



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería Agronómica

**ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN DE LA
METODOLOGÍA LEAN
MANUFACTURING EN ALTER
FARMACIA (NUTRIBÉN)**

Alumno/a: Rubén García Fernández

Tutor/a: Pedro A. Caballero Calvo

Septiembre de 2019

Copia para el tutor/a

INDICE:

RESUMEN

1. Antecedentes.....	5
2. Objetivo del estudio.....	10
3. Metodología del estudio.....	13
3.1 Bases del estudio.....	14
3.2 Condicionantes.....	19
3.3 Planteamiento de alternativas.....	20
3.4 Análisis y elección de las alternativas.....	26
4. Resultados y discusión.....	34
5. Conclusiones.....	115
6. Anejos a la memoria.....	117

RESUMEN

Con el desarrollo de este TFM se pretende realizar un estudio técnico para solucionar la necesidad de incrementar la capacidad de producción debido al aumento en los pedidos motivados por la existencia de un nuevo cliente. También surge ante la necesidad de reducir la materia orgánica de los vertidos debido a que tras la construcción de la nueva fábrica de leches infantiles, la capacidad de tratamiento de la depuradora está limitada. Los problemas se solucionan a través de la implantación de Lean Manufacturing. El proceso de implantación ha tenido una duración de 2 años ya que este proceso es muy largo y el personal carece de formación en mejora continua.

Tras finalizar la implantación de Lean Manufacturing, se consigue dar solución a todos los problemas planteados por la empresa.

ABSTRACT

The execution of this TFM wants to do a technical study to increase the production capacity because the product orders have been increased by a new customer. This technical study is done to reduce the organic waste sent to the treatment plant too because since the construction of the new milk factory, the capacity of the treatment plant is limited. These problems were solved with Lean Manufacturing implantation. The implantation process was done during 2 years because it takes a lot of time and people had not any training about continuous improvement.

After Lean Manufacturing implantation, all company problems were solved.

1. Antecedentes

1. Antecedentes

La empresa Alter Farmacia S.A. consta de 3 centros productivos y de un almacén logístico en la localidad de Meco (Madrid).

En el año 2008 se construyen las fábricas de papillas y purés infantiles (potitos). En el año 2011 se construye la fábrica de leches infantiles. En estos centros se fabrican todas las referencias de papillas, potitos y leches infantiles de la marca Nutribén y dan cobertura a todo el mercado nacional e internacional.

La distribución de la fabricación se hace actualmente de la siguiente forma:

- Fábrica de leches infantiles: Es un centro de reciente creación (2011). Esta es la fábrica objeto del presente estudio. La capacidad productiva teórica de esta planta es de 4.800.000 kg de producto anuales por cada turno, por lo que se pueden alcanzar una producción anual de 14.400.000 kg.

Se fabrica leche en polvo para alimentación infantil (Figura 1).



Figura 1: Productos de leches infantiles

El proceso productivo consta de las siguientes etapas:

- 1- Recepción de materias primas y almacenamiento
- 2- Preparación de pesadas: Hay ingredientes que por la gran precisión de dosificación que requieren, necesitan ser pesadas previamente a su dosificación en básculas de gran precisión
- 3- Proceso de mezcla: Se mezclan los ingredientes sólidos y líquidos para su preparación a un 70% de humedad.

- 4- Pasteurización: Tratamiento térmico del producto para evitar riesgo microbiológico
 - 5- Homogeneización: Paso del producto a gran presión para dispersar los glóbulos de grasa.
 - 6- Enfriamiento para adición de vitaminas
 - 7- Evaporación: Para conseguir la concentración del producto. Se debe eliminar el agua hasta un 50%
 - 8- Secado: Envío del producto a muy alta presión a la torre de secado para terminar de secar el producto hasta una humedad final máxima del 3%.
 - 9- Envasado y acondicionado: Envasado del producto en 2 formatos: 400 g y 800 g y acondicionado en palets.
 - 10- Envío del producto al almacén logístico para su expedición tras la liberación por parte del departamento de calidad.
- Fábrica de papillas infantiles: Aunque en esta planta en un principio no se implantará ninguna herramienta Lean, se describe brevemente el proceso ya que también sería posible a futuro la implantación de este tipo de herramientas.

En esta fábrica se producen diferentes referencias de papillas infantiles (figura 2).



Figura 2: Productos de papillas infantiles

Esta fábrica tiene una capacidad de 11.000.000 kg anuales de papilla. El proceso consta de las siguientes etapas:

- 1- Recepción de materias primas y almacenamiento
 - 2- Preparación de pesadas: Hay ingredientes que por la gran precisión de dosificación que requieren, necesitan ser pesadas previamente a su dosificación en básculas de gran precisión
 - 3- Proceso de mezcla: Se mezclan los ingredientes sólidos y líquidos para su preparación a un 60% de humedad.
 - 4- Cocción e hidrólisis: Se eleva la temperatura del producto a unos 95° C. De esta manera se consigue concentrar el producto a la vez que se consigue el proceso de hidrólisis.
 - 5- Secado: Se elimina la humedad del producto hasta un 2% residual.
 - 6- Molienda: Se obtienen escamas de gran tamaño que hay que triturar.
 - 7- Envasado y acondicionado: Envasado del producto en 2 formatos: 300 g y 600 g y acondicionado en palets.
 - 8- Envío del producto al almacén logístico para su expedición tras la liberación por parte del departamento de calidad.
- Fábrica de purés infantiles: Aunque en esta planta en un principio tampoco se implantará ninguna herramienta Lean, se describe brevemente el proceso ya que también sería posible a futuro la implantación de este tipo de herramientas.

Esta fábrica tiene una capacidad de 50.000.000 de tarros anuales. Se fabrican variedades de carne, pescado y fruta (Figura 3).



Figura 3: Productos de purés infantiles

El proceso productivo es el siguiente:

- 1- Recepción de materias primas y almacenamiento
- 2- Preparación de pesadas: Hay ingredientes que por la gran precisión de dosificación que requieren, necesitan ser pesadas previamente a su dosificación en básculas de gran precisión
- 3- Proceso de mezcla: Se mezclan los ingredientes sólidos y líquidos para su preparación junto con el agua.
- 4- Cocción: Se eleva la temperatura para cocinar el producto.
- 5- Trituración y tamizado: Se tritura el producto y se pasa por un tamiz
- 6- Envasado: Envasado del producto en tarros de vidrio en los formatos 120 g, 190 g y 235 g.
- 7- Cerrado: Colocación de las tapas y generación de vacío.
- 8- Autoclavado: Tratamiento térmico del producto.
- 9- Acondicionado: Etiquetado y acondicionado en palets.
- 10- Envío al almacén logístico para su expedición tras la liberación del producto por parte del departamento de calidad.

2. Objetivo del estudio

2. Objetivo del estudio

El presente estudio surge ante el planteamiento por parte de la empresa de los siguientes problemas:

- 1- La depuradora existente no es capaz de conseguir una reducción de los niveles de DQO aceptables.

