseño gráfico de la lata.

Los cambios de formatos más demorosos en realizarse son en los que varía el tamaño, por lo que la clasificación más interesante es por el tamaño del pote, como se expresa en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Formatos realizados en la línea de envasado

Producto	Foto
Nivea Creme 30ml	
Nivea Creme 60ml	
Nivea Creme 150ml	
Nivea Creme 250ml	
Atrix 60ml	
Atrix 150ml	
Atrix 250ml	

Junto con estos formatos de producción, ciertos clientes requieren que el producto final se pueda manejar en grupos de 6, por lo que es necesario adicionar un proceso a la línea que corresponde al

denominado “shrink” en el cual el producto es envuelto en un film de polietileno y es circulado por una cámara caliente para generar la contracción del film. Los productos que requieren agrupación también se pueden clasificar a través del tamaño del envase como se muestra en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Tabla con los formatos realizados con requerimiento de “shrink”

Producto	Foto
Pack de 6 Nivea Creme 30ml con “shrink”	
Pack de 6 Nivea Creme 60ml con “shrink”	
Pack de 6 Nivea Creme 150ml con “shrink”	
Pack de 6 Nivea Creme 250ml con “shrink”	

Todos los formatos mostrados son agrupados en cajas. Las que después deben completar un lote cuantificado en un pallet completo de productos finalizados, posteriormente estos son inspeccionados por el área de calidad para obtener su liberación y pasar a la bodega de productos terminados.

2.5 Esquema de producción

Algunos clientes piden que los productos vengan en grupos de seis, para lo que es utilizado un equipo y un proceso adicional, encargado de generar estos paquetes de film termo contraíble y es por esto que el esquema de producción se puede dividir en un proceso con agrupación y otro sin.

A continuación se muestra en la Figura 2-3 el esquema productivo sin agrupación mientras que en la Figura 2-4 se muestra el proceso con agrupación.



Figura 2-3: Diagrama de producción sin agrupación

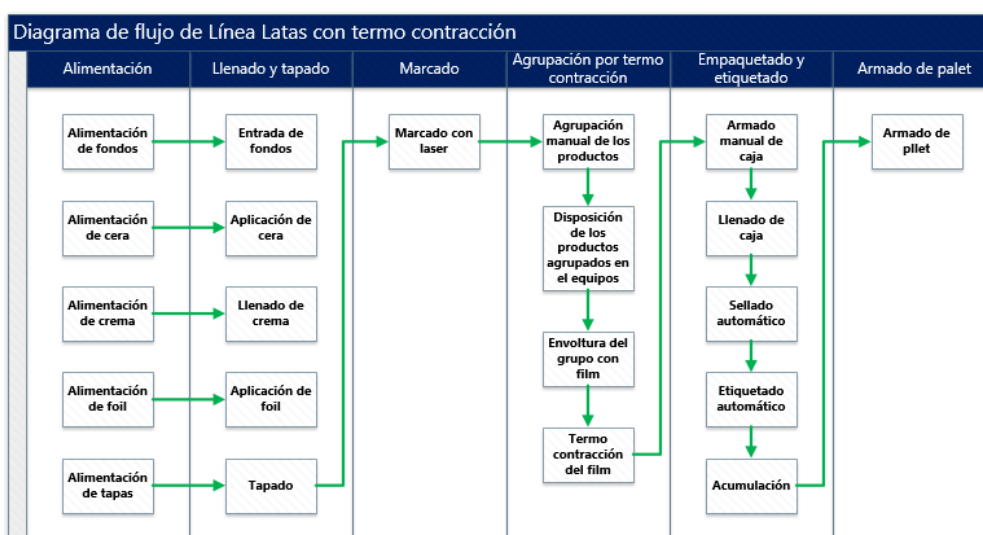


Figura 2-4: Diagrama de producción con agrupación

Para el nivel de detalle que se aborda este trabajo es necesario desglosar el proceso por etapas.

2.5.1 Alimentación de fondos

Este es un proceso semi automático en donde el maquinista debe encargarse de disponer los fondos en la orientación correspondiente, sobre una mesa giratoria desde la que hacen ingreso a la máquina. A continuación se muestra el diagrama del proceso en la Figura 2-5.

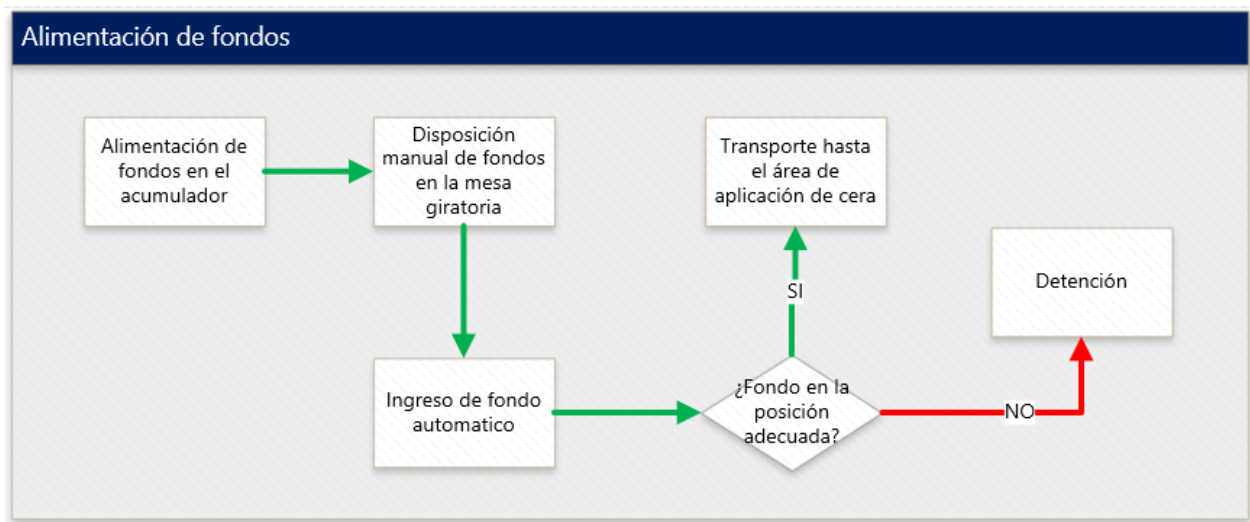


Figura 2-5. Diagrama del subproceso alimentación de fondos

Cuando el fondo entra a la máquina existe una verificación de la posición adecuada de este a través de un sensor de distancia, esto permite que el equipo se detenga emitiendo una señal en la pantalla para que el operador cambie la posición del fondo, debido a que su ingreso incorrecto genera problemas posteriores.

Los fondos son suministrados por los abastecedores, los que depositan el producto sobre un contenedor que posee una ranura en la parte inferior que permite la salida de los fondos para su operación, este equipo se muestra a continuación en la Figura 2-6.



Figura 2-6: Equipo contenedor de fondos

El paso siguiente corresponde a poner los fondos en la posición apropiada sobre la mesa giratoria que posee guías para direccionar los fondos lo que se muestra en la Figura 2-7.



Figura 2-7: Mesa giratoria encargada de la alimentación de fondos

Finalmente el ingreso de los productos a la máquina se da por una cinta transportadora, como se muestra en la Figura 2-8.



Figura 2-8: Cinta de entrada de fondos a la máquina

2.5.2 Aplicador de cera

Este proceso es totalmente automático, ingresa el fondo a un equipo encargado de aplicar cera caliente en el borde, para posteriormente poder tener un sellado hermético con la aplicación del foil, que es uno de los procesos posteriores. El diagrama de proceso se muestra en la Figura 2-9.

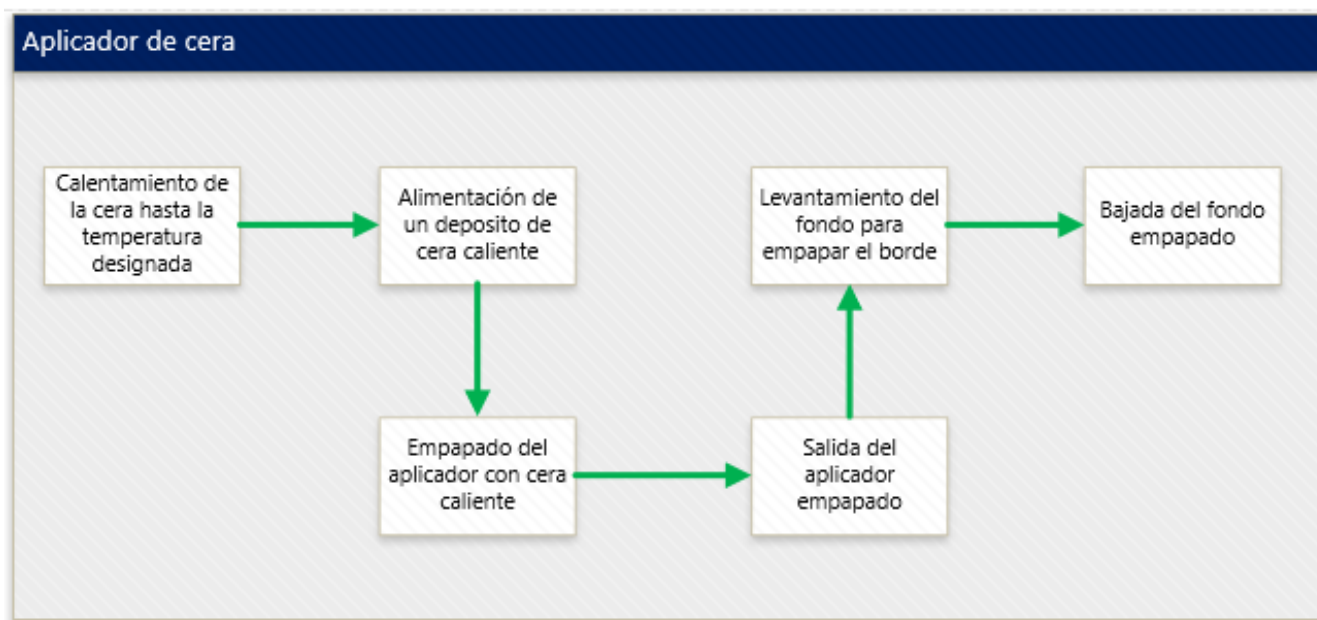


Figura 2-9: Diagrama del subproceso de aplicación de cera

Después de este proceso existe la posibilidad de que el fondo se salga de su posición, por lo que en el proceso de llenado que viene a continuación se tiene un sensor que comprueba la correcta ubicación del fondo. A continuación se muestran las Figura 2-10 y Figura 2-11 donde se pueden apreciar los diferentes componentes de este proceso.



Figura 2-10: Equipo encargado de calefaccionar y almacenar la cera

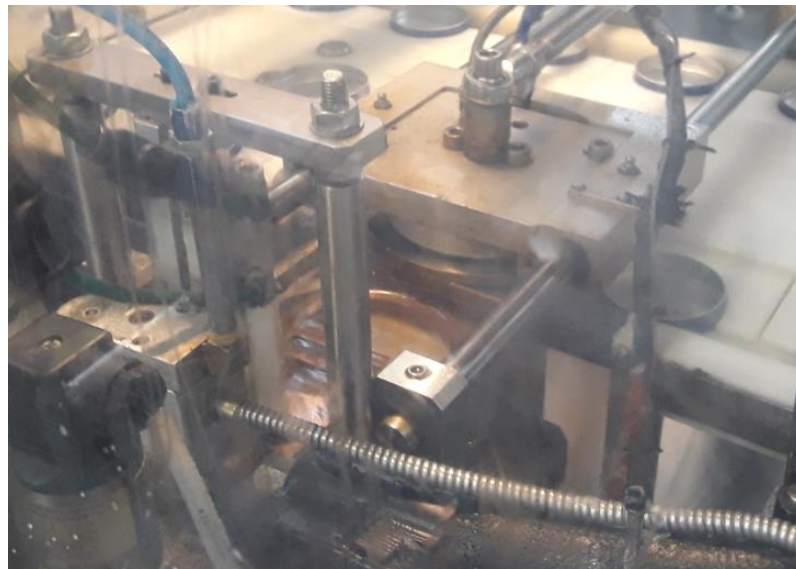


Figura 2-11: Equipo encargado de la aplicación de cera

2.5.3 Llenado con crema

Posterior a la aplicación de la cera el pote es dirigido a la siguiente estación, la cual está encargada de verter la dosis necesaria de crema, para ello se tiene un funcionamiento de bomba de desplazamiento positivo, alimentada por una copa que contiene la crema en los niveles deseados. La copa es alimentada desde una bomba conectada a un estanque con el producto en donde se tiene un sensor de distancia que dice cuando activar o desactivar el llenado de la copa. A continuación en la Figura 2-12 se muestra el diagrama de este subproceso.

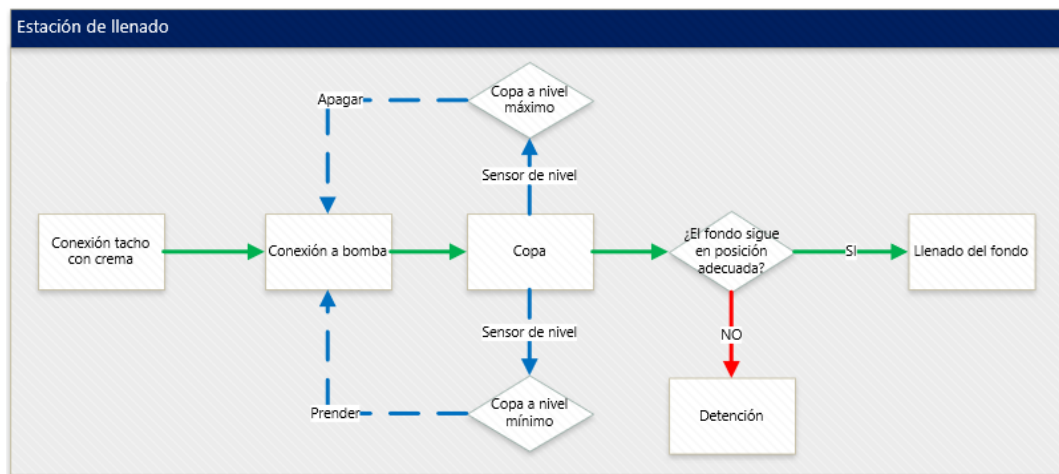


Figura 2-12: Diagrama del subproceso de llenado

La crema es almacenada en estanques, los que son trasladados a través de transpaleta. Este equipo se muestra a continuación en Figura 2-13.



Figura 2-13: Estanque contenedor de crema

Este estanque es conectado a su vez a la bomba. La que se muestra en Figura 2-14.



Figura 2-14: Bomba encargada de alimentar a la copa

A su vez la bomba alimenta la copa como muestra la Figura 2-15.



Figura 2-15: Copa de recepción para crema

Finalmente el envase es llenado a través de un dosificador que corresponde a una bomba de desplazamiento positivo. Esta salida de crema se muestra en la Figura 2-16.



Figura 2-16: Dosificador y llenador de crema

2.5.4 Aplicación del foil

El proceso de aplicación del foil consiste en cortar un círculo desde el rollo del foil y ponerlo sobre el pote con crema, para posteriormente aplicarle presión y sellarlo por medio de la cera aplicada previamente, el diagrama de este subproceso se muestra a continuación en la Figura 2-17.



Figura 2-17: Diagrama del subproceso de aplicación de foil

Al final de este subproceso se tiene un sensor encargado de verificar que el producto sigue en su posición, para evitar que esto genere problemas en los siguientes pasos.

A continuación la Figura 2-18 muestra el sistema de alimentación del foil, que es el encargado de desbobinar el rodillo del film en cada ciclo de operación.

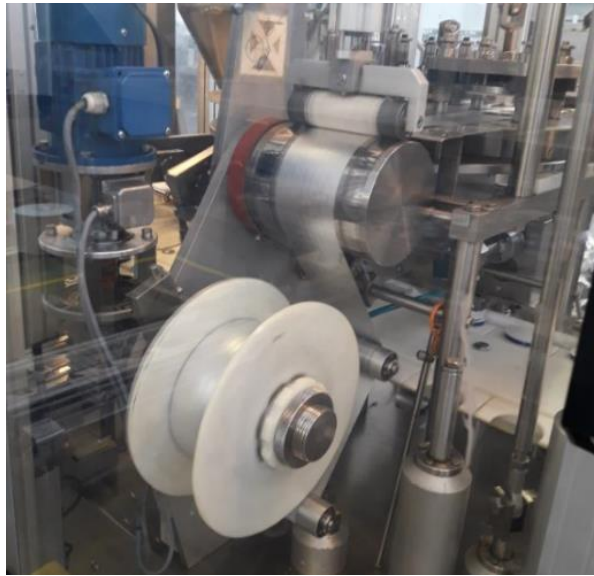


Figura 2-18: Equipo encargado de desbobinar el foil

Paralelamente a este proceso está el equipo encargado de cortar los círculos del foil como muestra la Figura 2-19.



Figura 2-19: Equipo encargado de cortar el foil

Posterior a este proceso está el componente encargado de tomar el foil por succión y depositarlo encima del pote, para esto el componente gira en 180°, en la Figura 2-20 se aprecian las dos posiciones del componente encargado de este proceso.



Figura 2-20: Componente aplicador de foil

Finalmente, para terminar este subproceso está otro componente encargado de aplicar presión y logra sellar la crema gracias al foil y la cera aplicada en los procesos anteriores, este componente aplicador de presión se muestra en la Figura 2-21.



Figura 2-21: Componente aplicador de presión para el foil

El sobrante del foil sale de la máquina a través de aire comprimido y es depositado en un recipiente para su posterior descarte como se expresa en la Figura 2-22.