Este problema surge ante la reciente creación de la fábrica de leches infantiles. El resto de centros productivos ya existían y la depuradora estaba diseñada para poder tratar las aguas residuales industriales de los otros 2 centros. Al incorporar la nueva planta, la depuradora existente se queda pequeña.

- 2- Actualmente, la línea de envasado tiene una capacidad de 6.000.000 de unidades por turno / año (4.800.000 kg). Se están fabricando actualmente 5.200.000 unidades pero un tercer cliente solicita una producción de 3.500.000 unidades al año adicionales. La empresa plantea la implantación de herramientas que permitan alcanzar esos volúmenes de producción sin tener que ampliar turnos de trabajo.

Por tanto, para dar solución a estos dos problemas planteados por la empresa, los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- 1- Evitar tener que realizar una fuerte inversión para ampliar la planta de tratamiento de aguas industriales. Para ello, es necesario que la cantidad de producto vertido a la depuradora sea inferior a 220.000 kg/año (4.583 kg de sólidos semanales. Dato proporcionado por la empresa gestora de la depuradora). Este dato es válido teniendo en cuenta que el vertido a la depuradora debe ser homogéneo. Para poder albergar vertidos elevados puntuales, se dispone de 3 depósitos de 35.000 litros cada uno de ellos para que, en caso de accidente, se pueda enviar ese producto a estos depósitos para no colapsar la depuradora.

Otra premisa a tener en cuenta es que el único vertido que se envía a la depuradora con presencia de carga orgánica procede de la merma de producto líquido, incluyendo la limpieza del mismo.

Para fabricar 30.000 kg de producto seco, partimos de 100.000 litros de producto al 30% de sólidos totales.

Por tanto, el % de merma máximo que se podrá enviar a la depuradora será del 3,2%. Este dato resulta de dividir el dato de 220.000 kg / año de residuo sólido límite que puede verterse a la depuradora (dato suministrado por la empresa gestora de la depuradora) entre la producción anual necesaria de 6.960.000 kg (dato planteado en el problema 2 y que se corresponde con la fabricación anual añadiendo el segundo cliente).

Para mayor seguridad, se estima un objetivo de merma líquida del 3%

- 2- Derivado del segundo problema planteado por la empresa, el segundo de los objetivos de este estudio es que se puedan fabricar 8.700.000 unidades de producto al año utilizando un único turno de envasado.

Para conseguir estos dos objetivos, se utilizará la implementación de herramientas Lean Manufacturing.

3. Metodología del estudio

3. Metodología del estudio

3.1. Bases del estudio

El presente estudio hace referencia a las dos problemáticas planteadas anteriormente, las cuales se corresponden exclusivamente con la fábrica de leches infantiles. Este estudio se comienza en el año 2017 y se finaliza en agosto de 2019 ya que la implantación de la metodología Lean requiere una inversión de tiempo muy grande. No obstante, como puede verse en el presente estudio, una vez implantada, los beneficios que aporta son enormes.

Los 2 objetivos, se alcanzarán gracias a la implantación de herramientas Lean Manufacturing.

Esta metodología Lean tiene su origen en Japón, dentro del sector de la automoción, más concretamente en la empresa Toyota. Hoy día, gracias a su efectividad, se ha extendido a prácticamente todo el sector industrial, teniendo presencia en cualquier parte del mundo.

Esta metodología Lean consta de multitud de herramientas. En función de los objetivos que se quieran perseguir habrá que elegir una u otra. El objetivo último de Lean Manufacturing es el de la optimización de los procesos a través de la eliminación del despilfarro. Dentro de estos despilfarros, deben destacarse los siguientes:

- 1- Stocks: Tener materiales o materias primas almacenadas supone un coste. Si tenemos excedentes, este almacenamiento mayor que el necesario generará un coste extraordinario..
- 2- Movimientos inútiles: Si los movimientos de materias primas, productos intermedios o producto final no están optimizados, tendremos un despilfarro en tiempo y en los recursos necesarios para llevar a cabo estos movimientos adicionales.
- 3- Transportes: Se deberán optimizar para no incurrir en sobrecostes en la distribución del producto.
- 4- Operaciones inútiles: Se deberán eliminar las operaciones que no aportan valor.
- 5- Rechazos y reprocesos: El producto rechazado supone un coste extraordinario importante. Todos los recursos destinados a una fabricación que no cumple los estándares son desperdicio. Además, hay que tener en cuenta el producto que debe ser reprocesado porque debido a una

incidencia, requiera de alguna operación adicional para que este producto cumpla los estándares.

En este apartado también hay que considerar las mermas del proceso productivo.

- 6- Esperas: El tiempo que está línea sin producto o con máquinas paradas suponen ineficiencias que tiene un coste extraordinario.
- 7- Sobreproducción: El producto en espera a ser vendido supone un coste por almacenamiento. Este coste se incrementa si ese almacenamiento debe ser en condiciones especiales.

Las herramientas Lean deben ir encaminadas a eliminar estos despilfarros descritos.

Aunque posteriormente se explicarán con detalle, se plantean algunas de estas herramientas para relacionarlas con los despilfarros descritos:

- Kaizen: Herramienta destinada a dar solución a un problema. Puede utilizarse para eliminar cualquiera de los 7 despilfarros anteriores.
- Single Minute Exchange of Die (SMED): Enfocada a estandarizar los cambios de formato. Elimina operaciones inútiles, rechazos y reprocesos y esperas.
- Total Productive Maintenance (TPM): Estandarización de los mantenimientos de la maquinaria. Elimina fundamentalmente las esperas.
- 5S: Herramienta que mejora el orden y la limpieza. Elimina movimientos y operaciones inútiles.
- Overall Equipment Effectiveness (OEE): Indicador de eficiencia de la línea. Elimina movimientos y operaciones inútiles, esperas y rechazos y reprocesos. También puede medirse el OEE de cualquier proceso, incluyendo los transportes.
- Just in time: Destinada a reducir los tiempos de espera de los materiales y materias primas en los almacenes. Reduce el extracoste por stock y sobreproducción.
- Estandarización: Facilita la fabricación de manera homogénea. Elimina operaciones y procesos inútiles y rechazos y reprocesos.
- TOP 5 y TOP 30: Reuniones periódicas encaminadas a eliminar incidencias. Elimina todos los despilfarros aunque es difícil tratar en estas reuniones el transporte.
- Matrices de desempeño: Encaminadas a dar polivalencia al personal. Elimina movimientos innecesarios, rechazos y reprocesos, esperas.

- Planificación Hoshin Kanri: Optimización de la planificación de la producción. Encaminada fundamentalmente a eliminar esperas, sobreproducción y stock.
- Out of Control Action Plan (OCAP): Encaminada a optimizar y estandarizar la resolución de problemas. Se definen procedimientos de resolución de problemas para que cuando vuelvan a aparecer, se resuelvan siempre de la misma manera. Gestiona también todos los despilfarros.

En una primera fase, una combinación de todas o parte de estas herramientas debería ser suficiente para alcanzar los objetivos. Todas ellas contribuirán a la mejora pero la implantación de todas ellas supone una gran cantidad de tiempo a invertir (unos 3 años). Por este motivo, en la evaluación de alternativas, se hará un análisis de las herramientas para seleccionar las que conseguirán la mejora de una manera más rápida.

Las herramientas a implantar en este estudio dependerán de los objetivos que se planteen en función de la problemática actual.

De acuerdo con los objetivos planteados por la empresa, se plantean inicialmente las siguientes herramientas Lean Manufacturing:

PROBLEMA 1:

1- La depuradora existente no es capaz de conseguir una reducción de los niveles de DQO aceptables.

Aunque se efectuará un análisis de alternativas completo, inicialmente, basándonos en la experiencia de otras implantaciones, se pueden contemplar las siguientes herramientas Lean para poder dar solución al primer problema:

- a) Lección de Un Punto (LUP): Aunque se dispone de depósitos de emergencia para albergar vertidos elevados puntuales, hay que asegurar la utilización de los mismos. Esta herramienta deja constancia por escrito de las personas formadas que tienen que efectuar esta tarea.
- b) Estandarización: Debe informarse al personal de la manera de efectuar la tarea y cuándo debe hacerse.

- c) Kaizen: Es una manera estructurada de dar solución a un problema. Para limitar la cantidad de producto vertido a la depuradora, hay que reducir la merma. La herramienta Kaizen nos guiará en la manera de hacerlo.

PROBLEMA 2:

2- Actualmente, la línea de envasado tiene una capacidad de 6.000.000 de unidades / año (4.800.000 kg). Se están fabricando actualmente 5.200.000 unidades (4.160.000 kg) pero un segundo cliente solicita una producción de 3.500.000 unidades al año adicionales (2.800.000 kg), alcanzando un total de 6.960.000 kg.

Inicialmente, para dar solución a este problema, se trabajarán las siguientes herramientas:

- a) OEE: Overall Equipment Effectiveness: Es un indicador de la eficiencia de la fábrica. El primer paso es medir el valor de OEE necesario para poder fabricar los 8.700.000 uds totales que necesita la empresa.
- b) Kaizen: Servirá para poder dar solución a los problemas que actualmente impiden alcanzar la eficiencia necesaria.
- c) TOP 5 y TOP 30: Reuniones de 5 y 30 minutos para analizar los problemas que impiden alcanzar el objetivo.
- d) OCAP: Out of Control Action Plan: Manera estandarizada de solucionar un problema que hace que el proceso se descontrole.
- e) TPM: Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total). Son tareas de mantenimiento ejercidas por los operadores de las máquinas.
- f) SMED: Single-Minute Exchange of Die. Herramienta para optimizar los cambios de formato.
- g) 5S: Herramienta para mejorar el orden y limpieza del entorno de trabajo.

Esto se confirmará en la evaluación de alternativas.

Como características de la fábrica que pueden influir en la implantación, pueden definirse las siguientes:

- 1- El personal es muy joven y son nuevas contrataciones debido a que se trata de una fábrica de reciente creación. Sin embargo, son personas con formación de cierto nivel.
- 2- El sistema de gestión documental de la empresa es muy detallado y extenso.
- 3- No existe la mejora continua al no haber ningún departamento que lo analice y no existir ninguna herramienta implantada.
- 4- El presupuesto para la implantación es reducido.
- 5- Hay elementos del diseño de la línea de envasado que a priori no parece que sean las mejores alternativas.
- 6- El departamento de mantenimiento es muy potente.
- 7- EL hecho de ser una industria alimentaria y del sector de la alimentación infantil, hace que cualquier cambio que hagamos en el proceso pueda suponer un alto riesgo de seguridad alimentaria y de calidad en el producto.
- 8- Debido a la urgencia de dar solución a los 2 problemas, el tiempo de ejecución del estudio es limitado.

Estas características hacen que se planteen las siguientes ventajas e inconvenientes que hay que tener en cuenta durante la implantación:

VENTAJAS:

- Las personas jóvenes suelen ser personas muy abiertas a los cambios.
- El hecho de disponer de personas de reciente contratación, hace que quieran continuar desarrollándose en la empresa, facilitando la colaboración en los cambios.
- Debido a la formación elevada del personal, deben ser capaces de plantear soluciones efectivas.
- El hecho de disponer de un potente departamento de mantenimiento es muy útil para poder implantar soluciones que sin ellos, supondrían un desembolso económico mucho mayor.

INCONVENIENTES:

- Las personas de reciente contratación pueden ser inexpertas.
- El extenso sistema de gestión documental puede suponer una mayor necesidad de tiempo para dejar correctamente documentados los cambios a implantar.
- El hecho de que no exista un departamento de mejora continua, va a requerir una mayor formación al personal y un cambio de hábitos de trabajo. Esto puede retrasar el proyecto.
- Al tener un bajo presupuesto de implantación, habrá trabajos que no se podrán externalizar.
- Debido al sector de aplicación de los productos fabricados hay que prestar especial atención a los cambios realizados. Cualquier desviación pondrá en riesgo la calidad del producto final.
- El tiempo de ejecución es limitado. Si no se acierta en la fase de decisión de alternativas, el estudio estará en peligro.

Se indicarán los datos tomados para hacer posible la implantación que justifican la puesta en marcha del proyecto.

3.2- Condicionantes

Se describen a continuación los condicionantes a tener en cuenta para el correcto desarrollo del proyecto:

- 1- El primero de los problemas que desea resolver la empresa es el de reducir los niveles de DQO e la depuradora.
- 2- Hay que asegurar que cualquier modificación que se establezca en el proceso no debe poner en riesgo la seguridad alimentaria ni la calidad del producto y en cualquier caso hay que cumplir las certificaciones que posee la empresa:
 - ISO 9001
 - ISO 14001
 - BRC
 - IFS
 - ISO 22000

- 3- El presupuesto del proyecto es reducido. Por tanto, como actualmente estoy contratado por la empresa desempeñando tareas de jefe de producción, se efectuarán todos los trabajos dentro de la jornada laboral con el apoyo del personal ya contratado.

3.3. Planteamiento de alternativas

Teniendo en cuenta los condicionantes descritos anteriormente, se plantean las siguientes herramientas como solución a los problemas planteados:

3.3.1- OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

Es la medida de la eficiencia de una línea de producción. Mide la capacidad productiva de una fábrica.

Es útil para saber si la fábrica es capaz de trabajar para nuevos clientes, si es necesario ampliar turnos...

En la medición, se debe incluir todo lo que ocurre durante las 24 horas del día excepto la falta de programa (Tiempo de parada por falta de pedidos). Debe ser un dato fiable.

Se calcula multiplicando los términos de disponibilidad, rendimiento y calidad.