Figura 2-22: Salida del foil sobrante

2.5.5 Alimentación de tapas

El proceso de alimentación de tapas es totalmente automático y se compone de varias partes, tiene como objetivo llenar una línea de tapas en la posición correcta, este equipo tiene un plato inclinado que provoca que las tapas se depositen en un anillo externo y puedan ser discriminadas una a una, con la intención de descartar con una expulsión de aire las tapas en posición errónea y dejar pasar a las que tienen la posición correcta, su diagrama de proceso se muestra en la Figura 2-23.

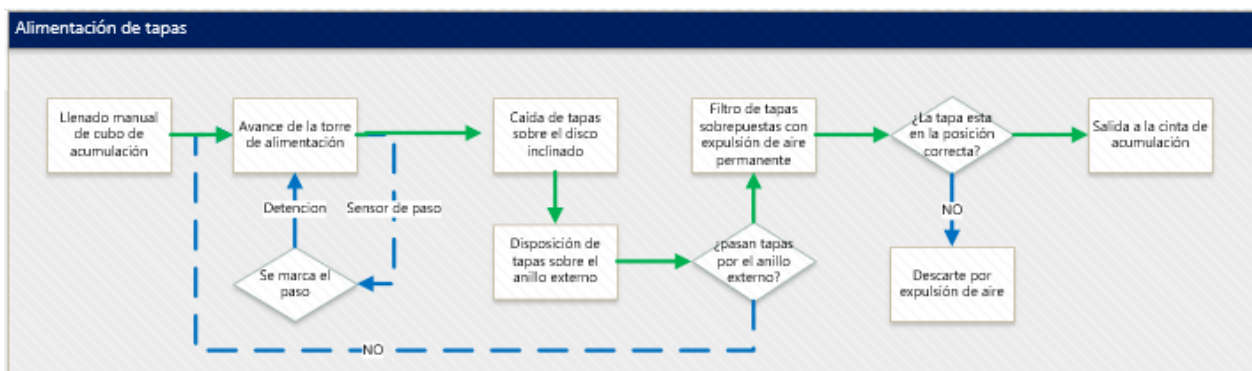


Figura 2-23: Diagrama del subproceso de alimentación de tapas

El subproceso comienza con llenar un depósito de tapas de la que se alimenta la cinta de transporte vertical del denominado “sorter”, este depósito se muestra en la Figura 2-24.



Figura 2-24: Equipo acumulador de tapas

Cuando se detecta una baja presencia de tapas en el “sorter”, se realiza un avance por escalones de la cinta de transporte vertical que nace del depósito de tapas. Como se muestra en la Figura 2-25.



Figura 2-25: Cinta alimentadora del "sorter"

Posteriormente, las tapas caen en el “sorter” que es el encargado de discriminar las tapas en la posición correcta de las incorrectas, logrando que solo las tapas adecuadas salgan del equipo hacia la cinta de acumulación. Este equipo se muestra en la Figura 2-26.



Figura 2-26: Equipo denominado "sorter"

Finalmente, las tapas son acumuladas en la cinta de ingreso al equipo. Como se muestra en la Figura 2-27.



Figura 2-27: Cinta de acumulación e ingreso de tapas

2.5.6 Tapado del producto

Este es un proceso automático en que las tapas son introducidas en un dispositivo capaz de discriminar si es que la tapa está en la posición correcta o incluso si no existen tapas, lo que se considera como el mismo tipo de falla y detiene el equipo para evitar problemas posteriores. El diagrama del subproceso se muestra en la Figura 2-28.



Figura 2-28: Diagrama del subproceso de tapado

Este proceso es llevado por un equipo denominado tapadora, el que posee la capacidad de detener al equipo si existe una falla, detecta si se ejerce una fuerza de tapado excesiva, lo que puede suceder cuando se montan dos tapas. El equipo encargado de posicionar la tapa sobre el producto se muestra en la Figura 2-29. Por otro lado, el equipo encargado de aplicar la presión de tapado se muestra en la Figura 2-30.



Figura 2-29: Equipo encargado de posicionar las tapas



Figura 2-30: Equipo encargado de tapar el producto

2.5.7 Rotulación de fecha y lote

Una vez que el producto sale tapado, es necesario rotular el lote al que corresponde y la fecha de elaboración, para esto se ocupa un sensor que manda la señal a un grabador laser, como se muestra en el diagrama de la Figura 2-31. Cabe destacar que si el sensor no detecta el producto este pasara sin ser marcado.

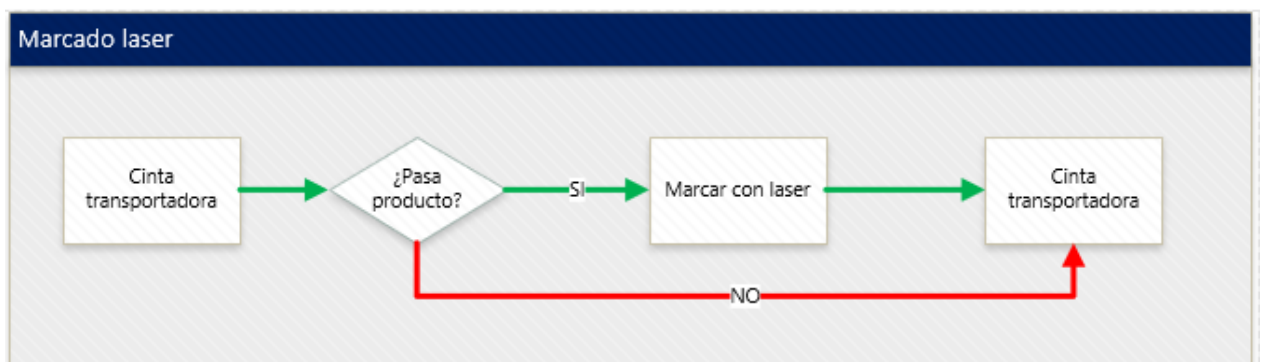


Figura 2-31: Diagrama del subproceso de marcación de fecha y lote

Este proceso es llevado a cabo por un único equipo. Como se muestra en la Figura 2-32.



Figura 2-32: Equipo laser encargado de marcar lote y fecha en el producto

2.5.8 Proceso de agrupación

Cierto tipo de productos, como se mencionó en apartados anteriores, son necesario agruparlos, y para esto se utiliza un equipo semi automático. Los productos se agrupan manualmente y se envuelven con un film termo contraíble. Posteriormente pasa por una cámara de calor. Este equipo se llama enfajador vertical y túnel de termo contracción.

Posterior a este proceso es requerida una inspección visual por el personal, en caso de no cumplir con el requerimiento que se expondrá en los apartados referentes a la calidad, estos son reprocesados. El diagrama de este subproceso se muestra en la Figura 2-33.



Figura 2-33: Diagrama del subproceso de agrupación

A continuación se muestra en la Figura 2-34 y Figura 2-35 uno de los equipos utilizados en para la línea de envasado.

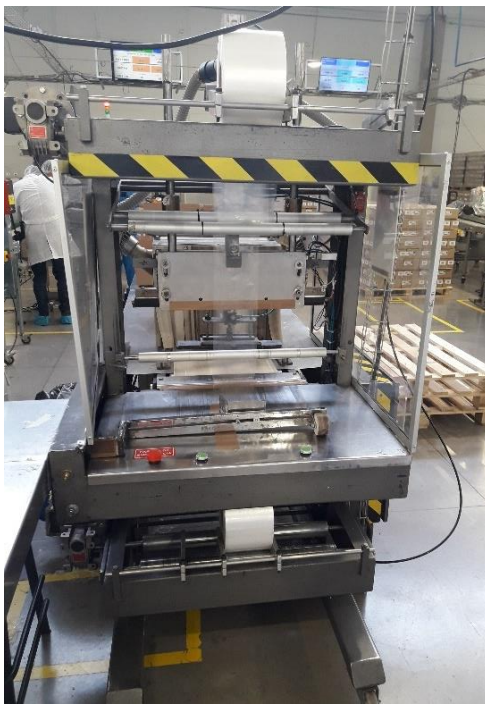


Figura 2-34: Equipo de termo contracción desde el frente



Figura 2-35: Equipo de termo contracción desde el lado

2.5.9 Empaquetado del producto en cajas y etiquetado

Este proceso es para todos los formatos, variando sólo la manipulación de los productos ya que unos vienen agrupados y otros individuales. Son todos dispuestos de cierta cantidad de unidades según el formato como se muestra en el diagrama de la Figura 2-36. El apilamiento de productos dentro de la caja es manual mientras que el sellado y etiquetado es automático.

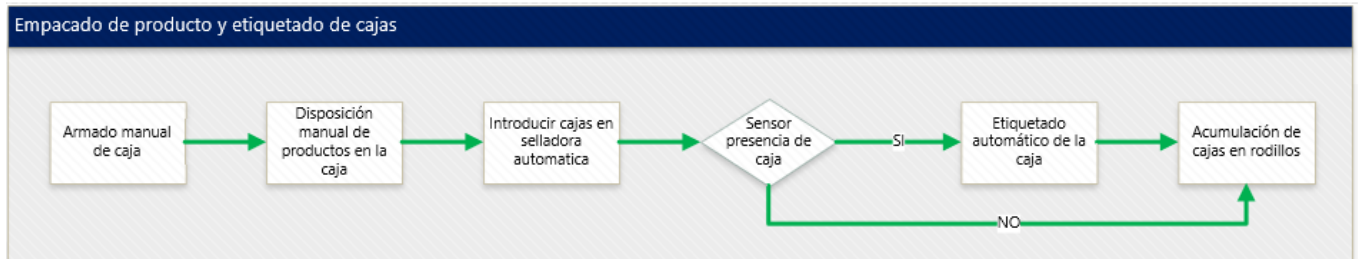


Figura 2-36: Diagrama del subproceso de armado y etiquetado de cajas

A continuación se muestra en la Figura 2-37 el equipo encargado de sellar las cajas y en la Figura 2-38 el equipo encargado de etiquetar las cajas.



Figura 2-37: Equipo sellador de cajas



Figura 2-38: Equipo de etiquetado automático de cajas

2.5.10 Agrupación de las cajas en pallet

En este proceso se agrupan las cajas en el pallet hasta completar un lote, posteriormente se lleva al área de revisión de productos terminados para ser aprobados y llevados envueltos en film hasta la bodega de productos terminados. El diagrama del subproceso se muestra en la Figura 2-39.

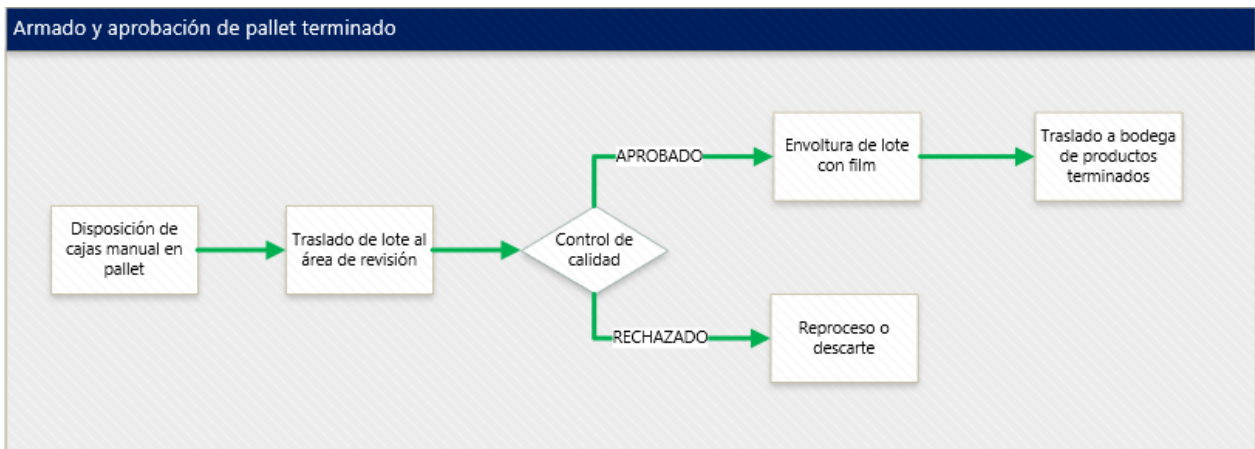


Figura 2-39: Diagrama del subproceso de armado de pallet y revisión

A continuación en la Figura 2-40 se muestra el armado de los pallet con cajas de productos terminados.



Figura 2-40: Pallet de productos terminados

2.6 Requerimiento de personal

Esta línea tiene un requerimiento mínimo de 3 personas y un funcionamiento por turnos que provoca tener 3 equipos de 3 personas cuando es necesario trabajar 24 horas corridas, esta necesidad tiene un comportamiento dinámico debido a la demanda de los productos.

Los puestos de trabajo en la línea, son designados con 3 cargos, cada uno está encargado de diferentes funciones, las que se mencionan a continuación;

Maquinista: es la persona con más conocimientos en el uso de máquinas dentro de la línea y está encargado de la parte del proceso automático y los requerimientos que este tiene. Es el encargado de mantener funcionando el equipo y para ello es necesario solucionar las detenciones menores, cambiar el foil, cambiar el estanque de crema, realizar los cambios de formatos, lograr el ajuste del equipo, alimentar con cera, limpiar el equipo entre otras tareas.

Coordinadora: suele ser una mujer y está encargada de llevar el control de producción en la pizarra justificando los resultados de producción debido a fallas en el funcionamiento, es la encargada de llevar el proceso manual de empaquetado de cajas y apilado en el pallet final, además opera el equipo de termo contracción cuando este es requerido.

Asistente: suele ser una mujer y ayuda a la coordinadora con los labores de armado de cajas y apilamiento en los pallets, además de asistir con el uso del equipo de termo contracción cuando es necesario.

2.7 Metas de producción

Las metas de producción están designadas por cada formato de acuerdo a su velocidad de ciclo en el proceso.

A continuación en la Tabla 2-3 se muestran el potencial de producción por hora según formato junto con un porcentaje de paro no planeado, con esto se definen las metas de producción por hora. Además se agregan en las metas de producción en las horas que existen detenciones de 10 y 45 minutos las que corresponden a descansos y almuerzo respectivamente:

Tabla 2-3: Metas de producción según formato y detención planeada

Formato	Velocidad [u/min]	Potencial de la línea [u/h]	Paro no planeado	Objetivo por hora [u/h]	10 [min]	45 [min]
Nivea Creme 30ml	60	3600	15%	3060	2550	765
Nivea Creme 60ml	60	3600	15%	3060	2550	765
Nivea Creme 150ml	50	3000	15%	2550	2125	638
Nivea Creme 250ml	45	2700	30%	1890	1575	473
Atrix 60ml	60	3600	15%	3060	2550	765
Atrix 150ml	50	3000	15%	2550	2125	638
Atrix 250ml	45	2700	30%	1890	1575	473

2.8 Control de la producción

El control de producción es llevado a través de pizarras ubicadas en la línea de envasado, la persona responsable de anotar los resultados hora a hora es la Coordinadora de la línea. Esta pizarra además de ser un mecanismo de control sobre la producción, se usa para generar conciencia de seguridad y calidad a los operarios, gracias a las secciones dedicadas a estos temas.

Se utiliza un código de color en donde se anotan los números en verde cuando el nivel de producción es igual o mayor a la meta, mientras que se anotan en rojo cuando son menores. Además, toda la información se escribe de color negro, mientras que el azul es el color utilizado por personal de mayor rango para escribir comentarios y observaciones.

Como se muestra en la Figura 2-41 existe un apartado en donde se indica la fecha del día de producción, los riesgos de seguridad y los riesgos de calidad del producto que puede generar un lote

rechazado. Se destina una columna para indicar las metas, tanto por hora, por turno y por día. A continuación la Coordinadora de la línea es la encargada de ingresar las unidades producidas y las causas de las detenciones responsables de no alcanzar las metas.

PREZAS POR TURNO	HORAS	OBJETIVO	ACTUAL	DIFERENCIA	COMENTARIOS	PREZAS POR TURNO	HORAS	OBJETIVO	ACTUAL	DIFERENCIA	COMENTARIOS
Líder de Línea	8:00 - 9:00	3 060	3 024	36	Intervención	Líder de Línea	9:00 - 9:00	3 060	1 666	1 394	Reducción de velocidad
Jefe de Línea	9:00 - 10:00	3 060	2 934	166	Línea de Pegar en el Límite de la Cepa	Jefe de Línea	10:00 - 10:00	3 060	0	0	Cambio de Reductor
Objetivo del Turno	10:00 - 11:00	3 060	2 753	307	1)	Objetivo del Turno	11:00 - 11:00	3 060	0	0	1)
3 672	11:00 - 12:00	3 060	2 684		Limpieza Placas	3 425	12:00 - 12:00	3 060	0	0	1)
Producción	12:00 - 13:00	3 060	3 158			Producción	13:00 - 13:00	765	532	233	Se detiene cada 15 minutos (Falta de 45 min)
	13:00 - 14:00	3 060	3 031	29			14:00 - 14:00	3 060	0	0	Detención a causa de Reductor
	14:00 - 15:00	3 060				12 721	15:00 - 15:00	3 060	0	0	1)
	15:00 - 16:00	3 060					16:00 - 16:00	3 060	401	2 659	1)
Líder de Línea	16:00 - 17:00	3 060				Líder de Línea	17:00 - 17:00	3 060	2 704	356	
Jefe de Línea	17:00 - 18:00	3 060				Jefe de Línea	18:00 - 18:00	3 060	2 859	201	- Tapadera
Objetivo del Turno	18:00 - 19:00	3 060				Objetivo del Turno	19:00 - 19:00	3 060	1 640	1 420	Se va a la noche (Falta de 45 min)
3 360	19:00 - 20:00	3 060				3 360	20:00 - 20:00	3 060	2 919	141	Inicio de Turno
Producción	20:00 - 21:00	3 060				Producción	21:00 - 21:00	3 060	3 100	40	
	21:00 - 22:00	3 060					22:00 - 22:00	3 060	3 311	251	Se va a la noche (Falta de 45 min)
	22:00 - 23:00	3 060					23:00 - 23:00	3 060	3 122	62	
	23:00 - 00:00	3 060					00:00 - 00:00	3 060	2 895	165	Limpieza de Placas
Líder de Línea	0:00 - 1:00	3 060				Líder de Línea	1:00 - 1:00	3 060	3 216	156	
Jefe de Línea	1:00 - 2:00	3 060				Jefe de Línea	2:00 - 2:00	3 060	3 022	38	Limpieza de Placas
Objetivo del Turno	2:00 - 3:00	3 060				Objetivo del Turno	3:00 - 3:00	3 060	3 362	302	
3 360	3:00 - 4:00	3 060				3 360	4:00 - 4:00	3 060	2 868	192	Limpieza de Placas
Producción	4:00 - 5:00	3 060				Producción	5:00 - 5:00	3 060	3 291	231	
	5:00 - 6:00	3 060					6:00 - 6:00	3 060	3 230	170	
	6:00 - 7:00	3 060					7:00 - 7:00	3 060	2 463	597	
	7:00 - 8:00	3 060									

Figura 2-41: Pizarra utilizada para el control de la producción

A través de este medio se transparentan los datos y se genera un mecanismo de comunicación en el cual los administrativos se enteran de lo sucedido durante los turnos de tarde y noche. Siempre se debe tener en cuenta la subjetividad de este dato ya que suelen ser anotadas las detenciones más importantes mientras que las pequeñas fallas de producción no.

2.9 Horarios de funcionamiento

Los turnos de los operadores de las líneas son de 8 horas, en las que tienen 45 minutos para colación y dos descansos de 10 minutos por turno. Estos turnos son 3, en la mañana de 08:00 a 16:00, en la tarde de 16:00 a 00:00 y por la noche de 00:00 a 08:00. Como muestra la Tabla 2-4.

Tabla 2-4: Horarios de funcionamiento de los turnos para operarios

Turno	Horario Inicio	Horario Salida
Turno Mañana	8:00	16:00
Turno Tarde	16:00	00:00
Turno Noche	00:00	08:00

Semana a semana se rotan los turnos con los equipos de trabajo.

Dentro de los horarios de funcionamiento están las posibilidades de trabajar en horario extendido obteniendo saldo por horas extras.

El horario administrativo es de 08:00 a 17:30, de lunes a viernes, como se muestra en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5: Horario administrativo

	Hora Inicio	Hora Salida
Horario Administrativo	08:00	17:30

2.10 Inspección de calidad

El control de calidad se realiza tanto en la línea por los mismos funcionarios como por el Área de calidad, estas son tres inspecciones en total, en la que se realiza un control de calidad primario llevado a cabo por el maquinista de turno, el secundario realizado por la Coordinadora mientras que el último lo realiza personal del Área de Calidad.

Los defectos son clasificados con colores, donde se utiliza el rojo y el amarillos según gravedad, su clasificación se basa en lo siguiente:

Rojo Para defectos que pueden causar daños físicos al cliente, que hacen que el producto no pueda utilizarse, que no cumpla con los aspectos legales, pueden causar problemas o dificultades al usuario, pueden provocar que el cliente decline en su opción de compra o que pueda manifestar un reclamo por causa del defecto.

Amarillo Para defectos estéticos que no comprometen el uso del producto.

Además según el tipo de defecto se realizan las siguientes acciones:

Defecto Rojo Estos hallazgos implican parar la línea y corregir, además de identificar y revisar todo lo producido hasta el último punto de control de inspección de calidad.

Defecto Amarillo Estos hallazgos implican detener la línea y corregir el defecto para posteriormente continuar envasando.

2.10.1 Inspección primaria de calidad

Para este control primario es necesario llenar una plantilla como la mostrada en Anexo 1, que especifica el procedimiento, en este caso es necesario detallar el NART del producto, el lote y la fecha, junto con eso se definen inspecciones de puesta en marcha y en producción, de acuerdo al siguiente protocolo:

Puesta en marcha:

- Comprobar que se despeje la línea de los saldos de la ficha anterior. Con esto busca que no se mezclen tapas y fondos de fichas distintas ya que pueden ser del mismo tamaño pero no de las mismas características de diseño e idioma, siendo un defecto rojo.
- Comprobar registro de lavado de unidad de llenado, bomba y manguera. Con eso se busca que no exista contaminación en la masa al cambiar de producto (Atrix y Nivea Creme) y es un defecto rojo.
- Comprobar que los materiales coinciden con la ficha. Con esto se busca comprobar que todos los componentes utilizados son los correctos, siendo esto un defecto rojo.
- Comprobar que este la plantilla de peso. Con esto se busca que se tenga las especificaciones de peso del producto y que coincida con el NART que se está produciendo, esto corresponde a un defecto rojo.
- Inspección visual de la masa. Corresponde a una inspección visual, de olfato y de tacto, se clasifica como un defecto rojo en caso de presentar anomalías.

Producción:

- Peso. Se debe revisar que la balanza tenga la calibración al día y verificar el peso máximo y mínimo de un grupo de 11 unidades, de existir un producto fuera de rango se tiene un defecto rojo.

- Sellado. Se debe comprobar la calidad del sellado, en caso de ser deficiente corresponde a un defecto rojo.
- Color, olor, aspecto y funcionalidad. Corresponde a una inspección destructiva del producto envasado en donde el defecto es clasificado como rojo.
- Lote y fecha de vencimiento. Se debe verificar que el marcado laser es adecuado, caso contrario se tiene un defecto rojo.
- Sellado corrido o descentrado. Corresponde a verificar la posición del foil que realiza el sellado y es el único defecto clasificado como amarillo en este control primario

2.10.2 Inspección secundaria de calidad

Este control es realizado en línea, y al igual que la inspección primaria de calidad se debe llenar la plantilla que se muestra en el Anexo 1. Esta labor es llevada a cabo por la Coordinadora de la línea, en el que se debe especificar el NART del producto terminado, el lote y la fecha. Al comienzo de la producción se realiza una inspección de puesta en marcha, posteriormente cada 30 min se revisan grupos de 11 productos empaquetados por lo que se tienen tres secciones en total, los puntos a inspeccionar en estas tres etapas son los siguientes:

Puesta en marcha:

- Comprobar que se despeje la línea de los saldos de la ficha anterior: Con esto se busca que no se mezclen tapas y fondos de fichas distintas ya que pueden ser del mismo tamaño pero no de las mismas características de diseño e idioma. Es un defecto rojo.
- Comprobar que los materiales coinciden con la ficha: Con esto se busca comprobar que todos los componentes utilizados son los correctos, siendo este un defecto rojo.
- Comparar el estándar con el producto terminado: Cuando se cambian las fichas de producción siempre se deja un estándar el cual sirve para facilitar la comparación de los productos, de no ser los mismos se tiene un defecto rojo.

Envase de crema:

- Lote y fecha de vencimiento: Se debe verificar que el marcado laser sea correcto, en caso contrario se tiene un defecto rojo.

- Potencial riesgo para el usuario. Se busca ver si el producto posee alguna característica como rebaba de la lata que puedan lastimar al usuario lo que es clasificado como un defecto rojo.
- Contaminación notoria fuera del envase. Corresponde a una inspección visual de las condiciones del producto respecto a la contaminación que este podría tener por fuera, de estar notoriamente contaminado se tiene un defecto rojo.
- Tapas y fondos con rayas notorias. Corresponde a una inspección visual y es categorizado como un defecto amarillo.
- Tapas y fondos deformados o abollados. Corresponde a una inspección visual y es categorizado como un defecto amarillo.

Empaquetado:

- Confirmación de etiqueta con ficha técnica. Con esto se busca comprobar que el producto está siendo etiquetado correctamente y que no existe error de digitación. Corresponde a un defecto rojo.
- Revisión de embalaje. En esta parte se busca confirmar que el armado, sellado y apilado de las cajas es el apropiado, considerándose como un defecto amarillo.
- Revisión funcionalidad de “Shrink”. Esta revisión solo es necesaria cuando se tiene el requerimiento de agrupación y corresponde a verificar la funcionalidad de la envoltura, clasificándose como un defecto amarillo.

2.10.3 Inspección realizada por el Área Calidad

Finalmente, para tener la aprobación de los productos, el Área de Calidad realiza una última inspección, donde se ven todos los defectos mencionados en el control de inspección primario y secundario de calidad.

Por otro lado, también la masa envasada debe haber pasado por su propia inspección química de calidad, por lo que no debería ser un problema en esta última etapa de aprobación.

En caso de ser rechazado el producto este se etiqueta de la forma correspondiente y es enviada a una jaula para ser destruidos.

2.11 Tendencia del OAE del año 2017

Se estudia la tendencia del indicador OAE durante el periodo del año 2017 ya que corresponde al año previo a la realización de este plan de mejora, para ello se utiliza el registro que se realiza en la empresa, correspondiente a una plantilla de Excel, donde se especifica la cantidad de unidades producidas según formato y los turnos trabajados. A continuación se muestra en la Tabla 2-6 y Figura 2-42 la tendencia del OAE de la línea por mes a partir de abril del año 2017.

Tabla 2-6: Valores de OAE durante periodo 2017

Mes	OAE %
Abril	46,5
Mayo	47,0
Junio	42,0
Julio	47,6
Agosto	38,1
Septiembre	43,5
Octubre	55,4
Noviembre	48,5
Diciembre	54,1

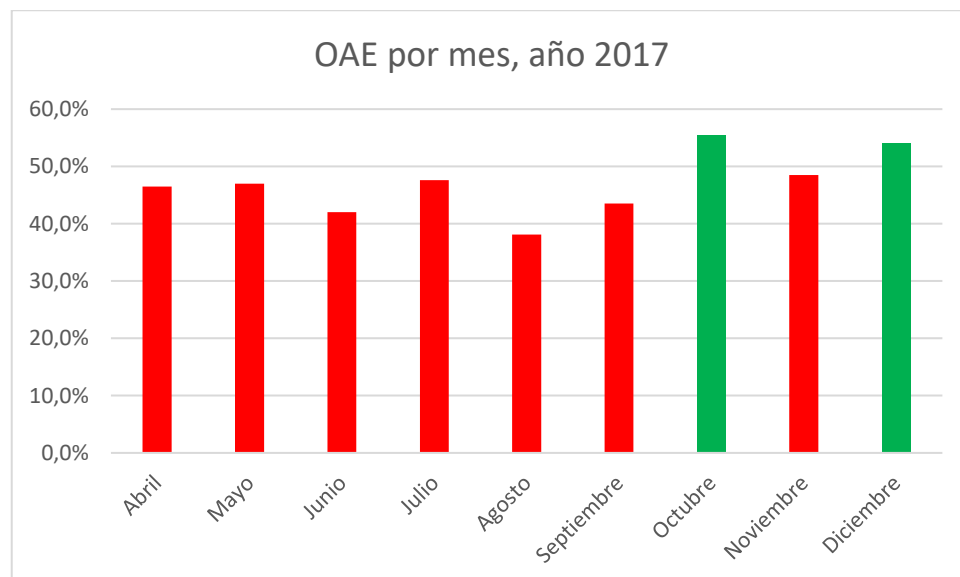


Figura 2-42: OAE durante periodo 2017

Dentro de los datos mostrados se puede notar que en los 9 meses de registro del OAE se tiene un valor promedio de 47,0% con una desviación estándar de 5,5%. Además se puede notar que existe una diferencia de 17,3% entre el mayor valor obtenido en el mes de octubre y el menor valor obtenido en el mes de agosto.

3. Diagnóstico de la línea de envasado

En este capítulo se abordan todos los aspectos que afectan al rendimiento de la línea, estos son clasificados entre detenciones planeadas y no planeadas. Estas son cuantificadas en base a porcentaje de pérdida de OAE a lo largo de un mes.

3.1 Detenciones planeadas

Dentro de la operación de la línea existen varias detenciones planeadas que impactan en el cálculo del OAE. Dentro de las que se pueden encontrar los mantenimientos, los cambios de formatos y los horarios de descansos y colación. En el caso de los cambios de formato, se consideran como referencia los realizados en el mes de septiembre, noviembre y diciembre del año 2017 con la finalidad de obtener una cuantificación de la baja en el rendimiento debido a la acumulación de este procedimiento a lo largo de un mes.

3.1.1 Descansos y colación

Estas detenciones son parte de la programación de todos los turnos y son de carácter obligatorio, por lo que la acumulación de pérdida de rendimiento a lo largo de un mes permanece constante, estas detenciones corresponden a dos descansos de 10 minutos cada uno, y un horario de colación de 45 minutos, lo que implica una pérdida de OAE de un 13,55% a lo largo de un mes.

Estas detenciones están expresadas en las metas de producción y también se pueden contabilizar en el indicador del OAE, como muestra la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Datos de tiempo de detención por descansos y colación con su impacto en el indicador OAE

Detención	Tiempo [minutos]	Pérdida mensual de OAE [%]
Descanso	20	4,17
Colación	45	9,38
Total	65	13,55%

3.1.2 Mantenimiento

El mantenimiento es una actividad que se realiza en la línea de envasado con una periodicidad mensual y se tiene como meta una demora de 5 horas para realizar todas las acciones preventivas necesarias, estas suelen ser desmontaje de componentes y limpieza, revisión de lubricación, revisión de cintas de transporte, cambio de componentes, etc. Su planificación es realizada por el Área de Mantenimiento y afecta directamente en el cálculo de OAE al ser considerado como una actividad a realizar durante el tiempo disponible en la razón de calendarización.

Esta actividad con la periodicidad mencionada y su meta de tiempo implica diferentes porcentajes de pérdida de OAE según la cantidad de turnos en las que se trabaja. A continuación se muestra en la Tabla 3-2 la baja del rendimiento según cantidad de turnos.

Tabla 3-2: Pérdidas mensual de OAE por mantenimiento según cantidad de turnos a trabajar

Cantidad de turnos	Perdida mensual de OAE [%]
1	3,1
2	1,6
3	1,0

3.1.3 Cambios de formato

Los cambios de formatos presentes en la operación no están estandarizados hoy en día y lo que se tiene es una meta de tiempo.

Este cambio de formato puede estar agrupado en cuatro grandes categorías:

- Cambio de ficha
- Cambio de tamaño del producto
- Requerimiento de agrupación
- Cambio de producto

Cambio de ficha. Corresponde a cambiar los fondos y tapas utilizados junto con las especificaciones en la etiqueta, se caracteriza por ser un procedimiento rápido debido a sus pocos requisitos de modificación en la línea.

Cambio de tamaño del producto. En este procedimiento se cambian las placas que transportan el producto, el foil a utilizar, el aplicador del foil, la tapadora, se cambian parámetros entre otros por lo que corresponde a un procedimiento más demoroso. Además el cambio de tamaño del producto se especifica entre los formatos, ya que el tamaño de 150ml y 250ml utilizan el mismo tamaño de tapa y diámetro del fondo, lo que permite que ciertos componentes no sean modificados.

Requerimiento de agrupación. En este caso es necesario instalar un equipo adicional a la línea, la persona encargada es del Área de Mantenimiento debe traer el equipo desde donde se guarda, conectarlo a fuente de energía eléctrica y neumática junto con la instalación de los film correspondiente del producto y los empujadores. Cabe además mencionar que cuando se requiere cambiar el tamaño del producto a trabajar e instalar o retirar el equipo de agrupación, estas dos tareas pueden realizarse de manera paralela gracias a las personas responsables del proceso, por lo que el tiempo objetivo corresponde al proceso más demoroso del cambio de tamaño del producto.

Cambio de producto. Cuando se cambia de envasar Nivea creme a Atrix, los componentes de la sección de llenado deben ser cambiado para evitar la mezcla de productos, mientras los componentes utilizados se envían a lavar.

A continuación en la Tabla 3-3 se muestran las metas de tiempo según el tipo de cambio a implementar.

Tabla 3-3: Metas de tiempo para los tipos de cambios de formato.

Cambio de formato	Metas de tiempo [min]
Cambio de ficha	20
Cambio de producto	20
Agregar o retirar agrupación	20
Cambio entre 30, 60 y (150 o 250)ml	90
Cambio entre 150 y 250ml	60

Para poder establecer una referencia de acumulación de pérdida de rendimiento a lo largo del mes, se toman como referencia las cantidades de los procedimientos mencionados en los meses de septiembre, noviembre y diciembre del año 2017, debido a que poseen tres turnos de producción. Los datos son mostrados en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Contador de procedimientos de cambio de formato periodo 2017

Mes	Cambio formato	Cambio formato (150ml-250ml)	Cambio de producto	Cambio de ficha	Perdida mensual de OAE [%]
Septiembre	2	0	2	12	1,43
Noviembre	4	1	1	9	1,82
Diciembre	4	1	0	8	1,89
Promedio	3,3	0,7	1,0	9,7	1,71
Desviación estándar	1,2	0,6	1,0	2,1	0,25

Con lo anterior se puede notar como estos procedimientos generan una disminución promedio de 1,71% del OAE mensual, con una desviación estándar del 0,25%.

3.2 Detenciones no planeadas

Dentro de esta categoría se encuentran las detenciones necesarias, pero no planeadas como lo es el cambio de foil y las detenciones producidas debido a problemas en la operación. Las que se clasifican como micro-detención o detención según su duración.

El equipo de llenado y tapado posee diferentes sensores que generan la detención del equipo, con lo que se tiene la posibilidad de utilizar un contador de detenciones, lo que sirve para generar una base de datos que se analiza en secciones posteriores. A continuación se muestra en la Figura 3-1 el panel mostrado por el equipo donde se pueden apreciar las diferentes detenciones.