$DISPONIBILIDAD = TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO / TIEMPO DISPONIBLE$

Tiempo disponible: Son las 24 horas del día al que se ha restado la falta de programa.

Tiempo de funcionamiento: Es el tiempo disponible al que se han restado los paros.

$RENDIMIENTO = PRODUCCIÓN REAL / PRODUCCIÓN PREVISTA$

Producción real: Número de unidades fabricadas

Producción prevista: Número de unidades que se deberían haber fabricado durante el tiempo de funcionamiento a la velocidad nominal de la línea,

$CALIDAD = PRODUCCIÓN BUENA / PRODUCCIÓN REAL$

Producción buena: Unidades conformes terminadas

Producción real: Unidades totales envasadas incluidas las defectuosas.

Se debe hacer un análisis diario, semanal, mensual y mostrar la tendencia anual.

3.3.2- SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)

Herramienta encaminada a optimizar las operaciones de cambio de formato, entendiendo como tiempo de cambio de formato al espacio de tiempo comprendido entre la fabricación de la última pieza buena del primer formato y la primera pieza buena del segundo.

Es vital la participación de la/las personas que manejan las máquinas.
No siempre se busca reducir el tiempo de cambio. Hay casos que puede ser necesario ampliar dicho tiempo tras la estandarización.

En este caso, un Proyecto SMED consta de 5 etapas:

- ETAPA 1: ESTUDIAR EL CAMBIO ACTUAL
- ETAPA 2: IDENTIFICAR Y SEPARAR ACCIONES INTERNAS Y EXTERNAS
- ETAPA 3: INTENTAR CONVERTIR TAREAS INTERNAS EN EXTERNAS
- ETAPA 4: MEJORA DE TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS
- ETAPA 5: ESTANDARIZAR

Ejemplos:

- Se arranca la fabricación sin comprobar la codificación de los envases.
- Cambios de variedad que conllevan limpieza intermedia. Se descuida esta limpieza para iniciar la fabricación lo antes posible. La consecuencia en el mejor de los casos es el rechazo de la fabricación por mezcla de variedades por parte del departamento de calidad. Si no se efectúa la limpieza correctamente podríamos incluso provocar riesgos de seguridad alimentaria (Consumo de gluten por un celíaco que ha comprado un producto sin gluten, pero que contiene trazas del alérgeno por deficiencias de limpieza).

En los cambios de formato se genera un porcentaje altísimo de accidentes de calidad. Es vital optimizar el mismo con un buen proyecto SMED.

3.3.3- TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

EL Mantenimiento Productivo Total es una herramienta de vital importancia de las empresas. Marca un cambio radical de filosofía en las empresas en las que cuando

Alumno/a: Rubén García Fernández
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Máster en Ingeniería Agronómica

hay una parada, el personal de producción desaparece para realizar otras tareas y se dedica exclusivamente al departamento de mantenimiento la tarea de solucionar el problema. Esto hace que los operadores de la máquina únicamente conocen los botones de encendido y parado de la máquina.

Las TPM posibilitan aportar a los operadores los conocimientos técnicos de la máquina que facilitan solucionar averías con mayor rapidez al acortar el tiempo desde que se avisa a mantenimiento y llega al lugar.

Además, posibilita el poder adelantarse a una avería grave. En muchas ocasiones, previamente a una avería de una máquina surgen unos primeros indicios que indican que la máquina no está trabajando correctamente (ruidos, vibraciones...)

Un operario perfectamente formado en TPM es capaz de interpretar estos primeros indicios y es capaz de solucionarlo antes de que se produzca una avería grave.

Por tanto, las TPM tienen las siguientes características:

- Aumenta el conocimiento del área de producción.
- Mejora el OEE debido a:
 - Mayor habilidad reparando averías al conseguir una mayor eficiencia del mantenimiento correctivo
 - Transforma el mantenimiento correctivo en preventivo, llegando a resolver las incidencias antes de producirse la parada
- Mejora el desarrollo profesional y las posibilidades de desarrollo
- Es más eficiente porque quien lo realiza es quien sufre las consecuencias.

3.3.4- 5S

Se trata de una herramienta que tiene como objetivo mejorar el orden y limpieza de la fábrica. Facilitará la optimización de las paradas por limpieza.

Las etapas de que consta un proyecto de 5S son:

- Etapa previa: Preparación y comunicación
- Etapa 1: Clasificar
- Etapa 2: Ordenar
- Etapa 3: Limpiar
- Etapa 4: Estandarizar
- Etapa 5: Disciplina

3.3.5- LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)

Es un documento cuyo objetivo es transmitir una información clara y que queremos que quede registrada.

Hace referencia a:

- Conocimiento básico: Recoge información adicional al puesto. Se corresponde con información importante que queramos reforzar y que quede registrada.
- Caso de mejora: Para corregir una acción que queramos modificar. Además de modificar el procedimiento, podemos reforzar este cambio mediante el uso de LUP.
- Problema: Un error, un problema de calidad, un proceso fuera de control...

3.3.6- REUNIONES TOP 5 Y TOP 30

REUNIÓN TOP 5

Se trata de una herramienta cuyo objetivo es mejorar el OEE utilizando como base la implicación de todo el personal.

Consiste en la realización de una reunión de 5 minutos de duración en cada turno donde se reunirán el jefe de turno, un operario de cada zona y una persona de mantenimiento para analizar los indicadores establecidos para ese turno.

De esta reunión, surgirán acciones de mejora que serán analizadas en la reunión TOP 30.

REUNIÓN TOP 30

Se trata de una reunión diaria de 30 minutos de duración donde se reúnen los mandos de la fábrica. En este caso, me reuní con jefe de turno, jefe de mantenimiento y director industrial.

El objetivo de esta reunión era analizar los indicadores, causa raíz y propuesta de mejora establecidos en la reunión TOP 5 e incluir estas acciones en el plan de acción.

La idea de estas reuniones es evitar que las incidencias que nos hayan impedido alcanzar nuestros objetivos vuelvan a repetirse.

3.3.7- KAIZEN

Consiste en una manera estructurada para analizar y solucionar un problema por un equipo de trabajo.

Debido a los problemas planteados por la empresa, se plantean 3 Kaizen:

KAIZEN 1: MEJORA DE MERMAS EN PROCESO DE MEZCLAS

Problema: Se generan vertidos de materia orgánica a la depuradora, demasiado altos.

OBJETIVO: REDUCIR EL ENVÍO DE MATERIA ORGÁNICA A LA DEPURADORA

KAIZEN 2: MEJORA DE MERMAS EN ENVASADO

Problema: Las mermas de producto terminado no son muy altas, pero el alto valor añadido genera costes elevados.

OBJETIVO: REDUCIR EL COSTE QUE GENERA LA MERMA

KAIZEN 3: MEJORA DE OEE DE LA LÍNEA DE ENVASADO

Problema: La baja eficiencia de la línea de envasado motivada por la aún reciente puesta en marcha hace necesario doblar turnos para poder procesar todo el producto.

OBJETIVO: ELIMINAR LOS TURNOS DOBLES. NO HAY PERSONAL FORMADO.

3.3.8- JUST IN TIME

Esta herramienta está encaminada a eliminar el sobrecoste de almacenamiento. Está dividida por los siguientes pasos:

- 1- Definir los materiales y materiales necesarios
- 2- Fijar los plazos de recepción de los pedidos y las fechas de caducidad
- 3- Establecer el stock mínimo de seguridad para cada material
- 4- Verificar la merma teórica asignada a cada material o materia prima.

- 5- Contrastar los pasos anteriores con el plan de producción y con la capacidad de almacenamiento de los almacenes.
- 6- Emitir los pedidos según al plan de producción teniendo en cuenta las premisas anteriores.

Lo más habitual es que estas premisas se puedan aplicar al programa de gestión de la propia empresa para que en el momento de la creación de las Órdenes de Producción, éstas generen sus necesidades de compra.

3.3.9- ESTANDARIZACIÓN

Uno de los principales retos industriales es la continuidad:

- Calidad: Todos los productos iguales deben ser lo más parecidos posible.
- Rendimiento: Debe ser similar entre operarios. Similitud al hacer las tareas.
- Disponibilidad: Homogeneidad en proceso.

La estandarización es la herramienta que proporciona esa continuidad.

Pasos de la estandarización:

1. Recopilar información (Parámetros): Recopilar los parámetros de ajuste de las máquinas para cada formato. Consolidar estos datos en diferentes fabricaciones.
2. Elaborar Instrucciones Técnicas y tarjetas de parámetros. Deben ser claras y precisas de manera que cualquiera que no conozca la máquina sea capaz de parametrizar las máquinas conforme a las instrucciones.
3. Formación: Formar a todo el personal sobre la manera de llevar a la práctica todo lo indicado.
4. Auditoría: Si algún parámetro no coincide con el indicado en la Instrucción, debe ser debidamente justificado. Se debe auditar que los parámetros de la instrucción coinciden con los posicionados en las máquinas.

3.3.10- MATRICES DE DESEMPEÑO

Sirven para asegurar que se dispone de personal formado en todos los puestos. Se mide la polivalencia de las personas y el número de personas formadas en cada puesto. En la sección Anejos a la memoria se incluye la matriz de desempeño

de la fábrica de papillas y potitos (Tabla A1). En esta tabla se han eliminado los nombres y apellidos de las personas.

Se trata de una matriz muy completa donde puede verse además del número de personas formado en cada puesto, el grado de polivalencia de todos los empleados.

3.3.11- PLANIFICACIÓN HOSHIN KANN

Esta herramienta optimiza la planificación de la producción de manera que se reducen al máximo las pérdidas por cambios de formato y los sobrecostes por stock.

En primer lugar hay que definir una tabla de maniobras. Se trata de una tabla donde en el eje de coordenadas se disponen todas las referencias que se están fabricando. En el eje de abscisas se disponen todas las referencias a fabricar. En esta tabla se recogen todos los tiempos de cambio de formato en las líneas de corte entre ambos ejes.

Todos estos cambios de formato se trasladan a un programa informático junto con los datos de stock objetivo.

Este programa informático propondrá la secuencia de producción que suponga una menor ineficiencia por los cambios de formato a la vez que se respetan los límites de stock de producto terminado.

3.4- Análisis y elección de las alternativas

Para elegir las herramientas más adecuadas para resolver los problemas planteados por la empresa, se procederá a efectuar una evaluación de las mismas. Para ello, se aplicarán una serie de criterios y se evaluarán en función de las prioridades que presenta el sistema de gestión de la empresa.

Para efectuar la evaluación, se dará una mayor puntuación a los conceptos más importantes según el criterio de gestión de la empresa. Los criterios elegidos son los siguientes:

- Inversión económica requerida para la implantación de la herramienta: Se dará mayor puntuación cuanto menor inversión económica se requiera.
- La herramienta se puede utilizar para hacer mejoras de seguridad laboral.
- La herramienta se puede utilizar para mejorar la seguridad alimentaria y/o la calidad del producto.
- La herramienta ayudará a solucionar los problemas planteados por la empresa.

Según las prioridades de la empresa, y teniendo en cuenta que el presente estudio surge a raíz de los problemas planteados, se aplicarán unos factores de corrección en

función de la importancia de cada concepto. Por tanto, cada alternativa se valorará de 0 a 10 y se multiplicará por dicho factor de corrección.

Los factores de corrección a tener en cuenta son los siguientes:

- La herramienta ayuda a solucionar los problemas planteados por la empresa: Factor de corrección = 1.
- La herramienta se puede utilizar para mejorar la seguridad laboral: Factor de corrección = 0,8
- La herramienta se puede utilizar para mejorar la seguridad alimentaria y/o la calidad del producto: Factor de corrección = 0,7
- Inversión requerida para la implantación de la herramienta: Factor de corrección = 0,6

Todas las herramientas con puntuación igual o superior a 15 puntos, serán seleccionadas.

A continuación, se efectuará la evaluación de todas las alternativas teniendo en cuenta el criterio establecido:

3.4.1- OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

Tabla 1: Evaluación de la alternativa OEE

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	10	1	10,0
Mejora la seguridad laboral	0	0,8	0
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	8	0,7	5,6
Inversión requerida	4	0,6	2,4
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			18,0

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.2- SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)

Tabla 2: Evaluación de la alternativa SMED

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	8	1	8,0
Mejora la seguridad laboral	2	0,8	1,6
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	8	0,7	5,6
Inversión requerida	4	0,6	2,4
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			17,6

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.3- TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

Tabla 3: Evaluación de la alternativa TPM

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	8	1	8,0
Mejora la seguridad laboral	2	0,8	1,6
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	7	0,7	4,9
Inversión requerida	3	0,6	1,8
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			16,3

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.4- 5S

Tabla 4: Evaluación de la alternativa 5 S

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	7	1	7,0
Mejora la seguridad laboral	9	0,8	7,2
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	10	0,7	7,0
Inversión requerida	3	0,6	1,8
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			23,0

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.5- LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)

Tabla 5: Evaluación de la alternativa LUP

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	6	1	6,0
Mejora la seguridad laboral	9	0,8	7,2
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	9	0,7	6,3
Inversión requerida	9	0,6	5,4
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			24,9

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.6- REUNIONES TOP 5 Y TOP 30

Tabla 6: Evaluación de la alternativa Reuniones TOP 5 y TOP 30

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	10	1	10
Mejora la seguridad laboral	10	0,8	8,0
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	10	0,7	7,0
Inversión requerida	3	0,6	1,8
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			26,8

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.7- KAIZEN

Tabla 7: Evaluación de la alternativa Kaizen

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	10	1	10
Mejora la seguridad laboral	9	0,8	7,2
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	9	0,7	6,3
Inversión requerida	4	0,6	2,4
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			25,9