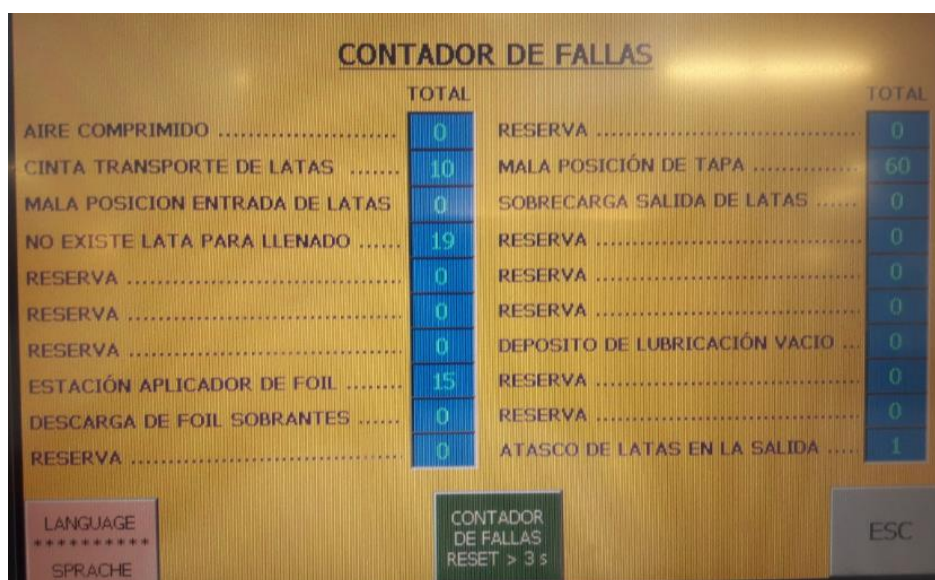


Figura 3-1: Contador de fallas del equipo de llenado y tapado

Además, existen otras detenciones que no están presentes dentro del alcance del contador del equipo y que suelen tener variado impacto.

Inicialmente se describen las detenciones expresadas en el contador de la máquina. Las detenciones tienen nombre, pero el origen de estas puede dividirse en más de una causa como se ve más adelante en la detención por mala posición de la tapa.

- Aire comprimido. Esta detención se genera cuando el manómetro principal del equipo marca cero, la causa de este problema suele ser por equipos externos a la línea de producción, como lo es el sistema de aire comprimido de la planta.

- Cinta transporte de latas. Esta detención se genera en la sección de entrada de latas al equipo, donde se reconoce que no tiene fondos para el ingreso, deteniendo el equipo hasta comenzar de manera automática al percibir el ingreso de los fondos.
- Mala posición entrada de latas. Esta detención se genera cuando se tiene un fondo que entra en la posición errónea. Para resolver esta detención el maquinista debe abrir las puertas, cambiar de orientación el fondo, cerrar las puertas y poner el equipo nuevamente en marcha.
- No existe lata para el llenado. Esta detención la entrega un sensor de distancia, el que verifica que la lata esté en la posición adecuada previa al llenado, no solo percibe si no hay fondo, sino que también, percibe cuando la lata se levanta de su posición en el proceso de encerado y no queda en la posición adecuada.
- Estación aplicador de foil. Esta detención la genera un sensor inductivo que está siempre en contacto con el foil, cuando este se acaba se deja de tener contacto y se manda la señal correspondiente.
- Descarga de foil sobrante. Esta detención se encuentra deshabilitada en el equipo y no tiene mayor relevancia en el estudio.
- Mala posición de la tapa. Esta detención es comandada por un sensor inductivo que está constantemente activado por el contacto de las tapas, al existir una tapa en la posición incorrecta este sensor se desactiva generando la falla. En este caso, tanto un atascamiento de las tapas, como el no ingreso de estas, marcan el mismo tipo de falla.
- Sobrecarga salida de latas. Esta detención se produce cuando el equipo percibe una carga superior a la ajustada en el proceso de tapado y puede ser generada por dos tapas montadas o debido a que la lata no estaba bien ubicada en el transporte hacia este equipo.
- Depósito de lubricación vacío. Dentro del depósito de lubricación existe un sensor encargado de confirmar que el nivel es correcto, si por alguna razón se vacía el depósito, este sensor envía la señal correspondiente, la que genera una detención en el equipo.
- Atasco de latas en la salida. Esta detención es generada por un sensor de obstrucción a la salida del equipo, que es capaz de avisar cuando las latas no están saliendo del equipo debido a un atascamiento.

Respecto a las detenciones por mala posición de la tapa, pueden ser provocadas por más de una razón, por lo que se procede a tomar registro manual de las causas.

- Faltas de tapas en el sorter. Esta falla es causada cuando se obstruye el sensor contador de pasos de la cinta transportadora vertical de tapas al sorter. Este sensor puede ser obstruido por una tapa pegada por estática, como se muestra en la Figura 3-2, o cuando la cinta se detiene y una de sus propias pestañas obstruye el sensor como se muestra en la Figura 3-3.

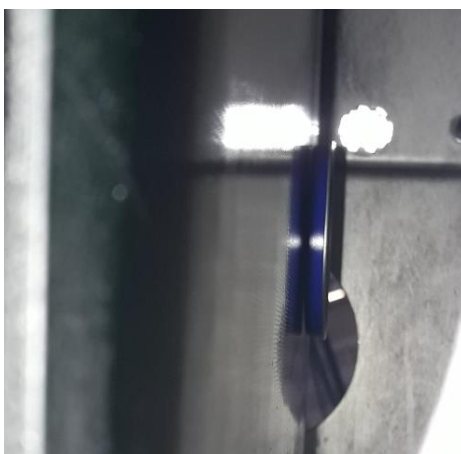


Figura 3-2: Tapa pegada por estática a la cinta que alimenta el “sorter”



Figura 3-3: Obstrucción del sensor debido a la detención de la cinta cuando la pestaña está en la ubicación mostrada

- Tapas volteadas. Detención debido a una tapa en la orientación incorrecta como se muestra en la Figura 3-4.



Figura 3-4: Tapa en posición incorrecta dentro del transporte de tapas

- Atasco de tapas a la salida del sorter. Una superposición de la tapas a la salida del equipo genera una detención debido a que se vacía la cinta de acumulación y transporte de tapas, esto se puede notar en la Figura 3-5.



Figura 3-5: Atasco de tapas a la salida del "sorter"

- Falta de tapa en la tapadora. Esto se debe a un inapropiado empuje de las tapas dentro de la cinta transportadora, provocando una ausencia de tapas en la ubicación del sensor que detiene el equipo. Esto se puede notar en la Figura 3-6.



Figura 3-6: Sección de tapadora sin tapas debido al inadecuado empuje de estas

Junto con estas detenciones están las presentes a la salida del equipo de llenado y tapado, las que se caracterizan por ser problemas con el equipo que sella las cajas y con el equipo encargado de etiquetar automáticamente las cajas:

- Detención del equipo de sellado Esta detención se produce debido a un mal ajuste del equipo, que se acaba la cinta adhesiva, etc.
- Detención del equipo de etiquetado. Esta detención está presente cuando el equipo encargado de etiquetar de manera automática deja de cumplir su función debido a ciertos factores (problemas de ajuste, impresión, etc).

Además, cuando se trabaja con el equipo de agrupación, que corresponde a un equipo de enfardado y túnel de termo contracción, se suelen generar los siguientes tipos de detenciones:

- Corte del film. Esta falla suele atribuirse a un mal sellado del film, posterior a envolver un producto, lo que obliga a volver a enhebrar este en el equipo.
- Deslizamiento de las latas. Esta falla se da durante la operación y suele ser causada por malos ajustes o traspaso de las latas agrupadas con posibilidad de deslizamiento, lo que provoca un producto que no cumple con la funcionalidad, por lo que se reprocesa.
- Deslizamiento del film. Este problema también afecta a la funcionalidad del paquete y es debido a que el film se desplaza de forma horizontal de su posición, generando un sellado y envoltura desplazado.

Finalmente, existen problemas en el cambio de estanque debido al ingreso de aire a la bomba y su posterior cebado que generan detención en la línea.

- Cebado de bomba. Este problema es de alto impacto y suele suceder en el procedimiento de cambio de estanque, en donde se busca dejar la menor merma sin que ingrese aire a la bomba.

3.2.1 Pérdidas de rendimiento por detenciones no planeadas

Para el análisis de las pérdidas de rendimiento de las detenciones no planeadas mencionadas en la sección 3.2, se realiza un registro en una plantilla Excel de las frecuencias según tipo de detención, formato, fecha y turno, utilizando el registro presente en el contador del equipo. Las detenciones que no son registradas en el contador son anotadas de forma manual con la colaboración del personal, en la que también se abordan las diferentes detenciones que el equipo marca como mala posición de la tapa, sin que sea necesariamente sea la causa del problema.

Junto con las frecuencias de estas detenciones, se registra el tiempo característico de solución de estos problemas, con la finalidad de cuantificar el impacto en el rendimiento mensual de la línea de envasado.

A continuación en la Tabla 3-5 se muestra la acumulación de las detenciones más importantes y el tiempo característico de solución por tipo de detención, además de su impacto mensual en el indicador OAE. Estos datos corresponden al mes de febrero dado que contiene el registro más detallado y representativo para el estudio, sin embargo existe falta de registro de algunos turnos por lo que las pérdidas reales son mayores a las representadas.

Tabla 3-5: Acumulación de detenciones, tiempo característico y pérdida mensual del porcentaje de OAE

Detención	Acumulación de detenciones	Tiempo característico de solución [min]	Perdida mensual de OAE [%]
Cinta transporte de latas	331	0,6	0,7
Mala posición entrada de latas	34	1,0	0,1
No existe lata para el llenado	246	1,2	1,1
Estación aplicador de foil	47	1,8	0,3
Sobre carga salida de latas	31	0,8	0,1
Faltas de tapa en el sorter	253	1,5	1,4
Tapa volteada	370	0,8	1,1
Atasco de tapas a la salida del sorter	168	1,8	1,1
Falta de tapas en la tapadora	411	1,0	1,5

Las detenciones que no están registradas por este equipo son de carácter ocasional y su registro no es tan detallado como lo es para los expuestos anteriormente.

El mal funcionamiento de los equipos de termo contracción son constantes y se tiene una baja mensual promedio de OAE de un 5,6%. Estos datos fueron obtenidos a través del registro del OAE diario por parte de la empresa y estudios previos realizados por el Área de Ingeniería.

La detención por cebado de la bomba ocurre durante los cambios de estanque y no tiene un carácter repetitivo ya que depende del procedimiento realizado por el maquinista. Su tiempo promedio de detención es aproximadamente 20 minutos y tiene una frecuencia estimada de 6 ocasiones al mes, lo que genera una pérdida de rendimiento mensual de 0,3%, en base a un mes con tres turnos de producción al día.

Los problemas de selladora y etiquetadora al tener una mayor confiabilidad y no ser cuello de botella en la línea, no son realmente relevantes para el trabajo de mejora.

Con los datos presentados es posible clasificar las detenciones por subproceso, los que se presentan en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6: Pérdidas de porcentaje mensual de OAE por tipo de proceso

Subproceso	Pérdida mensual de OAE [%]
Alimentación de tapas	5,1
Alimentación de fondos	0,8
Llenado	1,1
Equipo de termo contracción	5,6
Total	12,6

3.2.2 Análisis de detenciones no planeadas crónicas

Utilizando la herramienta de Pareto se puede analizar desde la Figura 3-7 que el 80% de las pérdidas estudiadas son generadas por las detenciones en los subprocesos de termo contraccion y alimentacion de tapas.

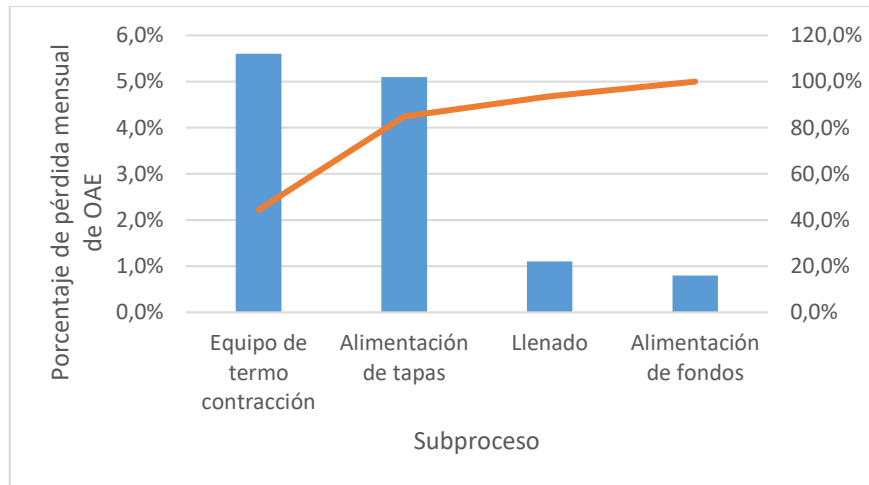


Figura 3-7: Diagrama de Pareto de las detenciones no planeadas

Esta herramienta permite ver de manera gráfica los problemas que más afectan en la producción, para la orientación de los planes de mejora y toma de decisiones.

3.2.3 Detenciones por problemas de calidad

Dentro de los controles de calidad realizados durante la producción existen dos categorías, defectos amarillos y rojos.

Ambos defectos generan que la línea sea detenida hasta lograr solucionar el problema, lo que permite no desperdiciar los materiales en productos que posteriormente pueden ser rechazados.

Los defectos que pueden provocar este rechazo son los mencionados en la sección 2.10 y suelen relacionarse al ingreso de materiales que no cumplen con los requisitos o problemas en el proceso, como la deformación o rayas de los envases. Por esta razón es importante tener la producción bajo control para no afectar al rendimiento de la línea.

Los defectos más frecuentes que se pueden generar en la operación corresponden a los siguientes:

- Problemas de sello. Este puede ser causado por una mala aplicación de cera en el contorno de la lata, como por una mala carga del rebordeador que es el encargado de generar el sello presente entre la lata y el foil.
- Problemas de peso. Este se genera por un mal ajuste de la carrera del cilindro, lo que requiere de un ajuste simple.
- Problemas de rayas. Este problema se puede generar durante el recorrido, tanto del fondo como de la tapa, en donde existan irregularidades que no debiesen estar presentes en el transporte.
- Problemas de abolladuras. Este problema también puede ser generado, tanto en el recorrido, el sorter de tapas y en el proceso de tapado.

La duración y frecuencia de estos defectos es difícil de cuantificar, debido a que no suelen ser reiterativos, sin embargo se puede destacar la existencia de un defecto que corresponde a la mala aplicación de cera o problemas en el proceso de sellado con el rebordeador, que suele ser reiterativo generando grandes detenciones o incluso el cambio de formato debido al tiempo tomado donde aún no se logra solucionar el problema.

3.2.4 Ubicación de pérdidas de rendimiento por detenciones no planeadas

Conociendo las pérdidas de OAE por subproceso, se pueden desarrollar los siguientes diagramas de pérdidas crónicas:

- Sin termo contracción (Figura 3-8).

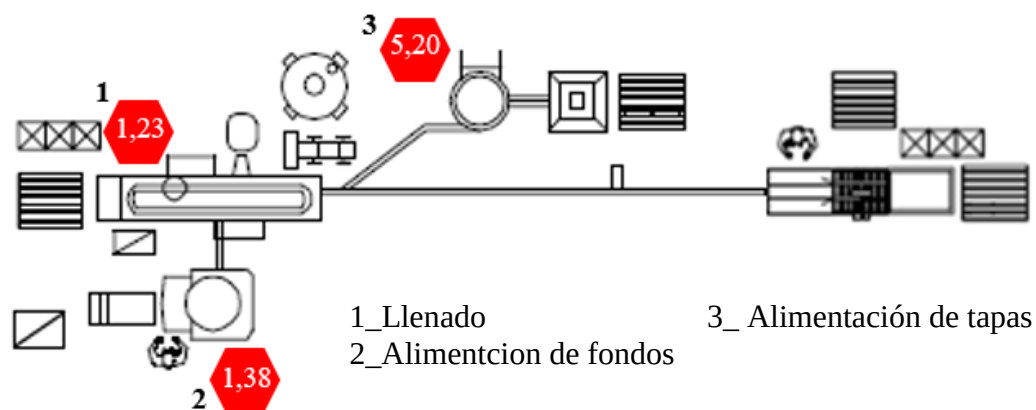


Figura 3-8: Ubicación de pérdidas de OAE para la configuración sin equipo de termo contracción

- Con termo contracción (Figura 3-9):

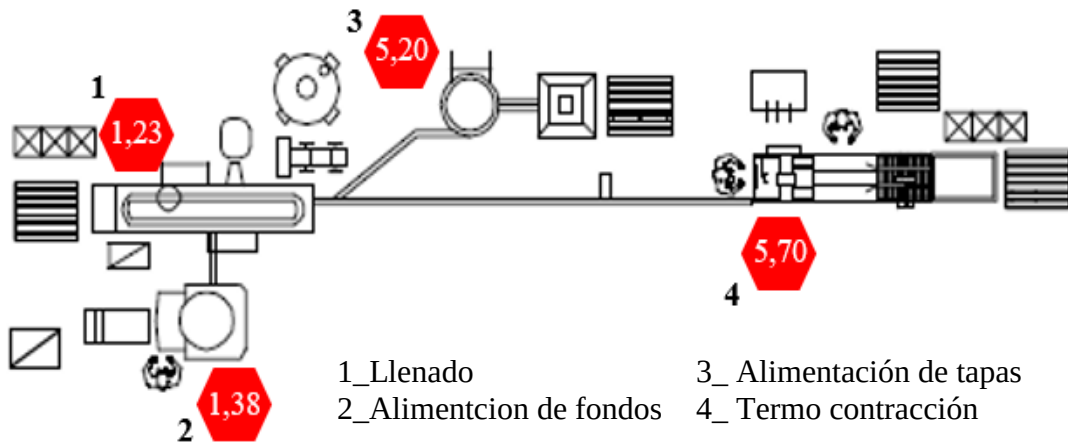


Figura 3-9: Ubicación de pérdidas de OAE para la configuración con equipo de termo contracción

4. Oportunidades de mejora

En este capítulo se abordan los puntos de pérdidas más importantes vistos en el capítulo anterior, en donde se analizaran las oportunidades de mejora en base a un estudio de causa raíz, utilizando las herramientas de 5 ¿Por qué? y diagrama de Ishikawa.