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.8- JUST IN TIME

Tabla 8: Evaluación de la alternativa Just in Time

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	6	1	6,0
Mejora la seguridad laboral	0	0,8	0
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	5	0,7	3,5
Inversión requerida	7	0,6	4,2
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			13,7

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.9- ESTANDARIZACIÓN

Tabla 9: Evaluación de la alternativa estandarización

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	7	1	7,0
Mejora la seguridad laboral	2	0,8	1,6
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	2	0,7	1,4
Inversión requerida	4	0,6	2,4
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			12,4

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.10- MATRICES DE DESEMPEÑO

Tabla 10: Evaluación de la alternativa Matrices de desempeño

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	5	1	5,0
Mejora la seguridad laboral	4	0,8	3,2
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	4	0,7	2,8
Inversión requerida	2	0,6	1,2
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			12,2

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

3.4.11- PLANIFICACIÓN HOSHIN KANN

Tabla 11: Evaluación de la alternativa Planificación Hoshin Kann

CRITERIO	EVALUACIÓN	F.C.	NOTA
Resuelve los problemas planteados	7	1	7,0
Mejora la seguridad laboral	0	0,8	0
Mejora la seguridad alimentaria y/o calidad	0	0,7	0
Inversión requerida	4	0,6	2,4
VALORACIÓN TOTAL OBTENIDA			9,4

Evaluación: de 0 a 10

F.C.: Factor de corrección

Tras la evaluación de las alternativas, se seleccionan aquellas que tienen una puntuación igual o superior a 15 puntos. Por tanto, las alternativas seleccionadas son las siguientes:

- OEE: 18,0 puntos
- SMED: 17,6 puntos
- TPM: 16,3 puntos
- 5 S: 23,0 puntos
- LUP: 24,9 puntos
- REUNIONES TOP 5 Y TOP 30: 26,8 puntos
- KAIZEN: 25,9 puntos

Las herramientas que han obtenido una puntuación inferior a 15 puntos y que por tanto serán descartadas son las siguientes:

- Just in time: 13,7 puntos
- Estandarización: 12,4 puntos
- Matrices de desempeño: 12,2 puntos
- Planificación Hoshin Kann: 9,4 puntos

4. Resultados y discusión

4. Resultados y discusión

Tras efectuar una evaluación de las alternativas planteadas, se desarrollan a continuación las alternativas seleccionadas:

4.1- OEE

Se debe comenzar a trabajar la mejora de OEE en la línea de envasado. Si se hace al contrario, existe el riesgo de no poder absorber en el envasado el incremento de producción motivado por la mejora del OEE.

Es importante no falsear los datos. Llevar a cabo las mejoras reales. Encubrir un cambio de formato parando una línea y arrancando otra o no imputar las puestas en marcha o las paradas para efectuar descansos o limpiezas o mantenimientos **NO ES MEJORAR**.

Todo debe ser tiempo disponible, excepto la falta de programa.

Otra manera de falsear el dato de OEE es sacar producto de la línea cuando la máquina posterior se para para volverlo a incorporar a la línea una vez que la avería se resuelve. Supone los siguientes inconvenientes:

- El más importante es que se pierde la trazabilidad del producto. Al volverlo a incorporar a la línea junto con el producto que viene detrás, se pierde la trazabilidad llegando a poner en riesgo incluso la seguridad alimentaria.
- Se invierte un tiempo innecesario en retirar y volver a incorporar el producto. Durante ese tiempo, el operario debe dedicarse a identificar y resolver la incidencia. De esta manera el tiempo de la parada será menor evitando el tiempo perdido esperando la llegada de mantenimiento.
- Se falsea el dato de OEE, ya que aunque se registre la parada, el término de rendimiento mientras se vuelve a introducir el producto será superior al 100%

Son muy habituales las empresas que no tienen en cuenta los paros programados para calcular el OEE. Es un gran error:

LO QUE NO SE MIDE NO SE GESTIONA

Los paros programados también se pueden y deben mejorar.

Ejemplos de paros programados:

- Arranque de producción: Preparación que la línea necesita para comenzar la fabricación. Se incluyen el calentamiento de equipos, puesta de materiales, preparación de registros, controles previos...

- Finalización de producción: Tiempo que se necesita la línea para ser parada. Vaciado del producto, limpieza, enfriamiento de equipos...
- Descanso del personal: Para de descanso reglamentaria.
- Cambio de formato: A trabajar con SMED.
- Cambio de variedad: No requiere cambio de formato.
- Automantenimientos programados: Tiempo invertido en efectuar mantenimientos preventivos. A trabajar en TPM.
- Limpiezas: Se incluyen las limpiezas de las salas. Las limpiezas de los equipos se deben incluir en las tareas de automantenimiento.

Para medir el OEE, en primer lugar hay que elegir la máquina sobre la que debe medirse. Pueden seguirse los siguientes criterios:

- Medir el OEE de la línea teniendo en cuenta la última máquina de la línea
- Medir el OEE frente a la máquina que sea cuello de botella.
- Medir el OEE frente a la máquina más cara al ser habitualmente la más difícil de sustituir o efectuar mejoras.
- En procesos continuos, la primera máquina de la línea.

Puede ocurrir que una de las máquinas reúna varias de las premisas anteriores.

En nuestro caso, mediremos el OEE en la envasadora por ser:

- El cuello de botella de la línea
- La máquina más cara.

La envasadora tiene 3 flujos:

- Llegada de producto
- Llegada de material de envase
- Salida de producto en el interior de los envases.

En el diseño de una línea de envasado hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Hay que evitar que la máquina que es cuello de botella se pare. El resto, al tener una velocidad superior son capaces de ir absorbiendo la producción acumulada cuando la máquina cuello de botella vuelva a arrancar.

Para minimizar estas paradas, en el diseño se debe tener en cuenta que:

- Las máquinas incluidas en los 2 flujos que alimentan material de envase y producto a la envasadora deben trabajar a una velocidad superior a la de la envasadora aproximadamente en un 15% para minimizar las paradas de ésta.

- Se recomienda diseñar un pulmón de envases vacíos para que la envasadora siempre disponga de materiales de envase.
- Las máquinas situadas a la salida de la envasadora deben ir aumentando la velocidad a medida que avanza el proceso.

Puede verse todo esto con más claridad en la figura 4.