4.1 Oportunidades de mejora de detenciones no planeadas

Dentro de la sección 3 se menciona todo el contexto de las detenciones no planeadas en donde se muestra su acumulación de incidencia y pérdidas en el OAE en el periodo de un mes. De este análisis se seleccionan como oportunidad de mejora las siguientes de paradas crónicas:

- Problemas con alimentación de tapas
- Problemas de termo contracción

Además de estas detenciones crónicas, se aborda los problemas de aplicación de cera cebado de la bomba que también son oportunidades de mejora que se abordan en este trabajo.

4.1.1 Problemas con alimentación de tapas

Este es uno de los problemas crónicos en la línea, debido a que existe para todos los formatos a envasar. Esta detención la genera un sensor inductivo que siempre debe estar en contacto con la tapa, de lo contrario se manda una señal y el proceso se detiene, a continuación se muestra en la Figura 4-1 el sensor mencionado.



Figura 4-1: Sensor inductivo ubicado en la tapadora

El equipo detecta la falla y relaciona la falta de contacto del sensor con una tapa en la orientación contraria, sin embargo esta no es la única razón por la cual el sensor deja de percibir el contacto con la tapa. La señal del sensor puede ser ocasionada por las siguientes razones:

- Tapa volteada
- Falta de tapas en la tapadora
- Falta de tapas en el sorter
- Atasco de tapas a la salida del sorter

Para cada una de estas detenciones se utiliza la herramienta de los 5 ¿Por qué? con el fin de determinar la causa raíz de la detención. Para el problema de tapa volteada se presenta el análisis en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Análisis problema “Tapa volteada”

Tapa en posición incorrecta				
¿Por qué el equipo no logro descartarla cuando debió?	Porque no está bien regulado el equipo	Porque los operadores lo intentaron regular y perdió su efectividad	Porque no tienen el conocimiento necesario del equipo	Porque no se ha realizado una capacitación
	Porque no está coordinado la velocidad de las tapas con el sensor y el descarte	Porque no existe un estándar de parámetros		
	Porque no quedo bien realizado el cambio de formato	Porque no existe un procedimiento para realizarlo	Porque no existe un estándar de procedimiento y parámetros	
	Porque el flujo de aire no fue lo suficiente para descartar la tapa	Porque se modificó la regulación del sistema de descarte	Porque no existe un estándar de procedimiento y parámetros	
	Porque las tapas no siguen un orden en el proceso automático	Porque no logran pasar del plato central al disco externo de la manera apropiada	Porque el disco interno está en una posición más baja de lo que es requerido	Porque existe deterioro del equipo
	Porque las tapas no siguen un orden en el proceso automático	Porque no se han mantenido las condiciones básicas del equipo	Porque no se conocen las condiciones básicas del equipo	
¿Por qué sale una tapa en la posición incorrecta del equipo?	Porque no pasó por la sección de descarte de tapas volteadas	Porque llegó directo a la salida del equipo	Porque no se cumplen las condiciones básicas del equipo	
	Porque no pasó por la sección de descarte de tapas volteadas	Porque llegó directo a la salida del equipo a través del descarte de tapas montadas	Porque no existe un estándar de parámetros	

Se puede identificar por el análisis realizado previamente que existen tres causas raíces para este problema, una se debe a la falta de estándar, tanto en el procedimiento como en los parámetros, generando que los operarios no conozcan a cabalidad el funcionamiento del equipo y al hacer los cambios de formatos o intentar ajustar el equipo al darse cuenta de esta falla reiterativa. La segunda causa raíz es que el equipo presenta deterioro por lo que no cumple con su correcto funcionamiento y finalmente la tercera causa raíz corresponde a la falta de capacitación del personal sobre el funcionamiento de este equipo.

A continuación se presenta la Tabla 4-2 en la que se estudia el problema de falta de tapas en la tapadora:

Tabla 4-2: Análisis problema “Falta de tapas en la tapadora”

Espacio sin tapas en la sección del sensor inductivo			
¿Por qué se genera un espacio en la sección del sensor?	Porque las tapas no logran empujar de forma apropiada	Porque no se tiene un correcto ajuste de las guías de alimentación	Porque no existe un procedimiento de ajuste
		Porque no se tiene un correcto ajuste de las guías de alimentación	Porque no se tienen un mecanismo apropiado para lograr el ajuste
		Porque no se realizó el correcto ajuste de las tapas a la tapadora	Porque no existe un procedimiento de ajuste

La falta de tapas en la tapadora tiene como causa raíz la falta de un procedimiento de ajuste, lo que genera un inapropiado empuje de las tapas en la alimentación, o una dificultad en el ingreso de estas a la tapadora. Además de las dificultades presentes para realzar este ajuste debido al mecanismo de ajuste de las guías.

Posteriormente se analiza el problema de falta de tapas en la sorter, mostrado en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Análisis problema “Falta de tapas en el sorter”

Falta de tapas en la guía de alimentación				
¿Por qué se vacía el sorter de tapas?	Porque se detienen la alimentación del sorter	Porque el sensor queda obstruido con una tapa pegada por estática a la correa	Porque el sensor está en una ubicación propensa a ser obstruido	Porque la tecnología del sensor genera que sea susceptible a este problema
			Porque el funcionamiento del equipo genera carga estática en las tapas	
	Porque el sensor que solicita la entrada de tapas no está en lo posición adecuada	Porque no existe un estándar de parámetros ni gestión visual para esta posición		

El problema de falta de tapas en el sorter tiene más de un causa como se puede notar y estas son: Sensor de alimentación de tapas con una tecnología inapropiada para su requerimiento y falta de estándar y gestión visual en el sensor solicitante de tapas.

En la Tabla 4-4 se presenta el análisis del problema de atascos de tapas a la salida del sorter, que generan que la línea de alimentación se quede sin tapas para procesar. Esto provoca una detención en la que se debe solucionar el atasco y esperar que la línea se llene nuevamente.

Tabla 4-4: Análisis problema “Atasco de tapas a la salida del sorter”

Atasco de tapas a la salida del sorter				
¿Por qué se atascan las tapas?	Porque se montan a la salida	Porque existe una expulsión de aire que las levanta	Porque necesitan ser sopladas para salir de manera apropiada	Porque existe un espacio indebido sin guía de tapas a la salida del sorter
	Porque tienen muchos grados de libertad a la salida del sorter	Porque la guía de tapas no llega hasta la salida del sorter		

Finalmente, la causa raíz del problema de atasco de tapas a la salida del sorter corresponde a la falta de guía en la sección de la salida del sorter, generando una mayor probabilidad de que estas se monten con la ayuda de la expulsión constante de aire.

4.1.2 Problemas de termo contracción

El problema se genera porque no existe un equipo exclusivo para la línea. Existen 5 equipos los cuales son instalados según requerimiento de las líneas de envasado y disponibilidad. No son equipos confiables debido a su deterioro y porque no pueden realizarse mejoras específicas en cada línea debido a la rotación de los equipos.

Los problemas presentes son:

- Corte del film
- Soldadura inapropiada del film
- “Shrink” que no cumple con su funcionalidad

A continuación se utiliza la herramienta de los 5 ¿Por qué? para entender la causa raíz de los problemas detectados.

En la Tabla 4-5 se analiza el problema de “Corte del film”

Tabla 4-5: Análisis problema “corte de film”

Corte del film				
¿Por qué se corta el film?	Porque el rebobinado hace mucha fuerza	Porque el film no se despegó apropiadamente y siguió otro camino	Porque no tenía la tensión necesaria para rebobinar bien	Porque el mecanismo está desgastado y el film queda suelto
	Porque la soldadura quedó deficiente	Porque la sufridera no es la apropiada	Porque ya no se tienen los repuestos originales	Porque el equipo es antiguo

La causa raíz del corte del film corresponde a la antigüedad de los equipos presentes, esto genera que los mecanismo del equipo estén desgastados, los componentes no sean los originales y que no cumplan con su correcta función.

En la Tabla 4-6 se analiza el problema de “Soldadura inapropiada”.

Tabla 4-6: Análisis problema “soldadura inapropiada del film”

Soldadura inapropiada del film				
¿Por qué la soldadura se abre con el ingreso de los productos?	Porque no se logran modificar los parámetros de la manera apropiada	Porque el equipo es antiguo y no permite una mejor regulación		
¿Por qué la soldadura se abre durante la termo contracción?	Porque esta no se realizó de la manera apropiada	Porque las condiciones del equipo y de las sufrideras no permiten un buen sellado	Porque las sufrideras no son las apropiadas y están parchadas con teflón	Porque existe deterioro de los componentes del equipo
	Porque el flujo de aire caliente es demasiado concentrado	Porque la tecnología es antigua y no se tiene un calor envolvente para el producto		
		Porque los hornos no son específicos de las líneas y varía según el producto requerido		

A partir del análisis realizado se revela que los equipos no cumplen con su función debido al desgaste y la antigüedad de los equipos. Además no se tiene un estándar de los parámetros de funcionamiento del equipo, esta causa es de difícil solución debido a que no existe un único equipo dedicado a la línea.

En la Tabla 4-7 se analiza el problema de “Shrink que no cumple con la funcionalidad”.

Tabla 4-7: Análisis problema “shrink que no cumple con su funcionalidad”

Shrink que no cumple con su funcionalidad				
¿Por qué los productos se caen de la bolsa?	Porque lo ventiladores quemaron el film desde uno de los lados	Porque no es la tecnología apropiada		
		Porque no están correctamente ajustados	Porque no existe un procedimiento de ajuste para equipo y línea de envasado	
	Porque no están centrados en el film	Porque se desplazó el film	Porque el equipo no tiene habilitado los sistemas de sujeción del film	Porque faltan piezas y existe deterioro del equipo
		Porque no ingresaron centrados	Porque se desplazó el film	

De lo anterior se desprende que los equipos presentan deterioro y falta de piezas, lo que permite que el film se desplace y los productos no queden centrados, generando el defecto a la salida del proceso de termo contracción. Además, la tecnología de sopladores de aire caliente corresponde a la original del equipo, pero para el proceso lo ideal es tener un calor de manera uniforme, como en los equipos de tecnología moderna.

4.1.3 Problema en el llenado

Previo al llenado del producto existe un sensor encargado de verificar que la lata sigue en las placas de transporte, este sensor suele dar la señal de falta de lata de manera errónea probocand la detención del equipo y obligando al Maquinista a abrir una puerta, cerrarla y reiniciar la marcha. A continuación utilizando la herramienta de los 5 ¿Por qué? en la Tabla 4-8 se determina la causa raíz del problema.

Tabla 4-8: Análisis problema “falso positivo en sensor de presencia de lata para el llenado”

Falso positivo en sensor presencia de lata para el llenado				
¿Por qué la lata tiene movimientos en el traspaso?	Porque el camino no es regular	Porque existe cera solidificada en el camino	Porque sale cera desde el aplicador	Porque es parte del proceso
¿Por qué sale cera desde el aplicador?	Porque requiere una salida de aire para que la lata no se quede pegada	Porque se genera vacío dentro de la lata y esta queda pegada		
¿Por qué existe cera en el camino?	Porque sale cera del aplicador	Porque existe una perforación que evita se forme vacío	Porque es parte de las condiciones básicas del equipo	
	Porque sale cera en todas direcciones desde el aplicador	Porque no tiene ningún mecanismo de contención		
¿Por qué se detecta un movimiento en la lata?	Porque el sensor es demasiado sensible al movimiento de la lata	Porque no está correctamente ajustado	Porque no existe un procedimiento de ajuste	

Finalmente la causa raíz corresponde a un inadecuado ajuste del equipo en el que la viscosidad de la cera y las velocidades de los actuadores deben permitir que la perforación no se obstruya y no evacue cera en estado líquido, además del correcto procedimiento de ajuste y estándar para el sensor que comprueba la correcta ubicación de la lata previo al llenado.

4.1.4 Aplicación de cera

Este defecto se presenta como falta de cera en una parte del perímetro de la lata, este defecto es crítico debido a que es considerado un defecto rojo. Para estudiar la causa raíz del defecto se utiliza la herramienta de Ishikawa presente en la Figura 4-2 donde se registran todas las posibles causas provenientes de una lluvia de idea realizada por el equipo involucrado.

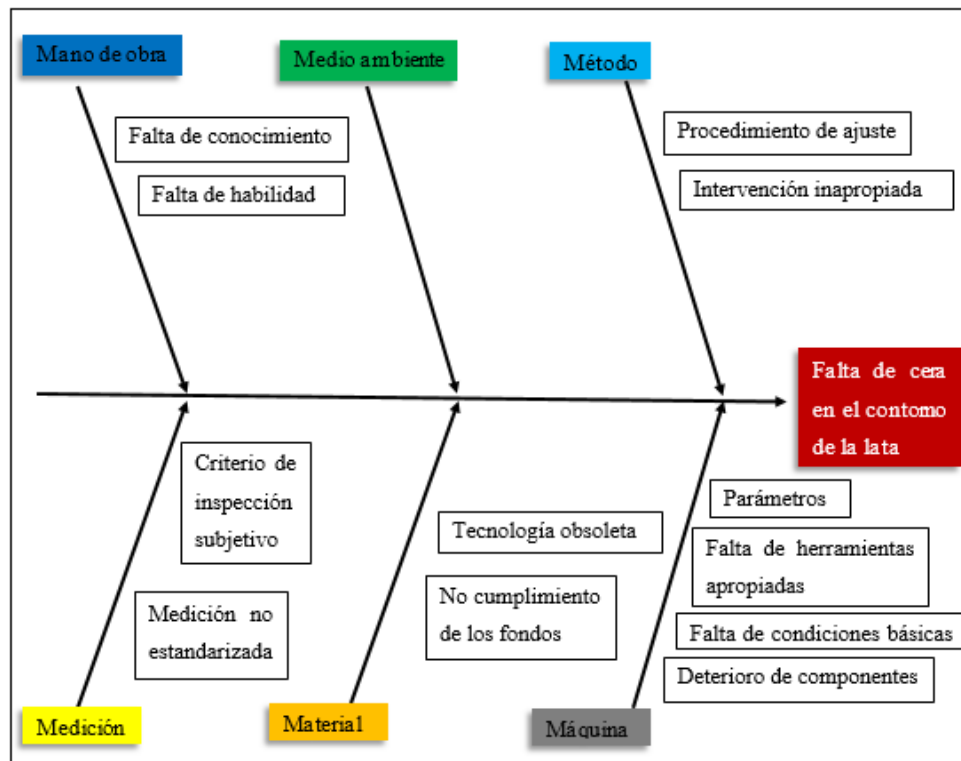


Figura 4-2: Análisis de causas al problema de aplicación de cera

Posteriormente se desarrolla una votación en la que se selecciona como causa raíz el no cumplimiento de los fondos, en el que el requisito corresponde que al apoyar el borde contra una superficie plana, todo el perímetro de esta queda en contacto con la superficie. Para comprobar esta causa se realiza una inspección de fondos discriminando por matriz, ya que existen desde la 1 a la 3. Finalmente se verifica que los fondos de la matriz número 2 presentan desviaciones en su contorno.

4.1.5 Cebado de la bomba

Este problema se presenta en el cambio de estanque, cuando entra aire a la bomba y esto genera una detención de 20 minutos o más, por lo que provoca una baja en la producción, para analizar la causa raíz de este problema se utiliza la herramientas de los 5 ¿Por qué?, que muestra la Tabla 4-9.

Tabla 4-9: Análisis problema “necesidad de cebado de bomba”

Necesidad de cebado de bomba				
¿Por qué le entra aire?	Porque el tramo antes de la bomba estaba con aire	Porque la crema no había bajado hasta la salida del estanque		
¿Por qué se tienen un tramo vacío en la succión?	Porque la crema no había bajado hasta la salida del estanque	Porque la crema es muy viscosa	Porque lleva un tiempo de ser producida y está a menor temperatura	
		Porque el operador no se aseguró de que la crema llegue hasta la salida antes de conectar la bomba	Porque no sabía que era necesario para evitar este problema	Porque no existe un procedimiento de cambio de estanque
¿Por qué finalizando el estanque la bomba succiona aire?	Porque el operador no estaba paleando la crema	Porque descuido sus funciones		

De este análisis se desprende que existen dos causas para este problema, la primera se basa en la entrada de aire en la bomba debido a que se acaba la crema del estanque. La otra se basa en conectar el estanque nuevo sin que la crema haya bajado hasta la salida. Finalmente como causa raíz se tiene la falta de un procedimiento de cambio de estanque, acompañada de la capacitación del personal para comprender la causa del problema.

4.1.6 Sellado

El problema de sellado se presenta cuando este no cumple su funcionalidad de generar un envase hermético para la crema. Dentro de los defectos de sellado se pueden segregar los de mal sellado, en donde la sección de la falla puede llevar o no cera, en caso de no llevar cera el defecto se presenta en la aplicación de cera visto en la sección anterior, mientras que si posee cera se debe al proceso de rebordeado. Esta sección se enfoca en el no cumplimiento del sellado debido al proceso denominado como rebordeado que además de doblar el exceso de foil es el encargado de generar presión entre el foil, la cera y el fondo generando el sellado.

Para encontrar la causa de este defecto se utilizara la herramienta de los 5 ¿Por qué?, presentado en la Tabla 4-10.