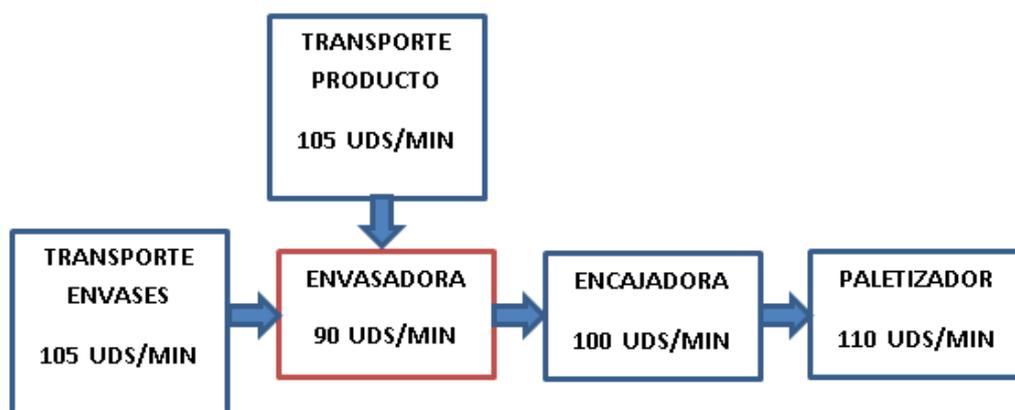


Figura 4: Consideraciones en el diseño de una línea de envasado

Es importante medir la velocidad real de cada máquina y mejorar la velocidad de aquellas máquinas que no cumplan los requisitos descritos: Evitará paradas y mejorará el OEE.

Existen sistemas para medir el OEE de manera automática. Se llaman sistemas MES (Manufacturing Execution System).

Un sistema MES:

- Es un sistema automatizado que recoge las paradas de las máquinas y hacen el cálculo de OEE al momento
- Permiten obtener informes de todo tipo para facilitar el análisis

Para que el sistema MES registre correctamente las paradas, hay que configurar los diferentes supuestos:

SUPUESTO 1: EL PALETIZADOR ENTRA EN AVERÍA. LA ENVASADORA NO SE PARA DEBIDO A ESTA AVERÍA. (Figura 5).

Si se para la envasadora, se reportará una parada con motivo: "PALETIZADOR". Si la envasadora no se para, no se computará ninguna parada.

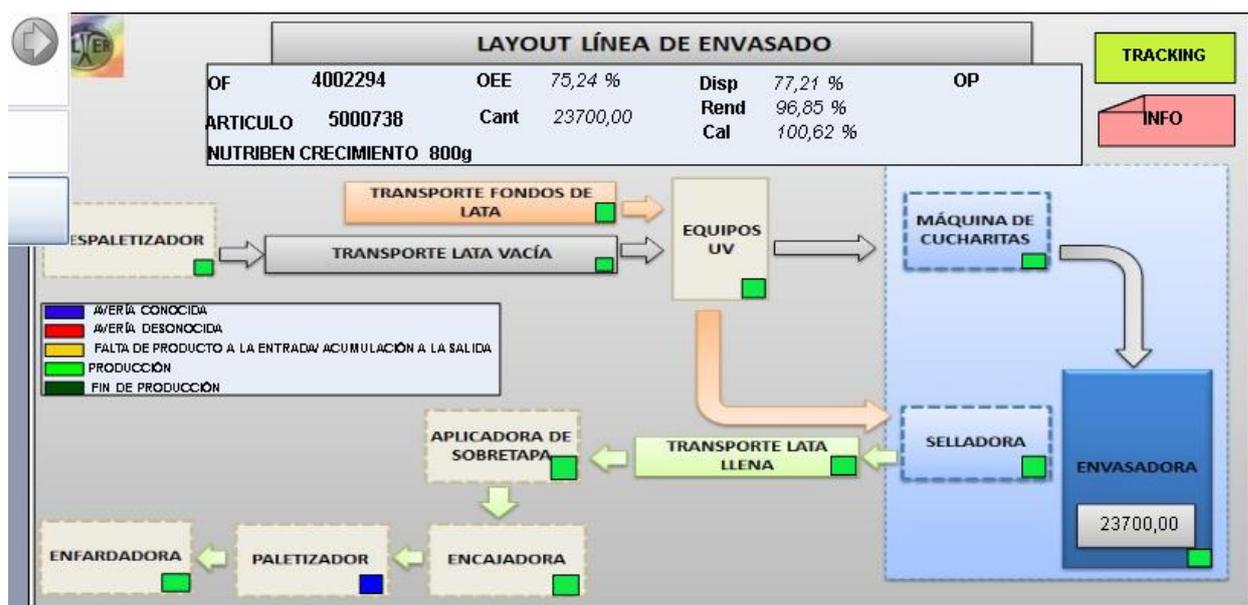


Figura 5: Visualización de parada del despaletizador en programa MES

SUPUESTO 2: EL PALETIZADOR ENTRA EN AVERÍA. LA ENVASADORA SE PARA DEBIDO A ESTA AVERÍA.

Como la envasadora se ha parado, todas las máquinas que alimentan a la envasadora dan la señal de acumulación.
Se computa como "PALETIZADOR" (Figura 6).

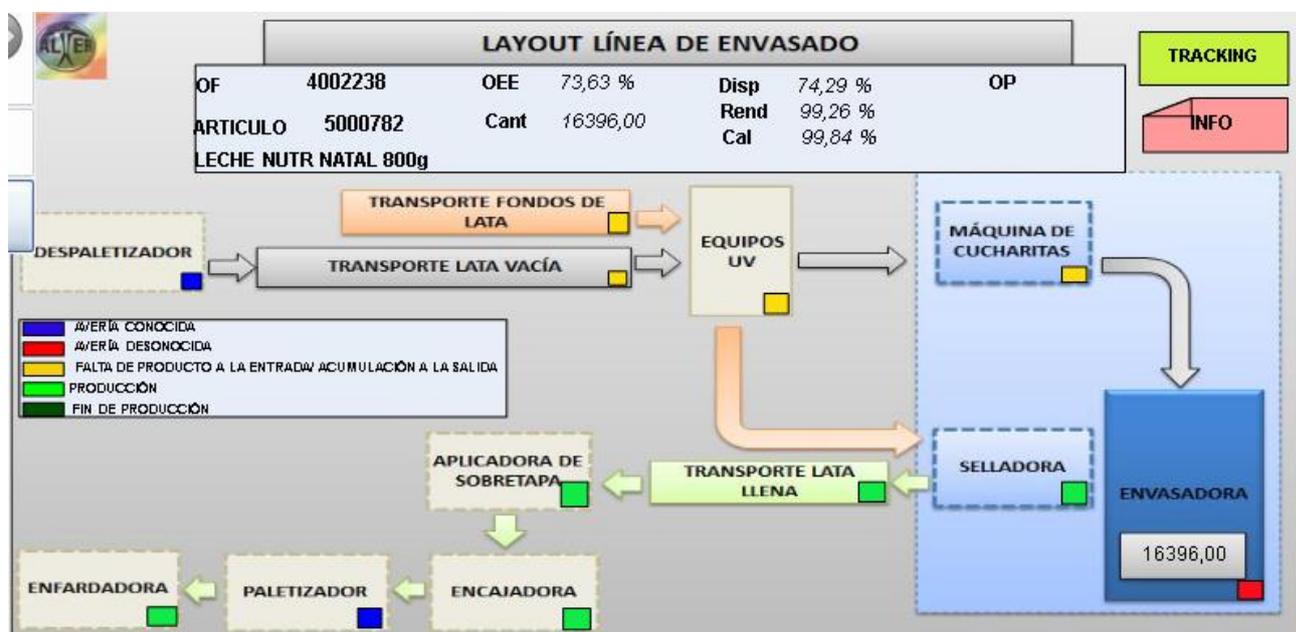


Figura 6: Visualización de la parada de la envasadora debido a avería del paletizador.