Tabla 4-10: Análisis “problema de sellado”

Problema de sellado				
¿Por qué existe un tramo donde no se generó la presión necesaria?	Porque el equipo no estaba correctamente ajustado	Porque el maquinista no sabe cómo hacerlo	Porque no existe un procedimiento de ajuste	
	Porque en el proceso del rebordeador no se logró el requerimiento	Porque el rebordeador no permite acomodarse a la inclinación que pueda tener la lata	Porque su mecanismo no permite auto-ajustarse	
	Porque en el proceso de rebordeado el aire dentro de la crema tuvo que salir	Porque existe una barrera en el centro del rebordeador que genera la salida de aire	Porque el componente no cumple con las condiciones básicas	Porque el component e no es el original

Del análisis se destaca que el componente no es el original, es por ello que se contacta con el proveedor quien colabora mencionando la importancia de que el componente no genere la salida de aire desde la lata al presionar sobre la crema ubicada en el centro del pote, además debe poseer la cualidad de auto-ajuste al contorno de la lata al brindarle grados de libertad a través de resortes. Es por esto que finalmente la causa raíz del problema corresponde al no cumplimiento de condiciones

básicas, debido a que no es el componente original ni tampoco cumple con las características que este necesita.

4.2 Oportunidad de mejora de detenciones planeadas

Las detenciones planeadas que afectan al OAE, son los horarios de descanso, colación, mantenimiento, cambios de formato y cambio de producto. Es por ello que cada una de estas es un área de oportunidad de mejora, que se analizan a continuación:

4.2.1 Horario de Descanso y Colación

Dentro de la sección 2.6 se menciona que para el funcionamiento de la línea se necesita de 3 personas lo cual implica que para el horario de descanso y colación este grupo debe ir en conjunto ya que si lo hace una persona no es posible producir en la línea de forma adecuada. Esto quiere decir que si la línea se dota de más personas existe la posibilidad de que se reemplacen durante los horarios de descanso y colación, sin la necesidad de detener la producción, generando una oportunidad de aumento en el OAE del 13,55%.

4.2.2 Cambios de formato

Este proceso hoy en día carece de estandarización y documentación, la forma de ser realizado se transmite de personal en personal como un entrenamiento en donde se pueden notar diferencias entre los encargados de diferentes turnos, provocando que grupos realicen un cambio de formato más rápido que otros, o donde también se pueden notar problemas de ajuste donde algunas personas tienen mejor resultado que otros. A pesar de no tener estandarización el cambio de formato, tiene definida su meta de tiempo.

4.2.3 Cambio de producto

Para el cambio entre productos es necesario realizar un lavado de todos los componentes de transporte y dosificación de la crema, por lo cual deben ser desmontados y llevados al área de lavado bajo solicitud. Esto implica tener que esperar para volver a montar, lo cual puede ser omitido si se tiene redundancia en todos los implementos requeridos para un cambio, sin la necesidad de tener que esperar por lavado y detener la producción por mayor tiempo.

5. Plan de mejora

Dentro de este capítulo se realiza la propuesta de acciones de mejora con el fin de eliminar la causa raíz de los problemas existentes. Este plan está dividido entre acciones para las detenciones planeadas y las no planeadas.

5.1 Plan de mejora para detenciones no planeadas

Tal como se ve en los diagramas de ubicación de pérdidas en la sección 3.2.4, entre los equipos y procesos que generan mayores pérdidas de rendimiento en la línea, se encuentran la alimentación automática de tapas, el proceso de termo contracción, el procedimiento de cambio de estanque entre otros, que serán tratados a continuación.

5.1.1 Mejoras sobre alimentación de tapas

Dentro de las causas del mal funcionamiento del equipo vistas en la sección 4.1.1, la principal es que se solucione el deterioro del equipo para su correcto funcionamiento, para posteriormente estandarizar y aplicar gestión visual.

Dentro del deterioro que se debe abordar en primer lugar, el plato central está más bajo de lo que corresponde, generando una acumulación excesiva de tapas y que estas no sean renovadas como corresponde. El procedimiento adecuado de restauración de esta condición básica radica en realizar el mantenimiento de la línea y dentro de este subir el plato caído.

Una vez restaurada esta condición básica, la otra propuesta corresponde a estandarizar los parámetros de ajuste del equipo, de los cuales se pueden apreciar los siguientes puntos a considerar:

- Sensor solicitante de tapas. Este sensor es el encargado de detectar la presencia de tapas en el anillo externo del sorter y no requiere de ningún ajuste, pero se tiene la mala costumbre de moverlo, pensando que esto solucionaría los problemas presentes por otras condiciones, como la del plato caído. En este punto, es necesario instruir al personal y aplicar la gestión visual de la ubicación del sensor y la falta de necesidad de ajustarlo, acción que debe ser llevada a cabo por el Área de Ingeniería.
- Expulsión de aire para tapas montadas. Luego de pasar por el sensor solicitante de tapas, existe una expulsión constante de aire la que tiene como función descartar del

anillo externo las tapas que vienen montadas con el fin de que no ocurra un problema en los procesos siguientes. Es por ello que estandarizar la posición de esta expulsión y aplicar gestión visual es lo principal a implementar por parte del Área de Ingeniería. El motivo de que algunas tapas salen volteadas del sorter se debe a que las expulsadas en este proceso pueden pasar directamente a la salida por lo que es necesario instalar un freno para estas tapas, el cual debe ser una tela para evitar el deterioro de estas y debe ser instalado por el Área de Mantenimiento.

- Sensor de tapas en posición correcta. Este es un sensor de distancia, el cual puede ser ajustado para todos los formatos y no requiere ser modificado en ningún momento, es por eso que la acción a implementar corresponde al ajuste del sensor y capacitación del personal por parte del Área de Ingeniería, para no seguir realizando los procedimientos inadecuados que afectan al rendimiento del equipo.
- Sensor de escalones en alimentación de tapas. Existe un sensor de presencia que tiene como función marcar el paso de un escalón en la alimentación vertical de las tapas hacia el sorter, el problema radica en que debido a la estática algunas tapas quedan pegadas a la cinta y generan que el equipo se confunda al dejar el sensor obstruido y este deja de funcionar, esta detención genera un desplazamiento importante del maquinista para sacar la falla además de vaciar la cinta transportadora de tapas. La acción propuesta consiste en reemplazar el sensor de presencia por uno de distancia el que no se vería afectado por las tapas pegadas por estática, esta acción debe ser realizada por el Área de Ingeniería.
- Regulación de velocidades del equipo. La velocidad del giro de los anillos y velocidad de la cinta transportadora son un parámetro que no está estandarizado y que posee un rango amplio de ajuste debido a que se basan en potenciómetros. La propuesta de mejora es estandarizar y aplicar gestión visual, para facilitar el ajuste del equipo a los diferentes formatos, acción que debe ser realizada por el Área de Ingeniería.
- Guía de alimentación de tapas. Estas guías son difíciles de estandarizar debido al ajuste milimétrico que requieren, la acción que se propone es cambiar el sistema de ajuste de las guías por uno que no tenga la necesidad de utilizar herramientas. De esta forma es más fácil realizar el ajuste. Además de esto, en las curvas se deben cambiar los

componentes según el tamaño de la tapa, para que se adecue. La acción propuesta consiste en diseñar los bordes que puedan ser ajustados sin cambio de componentes y eliminando el uso de herramientas, el diseño e implementación de estas mejoras debe ser llevado a cabo por el Área de Ingeniería.

5.1.2 Mejora sobre problemas previo al llenado

Previo al llenado del envase existe un sensor que está encargado de verificar que el fondo sigue en el transporte y que no ha quedado estancado en partes previas del trayecto.

El problema, tal como lo expone la sección 4.1.3, de la activación de este sensor se debe a la cera solidificada que se encuentra en el camino del fondo y el poco margen de juego que le permite el sensor. Es por esto que en algunas instancias se ha inhabilitado el sensor tapándolo con una placa, pero esto genera una detención aun mayor cuando realmente la lata no se encuentra en la sección previa al llenado.

Las soluciones propuestas corresponden a estandarizar y realizar un procedimiento de ajuste del equipo que sirve para todos los formatos y no debe ser modificado en el futuro. Esto debe ser realizado por el Área de Mantenimiento. Además se debe realizar una capacitación a los operadores sobre la necesidad de mover este componente, anteriormente se ha intentado en más de una ocasión llegar a este ajuste teniendo resultados fallidos. Debido a la simplicidad de la mejora se opta por proponer la instalación de un contenedor acrílico para la cera expulsada, que tenga las cualidades de ser transparente y concentrar la expulsión facilitando también así su limpieza, acción que debe ser realizada por el Área de Mantenimiento.

5.1.3 Mejoras en el cambio de estanque

El problema presente en el cambio de estanque se debe al mal procedimiento que se realiza. Esto genera que la bomba succione aire al conectarla a un tramo vacío de crema en la succión. Es por esto que la propuesta se basa en un correcto procedimiento del cambio de estanque, que evite la succión de tramos vacíos y se instruya a los operarios con el fin de evitar este problema en el futuro. Esta acción debe ser realizada por el Área de Ingeniería.

5.1.4 Mejoras sobre la aplicación de cera

La aplicación de cera es un proceso en donde participan diferentes piezas móviles y calefactores, donde se define la temperatura del reservorio, los flujos de aire para la velocidad del sistema, la presión en cada actuador y una placa que unifica la capa de cera y quita el exceso. Estos son los diferentes parámetros con los que se puede regular el sistema y donde no se tiene estándar, sin embargo el problema se presenta cuando se genera un aviso de falta de sellado en el control y esto provoca la intervención inadecuada del equipo como se comenta en la sección 4.1.4.

El plan de mejora propone definir un correcto procedimiento de inspección del defecto que asegure que las personas que lo detectan se guíen por las mismas condiciones. Una vez detectado el defecto se debe ver si este es debido a falta de cera en la lata o problemas de adherencia.

Si se detecta falta de cera en la lata y el equipo estaba corriendo apropiadamente se debe inspeccionar el fondo por número de matriz en el que es fabricado, bajo un procedimiento de inspección que asegure que el defecto no se debe a los fondos, de lo contrario debe revisar que el equipo no tenga ninguna anomalía. Además de esto, se debe estandarizar los parámetros de funcionamiento del equipo, dejándolos expuestos en el lugar correspondiente.

En definitiva el plan de mejora de este defecto se basa en el procedimiento de inspección del defecto, un procedimiento de inspección de los fondos y procedimiento de inspección de los estándares del equipo y condiciones básicas.

5.1.5 Mejoras sobre el sellado

El sellado corresponde a uno de los requisitos del control de inspección primario de calidad y es el que alerta problemas tanto en la alimentación de cera, como en el proceso de rebordeado, que es el encargado de generar la presión entre el foil, la cera y la lata. Previamente en la sección 5.1.4 se define la necesidad de realizar un proceso de inspección del defecto y de las causas.

El plan de mejora consiste en confeccionar un nuevo rebordeador por formato que tenga las cualidades de no presionar en el centro del envase, lo que genera la salida de aire y problemas con el sello. A la vez, darle la posibilidad de tener movimiento con el fin de poder ajustarse a todas las latas que pasen por él.

Debido a la facilidad de poder ocupar dos rebordeadores en el proceso, puede ser de interés confeccionar una segunda pieza por formato y de esta manera lograr redundancia en el proceso.

5.1.6 Mejoras sobre el proceso de termo contracción

Para esta oportunidad de mejora la empresa posee un presupuesto para la compra de un equipo de termo contracción exclusivo para la línea, por esto es que se opta por la selección de un equipo nuevo que cumpla con los requisitos de producción, estos requisitos son:

- 12 ciclos por minuto: Se debe considerar que todos los paquetes de productos a realizar son de 6 unidades por lo que es posible buscar la característica de ciclos por minuto, que son los especificados para estos equipos. Además se le agrega un 20% extra con el fin de compensar las pequeñas detenciones que este podría tener.
- Proceso semi automático: El principio de funcionamiento actual de este proceso es de agrupación manual de los productos por parte de la operaria, posteriormente estos son ubicados frente a un brazo empujador y finalmente se activa el funcionamiento del equipo.
- Seguridad: El mecanismo de seguridad en estos equipos se basa en apretar dos botones a la vez y mantenerlos presionados mientras se realiza el ciclo, donde existen componentes en movimiento. La otra opción corresponde a unos sensores de barrera que aseguran que la persona no está en el sector de componentes en movimiento y permite apretar tan solo un botón y no necesitar mantenerlo apretado durante todo el ciclo.

5.2 Plan de mejora para detenciones planeadas

Se exponen las propuestas de mejora para las detenciones planeadas, as que corresponden a los horarios de descansos y colación, cambios de formato y cambio de producto.

5.2.1 Mejora sobre Almuerzos y colaciones

La línea requiere de 3 personas (maquinista, coordinadora de línea y apoyo) como se explica en la sección 2.6. Para poder hacer rotación de turnos es necesario dotar de más personas a la línea, pero para ello es necesario organizar este nuevo grupo de trabajo y sus responsabilidades en el proceso.

Se debe considerar que a la colación no se puede ir de uno en uno, ya que esto dejaría un desfase de tiempo muy grande; por ejemplo, con 4 personas se produce un desfase de 3 horas y con 6 de 4,5 horas. Es por esto que se debe considerar la cantidad de personas justas para suplir en los horarios de colación y descansos en un desfase de tiempo adecuado. El ideal son 5 personas; maquinista, coordinadora de línea y 3 personas de apoyo.

5.2.2 Mejoras en el cambio de formato

El cambio de formato en la línea es un procedimiento que se enseña de maquinista en maquinista y no tiene ningún estándar, solo metas de tiempo. Este cambio de formato depende si entra en producción con “shrink” o no. Además del personal de mantenimiento para la instalación y puesta en marcha del equipo.

La propuesta de mejora para el cambio de formato se basa en las siguientes actividades, que son requisitos para este plan de cambio de formato:

- Estandarización y gestión visual en el sistema de alimentación de tapas.
- Facilitar el ajuste en la cinta transportadora de tapas eliminando el uso de herramientas y cambio de componentes.
- Comprar equipo de termo contracción exclusivo para la línea.
- Implementar sistema de cambio de formato para el equipo de termo contracción.
- Estandarizar el procedimiento de cambio de formato.
- Asignar responsables de procedimiento de cambio de formato y traslapar sus actividades.

Las primeras tres acciones ya están incluidas en las secciones 5.1.1 y 5.1.6 y las otras tres son abordadas a continuación.

En primera instancia se propone implementar una cinta transportadora más extensa, que permita que el equipo de termo contracción este a un costado, así cuando se trabaje con el equipo será posible interrumpir el paso de los productos para hacerlos pasar por el equipo de termo contracción y después realizar los procesos posteriores. Cuando no se requiera del equipo, los productos se dejan pasar con normalidad y se sigue con el resto de los procesos. La propuesta de Layout se muestra a continuación en la Figura 5-1.

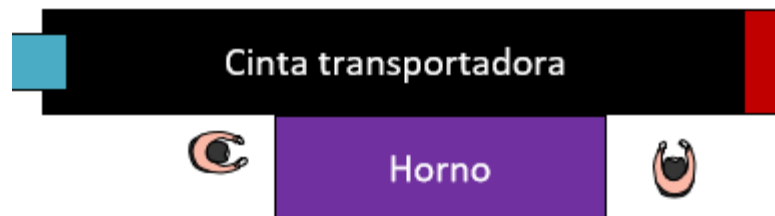


Figura 5-1: Propuesta de Layout para la incorporación del equipo de termo contracción

Además esto permite evitar el movimiento de los equipos en el final de la línea, lo que disminuye los tiempos por movimiento de equipos y permite canalizar de manera más adecuada los cables, dando orden y una mejor seguridad al proceso.

Por otro lado, se propone realizar un estándar del cambio de formato, donde se divide el proceso por equipos y se asignan las responsabilidades a los cargos dentro de la línea, con tal de traslapar procesos y reducir de esta forma el cambio de formato.

5.2.3 Mejoras en el cambio de producto

Para el procedimiento de cambio de producto, es necesario mandar a lavar todos los componentes que se utilizan para eliminar la posibilidad de contaminación cruzada, es por ello que los componentes son retirados y enviados al sector de lavado, donde se deben atender las necesidades de las líneas por prioridades, generando una detención por lavado.

La propuesta consiste en adquirir los componentes faltantes y tener una plantilla de inventario, junto con sus ubicaciones en la línea. Con el fin de generar la acción de compra cuando por alguna razón ya no estén disponibles.

El inventario de componentes de llenado está presente en el Anexo 4 y existe necesidad de comprar 4 componentes claves y tener siempre los repuestos de “*orings*” necesarios para el montaje de la segunda unidad.

Esta acción permitirá disminuir a cero el tiempo de espera por lavado y de esta forma poder realizar el cambio de producto en la meta de 20 minutos. En este caso la meta de tiempo se mantiene.

6. Plan piloto

En este capítulo se describen todas las acciones implementadas durante el transcurso de este trabajo, el objetivo es evaluar la efectividad de las acciones para mejorar el indicador OAE.

6.1 Actividad sobre el cambio de estanque

Este procedimiento se estandariza paso a paso dando como resultado lo siguiente:

- Abrir con anterioridad la salida y respiración del estanque nuevo, con el fin de que la crema baje hasta la salida de este.
- “Palear” lo que va quedando del estanque anterior, evitando de esta forma que entre aire por la succión debido a la forma cónica que toma la crema durante su evacuación.
- Detener la bomba cuando se tenga la menor cantidad de crema en el estanque, pero que evite la succión de aire.
- Desconectar la manguera que se encuentra entre el estanque y la bomba, la que debe de estar llena de crema.
- Conectar el estanque nuevo a la manguera y activar la bomba.

Este procedimiento evita los espacios con aire dentro de las conexiones previas a la bomba, que suelen ser las más complicadas debido a la capacidad de succión y la alta viscosidad de la crema envasada, sobre todo del producto “Nivea Creme”.

Además para ser transmitido a la línea de producción es que se organiza una capacitación y un instructivo sencillo e ilustrativo, el que adjunto en el Anexo 2 y queda visible en la línea de envasado en un sector cercano al estanque.

6.2 Actividades sobre almuerzo y colaciones

Se dota la línea de 5 personas con lo que se pueden tomar los tiempos de descansos y colación, en primera instancia dos personas, posteriormente una persona y luego las dos personas restantes, siendo la misma secuencia en los otros grupo con el fin de tener los mismo tiempos de trabajo entre descansos y almuerzos. Con esto se tiene una meta para colación de 135 minutos y 30 min para cada colación. Se presenta en la Tabla 6-1 de la planificación del relevo en los 3 turnos.

Al trabajar 5 personas en la línea, además de poder realizar los reemplazos para las colaciones y los descansos, permite trabajar más rápido ciertos formatos en los que la manipulación de los productos es complicada debido al tamaño de los pots, dar holgura a las devoluciones e ingresos de materiales, además de distribuir las acciones de los cambio de formato de forma eficiente disminuyendo las metas de tiempo.

Tabla 6-1: Tabla con la programación de horarios de colación y descanso para los tres turnos posibles

Turno	Hora	Acción
Turno 1	01:00 - 01:10	Descanso 2 personas
	01:10 - 01:20	Descanso 1 persona
	01:20 - 01:30	Descanso 2 personas
	03:00 - 03:45	Colación 2 personas
	03:45 - 04:30	Colación 1 persona
	04:30 - 05:15	Colación 2 persona
	06:20 - 06:30	Descanso 2 personas
	06:30 - 06:40	Descanso 1 persona
	06:40 - 06:50	Descanso 2 personas
Turno 2		
	09:10 - 09:20	Descanso 2 personas
	09:20 - 09:30	Descanso 1 persona
	09:30 - 09:40	Descanso 2 personas
	11:00 - 11:45	Colación 2 personas
	11:45 - 12:30	Colación 1 persona
	12:30 - 13:15	Colación 2 personas
	14:20 - 14:30	Descanso 2 personas
	14:30 - 14:40	Descanso 1 persona
	14:40 - 14:50	Descanso 2 personas
Turno 3		
	17:00 - 17:10	Descanso 2 personas
	17:20 - 17:30	Descanso 1 persona
	17:30 - 17:40	Descanso 2 personas
	19:00 - 19:45	Colación 2 personas
	19:45 - 20:30	Colación 1 persona
	20:30 - 21:15	Colación 2 personas
	22:20 - 22:30	Descanso 2 personas
	22:30 - 22:40	Descanso 1 persona
	22:40 - 22:50	Descanso 2 personas

Esta acción es realizada desde el principio de enero y se mantiene durante el desarrollo de este trabajo.

6.3 Actividades sobre alimentación de tapas

Para el equipo de alimentación de tapas se realizaron las siguientes propuestas mencionadas en la sección 5.1.1.

- Restauración de condiciones básicas:

Se decidió adelantar el mantenimiento en un horario administrativo para contar de supervisión y los técnicos más capaces. Dentro de este mantenimiento se elevó el plato central que estaba caído hasta una altura apropiada para realizar el traspaso de tapas, lo que corresponde a un requerimiento básico del equipo. A continuación se muestra las condiciones de funcionamiento previo a la acción en la Figura 6-1 y después Figura 6-2.



Figura 6-1: Funcionamiento del “sorter” previo a la restauración de condiciones básicas



Figura 6-2: Funcionamiento del "sorter" posterior a la restauración de condiciones básicas

- Sensor de tapas en la posición correcta:

Para este parámetro se realizó el correcto ajuste del sensor, el que requiere estar perpendicular a la superficie para tener los mejores resultados. Posteriormente se configura para que logre pasar como negativo un tapa boca abajo y detectar como positivo la tapa de 30ml que es la más pequeña cuando pasa boca arriba, esto permite tener un ajuste multi formato.

Además del ajuste se adosa una instrucción simple afuera del sensor para explicar su funcionamiento y su requisito de no ser modificado, a continuación se muestra el instructivo en la Figura 6-3.



Figura 6-3: Instructivo instalado en el equipo

- Sensor solicitante de tapas:

Este sensor es de distancia y puede ser ajustado para que vea solo en la dirección radial del disco externo, con el fin de ver las tapas que pasaron del plato central al anillo en una sección previa. Cuando el sensor durante cierta cantidad de segundos no se activa, aunque que los componentes están girando, manda una señal para que la correa de alimentación de tapas realice un paso. A este sensor se le realiza el ajuste correcto para posteriormente instalar gestión visual y un breve instructivo de la razón de este ajuste, a continuación se muestra en la Figura 6-4 las actividades realizadas.



Figura 6-4: Gestión visual e instructivo para el sensor solicitante de tapas

- Expulsión de aire para tapas montadas:

Dentro del transcurso de los días y los formatos se fue probando de manera experimental el cumplimiento de su funcionalidad según la altura a la que este se ubicaba, notando que con dos posiciones se pueden ajustar los 3 tamaños de tapas distintas. Posteriormente se aplica gestión visual y se adosa un instructivo simple de la razón como se muestra a continuación en la Figura 6-5.



Figura 6-5: Gestión visual e instructivo para el soplador de tapas montadas

- Sensor de escalones en alimentación de tapas:

Para este problema en la sección 5.1.1 se propone el cambio de tecnología del sensor, lo que no es realizado. Lo que se hace es la instalación un instructivo simple del principio de funcionamiento y la falla que este genera, además de ajustarlo alejándolo de la cinta lo más posible aminorando de esta forma la probabilidad de detención por tapas pegadas, a continuación en la Figura 6-6 se muestra las acciones mencionadas.



Figura 6-6: Sensor en nueva posición junto con su instructivo

- Regulación de velocidades:

Dentro del equipo se tienen 3 potenciómetros, uno encargado de regular la velocidad de la cinta de alimentación de tapas, otro para regular la velocidad de rotación del plato interno y el último para regular la velocidad de giro del anillo. Dentro del transcurso de los turnos y los formatos se fue ajustando hasta encontrar el punto que permita un apropiado traspaso del disco interno al externo, para esto el disco interno debe tener mayor velocidad que el anillo. Esto genera que el parámetro más relevante de ajuste corresponda a las velocidades de estos componentes a los que se le aplicó gestión visual como se muestra a continuación en la Figura 6-7.



Figura 6-7: Gestión visual en los parámetros de velocidades de giro del equipo

- Guía de alimentación de tapas:

En esta sección del equipo se cambian las barandas de sujeción por unas que no requieren el uso de herramientas y poseen menos puntos de ajuste.

Junto con esto se modifican las esquinas que requieren cambio de componentes por formato, por un sistema de fácil ajuste y sin cambio de componentes.

A continuación en la Figura 6-8 se muestran ambas mejoras mencionadas.



Figura 6-8: Nuevo sistema de ajuste de guías para las tapas que no requiere herramientas

6.4 Actividades sobre los problemas previos al llenado

Viendo que la solución de encontrar el ajuste y estandarizar no es una medida viable por el tiempo y prioridad de esta oportunidad es que se optó por la instalación de un acrílico transparente y removible sobre la expulsión de cera, lo que permite una total visibilidad del equipo y la cera acumulada, además de facilitar retirar, limpiar y volver a instalar sin requerimiento de herramientas. Este nuevo componente y su instalación se muestra a continuación en la Figura 6-9.

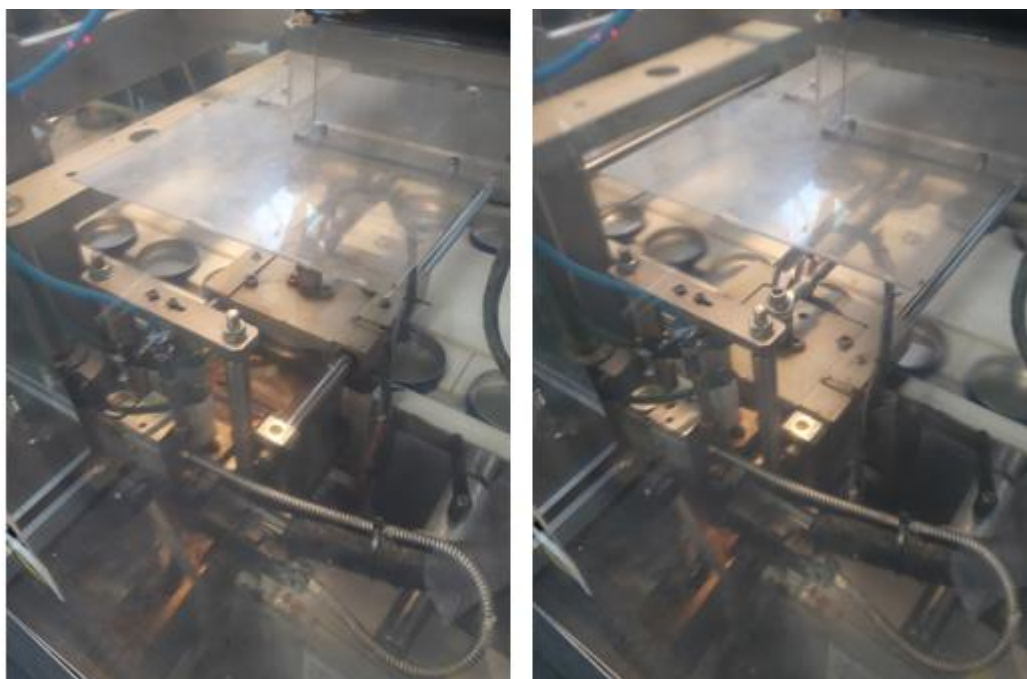


Figura 6-9: Acrílico contenedor de cera expulsada

Además de la instalación se realiza una instrucción sencilla a los operarios, explicando la razón de este nuevo componente.

6.5 Actividades sobre el proceso de termo contracción

Dentro de las opciones del mercado local se escoge el modelo BP800 correspondiente a la marca Italiana Smipack, la que se muestra a continuación en la Figura 6-10.



Figura 6-10: Equipo Smipack BP800

Este equipo tiene las siguientes características que lo hacen adecuado al proceso:

- Tiene regulación de los cilindros neumáticos a través de reguladores de flujo, esto permite entregar la mayor velocidad posible. A continuación se presentan en la Figura 6-11 y Figura 6-12 los componentes mencionados.



Figura 6-11: Cilindros neumáticos encargados de la barra soldadora y el sujetador de productos



Figura 6-12: Cilindro neumático encargado del empujador de productos

- Los empujadores poseen piezas que permiten el ajuste a los diferentes productos que pasan sin la necesidad de herramientas. Estos componentes se muestran en la Figura 6-13.



Figura 6-13: Componentes de ajuste de los empujadores

- La fijación de los film posee escala métrica que ayuda a la ubicación de estos y no requiere herramientas para el ajuste. Como se muestra en la Figura 6-14.



Figura 6-14: Componentes de ajuste de los film

- El enfardado de los productos es sobre la cinta transportadora, la que se detiene como se muestra en la Figura 6-15. Esto permite evitar el mecanismo de empuje presente en equipos similares, que suele ser un problema debido al simple deslizamiento de los productos y que al no tener una forma cuadrada es difícil empujar de forma correcta.

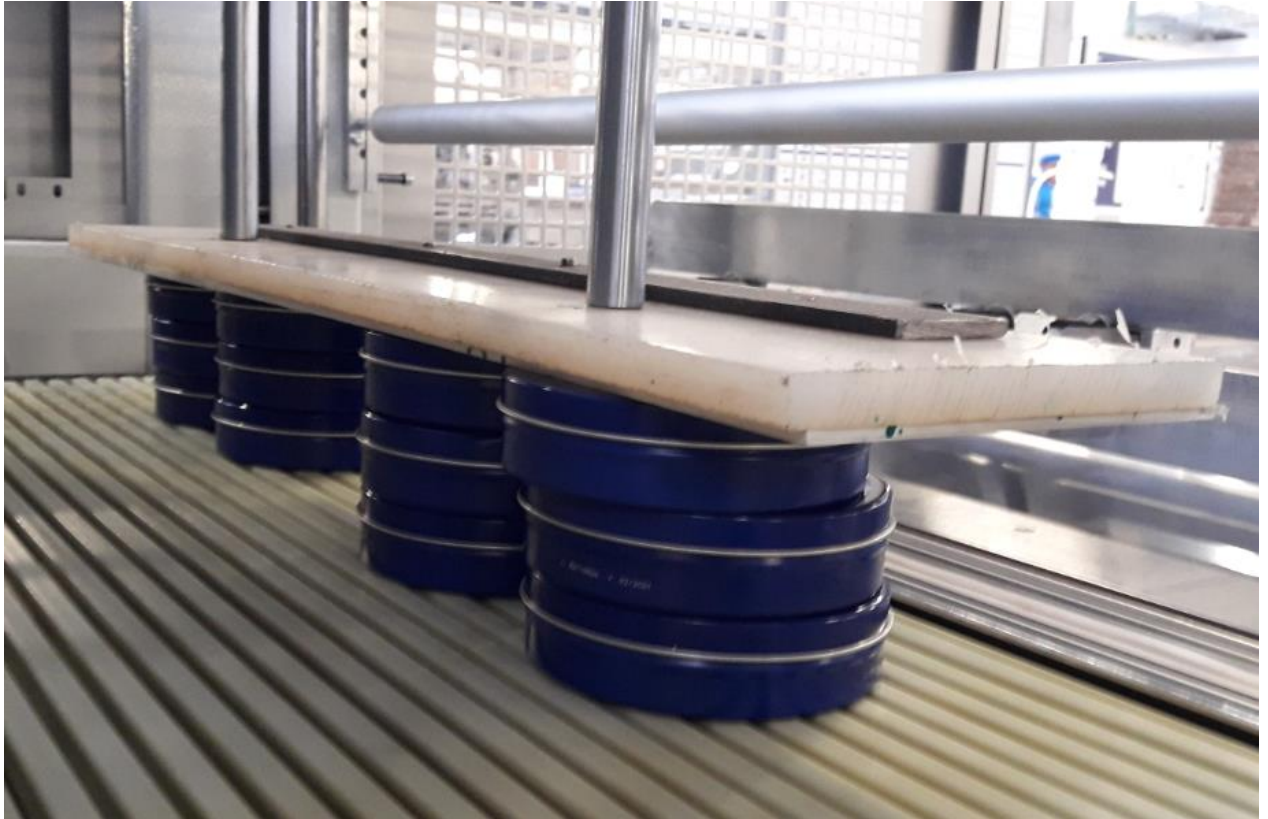


Figura 6-15: Enfardado de productos sobre la cinta transportadora

- El equipo es compacto, posee la enfardadora y el horno de termo contracción en un único bloque.

El equipo se compra y se instala exclusivamente para la línea, se hace una capacitación del uso del equipo y como solucionar las detenciones que este puede tener. Además se realiza un instructivo sencillo e ilustrativo que permite ver todos los puntos de interés para operarlo, sacar las detenciones y ajustar los cambios de formatos.

6.6 Actividades sobre Layout

Se diseña un nuevo Layout que permite evitar el desplazamiento de los equipos de final de línea, dando la oportunidad de realizar el cambio de formato de uso de termo contracción de forma autónoma, sin necesidad del área de mantenimiento y uso de herramientas. A continuación se muestra en la Figura 6-16 la nueva instalación.



Figura 6-16: Equipo instalado a un costado de la cinta transportadora

Para la implementación de este nuevo Layout se compró una cinta transportadora de 6,5 metros la que permite tener el horno a un costado como se propone, además a esta cinta se le instala un tope mecánico que tiene la característica de habilitarse y deshabilitarse con facilidad, sin uso de herramientas como se muestra en la Figura 6-17.

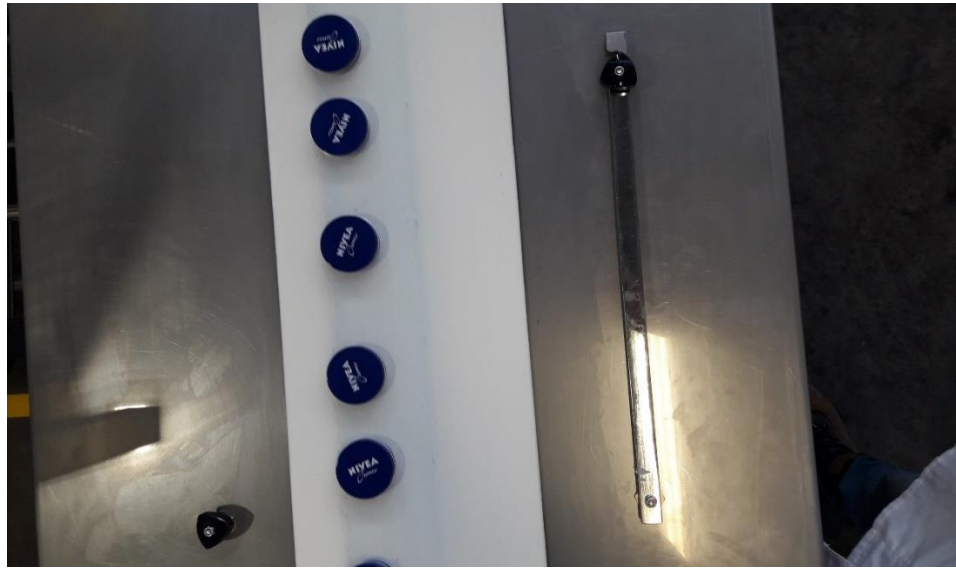


Figura 6-17: Sistema para interrumpir el paso de los productos para utilizar el equipo de termo contracción

Una vez implementado el nuevo sistema se realiza una instrucción sobre el cambio de formato a los operarios de la línea para traspasar de manera adecuada la información.

Además de esto se realizan otras modificaciones de Layout con el fin de darle el mayor orden posible a la línea, en esto participan los operarios definiendo en grupo la mejor ubicación para cada requerimiento del proceso, posteriormente a esto se delimito toda la línea con cinta amarilla. A continuación en la Figura 6-18 se muestran algunas secciones con la nueva delimitación.



Figura 6-18: Demarcación de diferentes partes de la línea de envasado

6.7 Actividades sobre el cambio de formato y responsabilidades

Una vez instalado el nuevo equipo de termo contracción y la cinta transportadora se procede a estandarizar el cambio de formato, el que divide la línea por equipos y se asignan las responsabilidades y secuencia de procedimiento para los diferentes participantes de la línea con el fin de optimizar al máximo el cambio de formato.

Los equipos y proceso en los que se divide la línea son los siguientes:

- Llenado y tapado
- Alimentación de tapas
- Marca de lote y vencimiento
- Equipo de termo contracción
- Armado de caja y etiquetado automático
- Devoluciones e ingreso de materiales

Los puestos de trabajo con la incorporación de personal que permita realizar el traslape en los horarios de colación y descansos son los siguientes:

- Maquinista
- Coordinadora
- Apoyo 1
- Apoyo 2
- Apoyo 3

En la sección de llenado y tapado la persona más capaz del equipo es el maquinista por lo que él es el encargado. Por otra parte la alimentación de tapas también es un equipo que suele ser más dominado por el maquinista, como el cambio de formato de la llenadora y tapadora es el más demoroso de realizar, se opta por designarle esta misión al apoyo 1 bajo una previa capacitación con el fin de traslapar estas actividades.

La marcación de lote y vencimiento se realiza con un equipo laser que la única modificación que requiere es la altura a través de una manivela, este procedimiento es asignado a la coordinadora

quien debe procurar que la marca se realiza en el fondo y no en la tapa, además de la coincidencia entre el lote y el vencimiento establecido.

El equipo de termo contracción no tiene gran complejidad y es asignado al apoyo 2, se considera que al ser un equipo que trabaja con temperatura este tarda aproximadamente 15 minutos en estar listo, por lo que tiene que ser encendido al comienzo del cambio del formato, dando la posibilidad de dejar todos los equipos operativos al cambio de formato en la llenadora, que es el más complejo.

El sellado de cajas es un equipo sencillo que tiene un ajuste bastante rápido por lo que es asignado al apoyo 3.

La etiquetadora automática al ser un punto de información susceptible a errores es asignado a la coordinadora, quien es la persona que más domina la información necesaria de la etiqueta y además es la encargada de hacer el control de inspección secundario de calidad.

Finalmente las devoluciones e ingresos son asignados a la coordinadora debido a los mismos puntos del cambio de información en la etiquetadora automática.

Además de las asignaciones explicadas previamente es necesario tener a un segundo responsable quien debe estar habilitado para reemplazar a la persona a cargo en caso de ausencia de personal o algún otro inconveniente.

Con este procedimiento estandarizado y las responsabilidades asignadas la nueva meta de tiempo para el cambio de formato pasa a ser de 60 minutos en comparación con los 90 minutos correspondientes a la meta de tiempo actual.

Para el cambio de formato entre 150 y 250ml, como se mantienen las placas y los parámetros de alimentación de tapas la nueva meta de tiempo es de 40 minutos en comparación con la meta anterior de 60 minutos.

Finalmente se realiza una tabla adjunta en el Anexo 3 en donde se detalla el procedimiento de cambio de formato paso a paso, además del primer y segundo responsable del proceso.

6.8 Tendencia del OAE durante el transcurso del plan piloto

Las fechas de implementación de las mejoras se muestran en la Tabla 6-2 para posteriormente poder ser analizadas con el cambio mensual del OAE.

Tabla 6-2: Tabla de meses y actividades implementadas

Mes	Actividad
Enero	• Relevo para almuerzo y colación
Febrero	• Instalación de acrílico para contener la expulsión de cera • Restauración de condiciones básicas del equipo alimentador de tapas
Marzo	• Adquisición de horno de termo contracción • Estandarización y gestión visual del quipo alimentador de tapas • Capacitación sobre cambio de estanque
Abril	• Instalación cinta para nuevo Layout • Instalación nuevas guías de alimentación de tapas
Mayo	• Demarcación del Layout definitivo • Instalación escuadra ajuste de tapas
Junio	• Actividades sobre cambio de formato y responsabilidades

En la Tabla 6-3 y Figura 6-19 se muestra la tendencia del OAE durante el periodo del año 2018 para posteriormente analizar los datos.

Tabla 6-3: Tabla con los valores mensuales del OAE durante el año 2018

Mes	OAE
Enero	70,7
Febrero	58,7
Marzo	70,4
Abril	79,9
Mayo	79,3
Junio	68,1
Julio	68.5

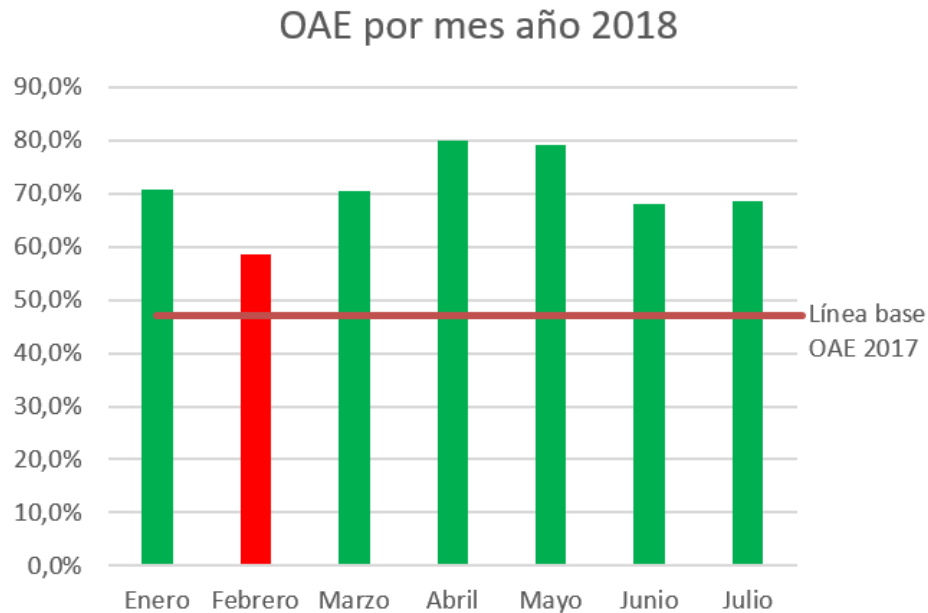


Figura 6-19: Tendencia del OAE durante los meses del año 2018

De los datos mostrados se puede apreciar que el nuevo promedio de OAE para el periodo del año 2018 analizado es de un 70,8% lo que significa un aumento del 23,8% respecto de la línea base de 47,0% del periodo del año 2017.

La desviación estándar de este nuevo periodo es de 7,2% lo que significa un aumento de 1,7% respecto de la línea base de 5,5%.

Además existe una diferencia de 21,2% entre el mes con mayor y menor OAE (abril y febrero respectivamente) lo que significa un aumento de 3,9% respecto de la diferencia de 17,3% mostrada en el periodo 2017.

Este aumento en la desviación estándar y en el rango no es deseable. Sin embargo es de esperar que los cambios introducidos, inicialmente generen mayor variabilidad, producto del proceso de aprendizaje y estabilización de los nuevos métodos.

Basándose en lo anterior se deduce que el rendimiento de la línea mejora durante el periodo 2018 en el que se realizan las acciones del plan piloto. Sin embargo, esto viene acompañado de un aumento en la variabilidad, la que puede ser atribuida en parte a la gran diferencia del mes de febrero respecto de los otros meses estudiados y que las detenciones relevantes en este periodo 2018 corresponden a los problemas de aplicación de cera que tiene un gran impacto en el indicador OAE.

Analizando mes a mes se tiene lo siguiente:

- Enero: En este mes se implementa por primera vez los traslape para colación y descansos, lo que genera un aumento importante del OAE. Junto con eso se debe mencionar que además de las detenciones crónicas que puede tener la línea, también existen problemas operacionales que afectan la producción. A pesar de ser la única actividad puesta en marcha se nota una diferencia.
- Febrero: Este mes se genera la restauración de condiciones básicas del equipo alimentador de tapas, lo que es logrado adelantando el mantenimiento. Otras detenciones presentes corresponden a mayor uso de equipo de termo contracción y problemas en el cambio de estanque.
- Marzo: Se realizan varias acciones con el fin de aumentar el rendimiento de la línea, por lo que es un mes de implementación, donde se esperan ver los resultados en abril.
- Abril: Este fue un excelente mes para la línea y su desempeño, varias actividades ya están realizadas y en marcha. La instalación de la cinta transportadora y guía de tapas no afecta de gran manera al rendimiento porque se está trabajando en dos turno dejando sin producción a la línea durante el turno administrativo, dando la posibilidad de realizar estas instalaciones.

- Mayo: Se realiza la demarcación de Layout además de la instalación de las escuadras para la guía de tapas que provoca detenciones en su puesta en marcha, por no cumplir con las medidas apropiadas, pero dando buen resultado al lograr solucionar los problemas.
- Junio: Este mes se caracteriza por tener presente grandes detenciones debidas a problemas con la aplicación de cera, lo que genera más cambios de formatos de lo planeado, junto con una baja importante de la producción en los turnos donde se trabaja en solucionar el problema.
- Julio: Durante este mes persiste la misma característica de problemas de aplicación de cera en el formato de 250ml, que se intentó solucionar el mes anterior, dando como causa raíz el no cumplimiento de uno de los 3 fondos entregados por parte del proveedor, lo que alerta una posible causa para este tipo de defecto.

CONCLUSIONES

En este trabajo se propone un Plan de Mejora para la línea de envasado de crema en latas, que permite mejorar el indicador de eficiencia global de equipos OAE, a través de un procedimiento sistemático en el que se separan las oportunidades y plan de mejora tanto para detenciones planeadas como no planeadas.

Según los resultados expuestos en el diagnóstico de la línea de envasado las mayores pérdidas de rendimiento en las detenciones no planeadas corresponden al sistema de alimentación de tapas con un 5,1% del OAE mensual, el uso del equipo de termo contracción con un 5,6% del OAE mensual, al transporte del producto previo al llenado con un 1,1% del OAE mensual, junto con el cebado de la bomba y problemas con la aplicación de cera, los cuales no tienen un dato porcentual de pérdida debido a su naturaleza. Respecto de las detenciones planeadas se tienen que las mayores pérdidas de rendimiento corresponden a los horarios de descansos y colación con un 13,6% del OAE mensual y el cambio de formato o producto con un 1,71% del OAE mensual.

Estas pérdidas de rendimiento son consideradas como las oportunidades de mejora. Dentro de las causas raíces de las detenciones no planeadas se destaca el deterioro de equipos, la falta de estandarización y gestión visual. Para las detenciones planificadas las oportunidades son reemplazos en los horarios de descansos y colación, estandarización del cambio de formato y adquisición de componentes de llenado.

Al sistema de alimentación de tapas se le realiza un mantenimiento correctivo, se diseñan e implementan nuevos componentes que disminuyen los puntos de ajuste y descarta la necesidad de herramientas, se estandariza, se realiza gestión visual y se finaliza la mejora con una capacitación de los operadores.

Se adquiere un nuevo equipo de termo contracción que cumple con variadas ventajas en su diseño y se designa exclusivamente para la línea de envasado, junto con eso se adquiere una cinta de transporte que facilita el cambio de formato cuando se requiere este equipo y permite fijar las ubicaciones para todos los equipos posteriores, con ello también se logra la correcta canalización de los cables eléctricos. Con este nuevo sistema se elimina la necesidad del personal de mantenimiento

en el cambio de formato y se elimina el uso de herramientas, se finaliza la mejora con una capacitación de los operadores.

Los problemas de transporte del producto previo al llenado es contenido a través de un acrílico, el cual recibe la expulsión de cera caliente, evitando que esta se disperse por el equipo y genere problemas en el transporte del envase, se ajusta el sensor que emite la señal de detención y se implementa un procedimiento de limpieza del acrílico. Se termina la mejora con la capacitación de los operadores.

El cebado de la bomba corresponde a un problema de procedimiento por lo que se estandariza el proceso de cambio de estanque y se capacita al personal.

Para el problema de aplicación de cera se propone un procedimiento de inspección del defecto y de los fondos, con la finalidad de identificar correctamente el problema y evitar una indebida manipulación del equipo. Junto con eso se propone el diseño de un nuevo rebordeador y redundancia en este proceso, con la finalidad de asegurar el sellado cuando se tiene cera en todo el contorno del envase.

Para los horarios de descansos y colación se dota la línea de 5 personas, logrando de esta forma definir e implementar un procedimiento de reemplazo para estos horarios. Con esta actividad se tiene un potencial de mejora en el OAE mensual del 13,6%.

El cambio de formato se estandariza y se distribuyen las actividades entre las 5 personas que trabajan en la línea, logrando solapar actividades y disminuir la carga sobre el Maquinista, quien realiza la mayor cantidad de cambios y los más demorosos. Con esto se logra disminuir en 20 minutos la meta de tiempo en el cambio de formato referente al tamaño del producto.

Para el cambio de producto se propone la compra de 4 componentes faltantes, además de tener una planilla de inventario y designar la ubicación de estos, con la finalidad de generar la acción correspondiente cuando falta uno de estos. Con esto se permite realizar el procedimiento en la meta de tiempo existente de 20 minutos.

Finalmente con las actividades realizadas se logra tener un aumento del 23,8% en el promedio del OAE desde el periodo 2017 al 2018, acompañado con un aumento en la desviación estándar de un

1,7%. Este aumento del rendimiento es debido a la eliminación de factores que generan pérdidas de rendimiento, y su aumento en la variabilidad es por los cambios introducidos y el proceso de aprendizaje en el que se desarrollan las mejoras, por lo que es de esperar que esta disminuya en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Gutiérrez Pulido, Calidad total y productividad, México: McGraw Hill, 2010.
- [2] H. Gutiérrez, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, México: Mc Graw Hill Education, 2013.
- [3] Wikipedia Foundation, Inc., «Wikipedia - The free,» [En línea]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Overall_equipment_effectiveness. [Último acceso: Febrero 2016].
- [4] R. Laubacher y P. Cressman, «OEE Rollout Process,» [Presentación Power Point], Akron, 1996.

Anexo 1: Plantillas de control de calidad durante la producción

- Control de calidad primario

[illegible]

Envasado: Secundario

[illegible]

Decisión de Envasado para el lote:			
Librado	Rechazado	Pendiente Control de Calidad	

- Control de calidad secundario

Anexo 2: Instructivo cambio de estanque

Procedimiento de cambio de estanque

A continuación se muestra el procedimiento correcto de cambio de estanque, el cual tiene como objetivo evitar que entre aire en la bomba. Este procedimiento busca que desde la manguera de alimentación de la bomba hasta la copa no exista aire y para ello lo importante es evitar que un estanque vacío permita el ingreso de aire además de lograr que el nuevo estanque tenga crema hasta el borde derramar antes de conectarlo a la bomba.



Abrir la válvula de salida del estanque nuevo comprobando que la crema llegue hasta la última sección (se debe asegurar que la respiración por la parte superior este habilitada para evitar que se genere vacío)



Antes de que el estanque anterior se vacíe se debe tener la precaución de que la bomba no absorba aire por lo que es necesario utilizar la pala y dejar un resto de saldo en el estanque, idealmente solo a lo largo de la cañería para no generar demasiada merma de crema



Una vez el estanque anterior este casi vacío pero con la suficiente crema para que la bomba no absorba aire se debe desconectar en la sección señalada y conectar el nuevo estanque



Anexo 3: Matriz de responsabilidades cambio de formato

	1° Responsable
	2° Responsable

Llenadora y tapadora
Sacar tapadora
Sacar rebordeador
Sacar boquilla del foil
Cambiar espaciadores guías laterales
Sacar foil sobrante
Cambiar espaciadores entrada de fondos
Sacar boquillas crema
Cambiar leva
Cambiar troquel
Cambio de placas
Ajuste de mesa
Ajuste de sosisficacion
Ajuste servo foil
Ajustar presion redillo foil
Ajuste mesa de fondos
Colocar tapadora
Colocar boquilla foil
Colocar rebordeador
Colocar boquilla de crema
Cambio unidad de lenado

Sorting de tapas
Cambio piezas por formato
Ajustar guías
Ajustar entrada de tapas
Definir parametros por formato
Laser
Ajustar altura
Horno
Prender y apagar el equipo
Cambio de formato del empujador
Habilitar sistema doble
Cambio de formato del pisador
Armado de cajas y pallet
Cambio de formato selladora
Cambio de ficha etiqueta DUM

Ingresos y devoluciones

Matriz de responsabilidades en la operación				
Equipo				
Maquinista	Coordinador	Apoyo 1	Apoyo 2	Apoyo 3

1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			
1	2			

		1	2	
		1	2	
		1	2	
		1	2	

	1	2		
--	---	---	--	--

			1	2
			1	2
			1	2
			1	2

			2	1
	1	2		

			2	1
--	--	--	---	---

Anexo 4: Inventario componentes de llenado

Componente	Requeridos	Inventario
Codo 90º	4	4
Tubo en L	2	1
Tubo recto	4	2
Magera	2	1
Matraz	2	1
Copa	2	2
Agitador	2	1
Oring pequeño	16	8
Oring grande	10	5
Mangera dosificador	2	2
Boquilla 30-60ml	2	2
Boquilla 150-250ml	2	2