La parada se computa durante los minutos en que ha estado parada la envasadora (Figura 7):

INICIO	FIN	ESTADO	CÓDIGO
19/07/2017 10:43:45	19/07/2017 11:06:41	PRODUCCIÓN	100
19/07/2017 10:42:25	19/07/2017 10:43:45	PALETIZADOR	300
19/07/2017 10:32:08	19/07/2017 10:42:25	PRODUCCIÓN	100

Código 100: Marcha

Código 300: Parada conocida

Figura 7: Descripción de la parada en el programa MES

Los tipos de parada que identifica el sistema MES son configurables. Será necesario que el sistema MES se comunique con cada máquina. Cada máquina reportará una señal diferente por cada código.

En nuestro caso:

- Código 100: Señal que aporta la máquina cuando se encuentra en marcha
- Código 200: Señal aportada por la máquina cuando se encuentra parada por acumulación y/o falta de materiales
- Código 300: Señal que aporta la máquina cuando se encuentra en avería

El código 300, también es configurable. En el campo “Estado”, el sistema MES tomará la señal aportada la máquina del tipo de avería. Configuraremos el sistema MES de manera que podemos agrupar averías o no. En una primera fase, recomiendo agrupar averías para que los informes puedan ser gestionables:

El ejemplo anterior podemos ver como estado del código 300 “Paletizador”. Esto significa que el sistema agrupa todas las averías del paletizador dentro del término “Paletizador”.

Podemos separar todas las averías. El sistema tomaría el mismo texto que aparece en el ordenador de la máquina como motivo de avería como por ejemplo: “Fallo variador motor R12”

Podemos también agrupar averías por tipo. Un ejemplo sería indicar el código “Fallo variador” en el que se agruparían todos los fallos del variador de cualquiera de los

motores del paletizador. Esto se haría para todas las máquinas que conforman la línea.

En una primera fase, recomiendo agrupar todas las averías con el nombre de cada máquina (caso del ejemplo) porque a la hora de gestionar un informe es mucho más sencillo. Puedo obtener un informe por estados y se podrá ver claramente la suma de paradas del paletizador para ver cuánto penaliza el paletizador a nuestro OEE.

Si el paletizador tuviera 15 estados diferentes por tipos de parada, si quiero saber cuánto penaliza el OEE el paletizador, tendré que obtener 15 informes y sumar los tiempos.

En definitiva, en nuestro caso, al ser la envasadora nuestro cuello de botella, si la envasadora se para, se reportará una parada con código 200 (Si es por acumulación o falta de producto a la entrada) y con código 300 si es por avería propia. Si es avería propia, hemos agrupado todos los motivos de avería con el nombre de la máquina que la ha generado.

Por tanto, el sistema MES computará 3 tipos de parada en la envasadora:

1- Por falta de materiales (Código 200): Hay que saber qué máquina es la culpable de habernos quedado sin materiales. El sistema buscará aguas arriba la primera máquina con alarma por avería. Reportará el nombre de la primera máquina que esté en avería aguas arriba de la envasadora.

2- Por avería en la propia envasadora (Código 300): Averías agrupadas con el nombre de "envasadora"

3- Por acumulación de producto envasado (Código 200): El sistema MES buscará la última máquina con alarma por avería aguas abajo. El código es el mismo que la falta de materiales. Se diferencian ambos por la descripción de la parada.

La alarma motivo del paro es registrada en el sistema MES. Cuando la envasadora reanuda la producción, se cambia automáticamente al estado de Producción (Figura 8).

29/08/2017 14:16:45	29/08/2017 14:25:41	PRODUCCIÓN	100
29/08/2017 14:15:25	29/08/2017 14:16:45	TRANSPORTE FONDOS	300
29/08/2017 14:14:24	29/08/2017 14:15:25	PRODUCCIÓN	100
29/08/2017 14:13:13	29/08/2017 14:14:24	CERRADORA	300
29/08/2017 13:43:43	29/08/2017 14:13:13	PRODUCCIÓN	100
29/08/2017 13:42:42	29/08/2017 13:43:43	MÁQUINA CUCHARILLAS	300
29/08/2017 13:34:06	29/08/2017 13:42:42	PRODUCCIÓN	100

Figura 8: Imputación de las paradas y marchas en el sistema MES.

PAROS PROGRAMADOS

Los paros programados habrá que notificarlos manualmente ya que evidentemente, el sistema no sabe si hemos hecho una parada para cambiar el formato o para hacer mantenimiento. Notificaremos manualmente el motivo de la parada; el tiempo sí se reportará de manera automática (Figura 9).

30/08/2017 14:02:14	30/08/2017 15:00:00	FALTA DE PROGRAMA	
30/08/2017 13:41:18	30/08/2017 14:02:14	FINALIZACION DE PRODUCCIÓN	200
30/08/2017 13:16:12	30/08/2017 13:41:18	PRODUCCIÓN	100

Figura 9: Reporte de los paros programados en el sistema MES

En este caso, se planifica únicamente trabajar en turno de mañana. A las 13:41 se para la línea voluntariamente (paro programado) como “finalización de producción”. Se corresponde con una parada para parar las máquinas, recoger los materiales sobrantes...

A las 15:00 finaliza el turno en el que estaba planificada la producción, y cambiaremos el estado manualmente a “Falta de programa”, no computando este estado en el cálculo de OEE.

4.2- SMED

ETAPA 1: ESTUDIAR EL CAMBIO ACTUAL

Se trata de analizar las operaciones que se efectúan durante el cambio de formato en el momento de iniciar el Proyecto.

Se recomienda grabar un vídeo durante el cambio para poder analizar y revisualizar las operaciones. Se debe pedir autorización al trabajador para que sea grabado.

Del mismo modo, es útil repetir esta operación en cada uno de los trabajadores que efectúan el cambio de formato para evaluar las diferencias entre las distintas operativas por falta de estandarización.

Esta etapa requiere de una inversión de tiempo alta, pero es la clave para que el proyecto tenga éxito. Hay que efectuar dichas grabaciones para cada una de las máquinas que componen la línea de fabricación.

Posteriormente, se visualizarán las grabaciones por los miembros del equipo.

En el ejemplo que se muestra a continuación, se observa que actualmente, el cambio lo realizan entre 4 personas.

- El operario de inicio de línea efectúa el cambio de transportes 1, fondos, transportes 2 y sobretapas
- El operario de envasado, realiza el cambio de envasadora, robot de cacitos y cerradora.
- El operario de fin de línea efectúa el cambio de la encajadora.
- El carretillero prepara las piezas del formato 2.
- El operario de vaciado de big bags prepara el big bag del formato siguiente.

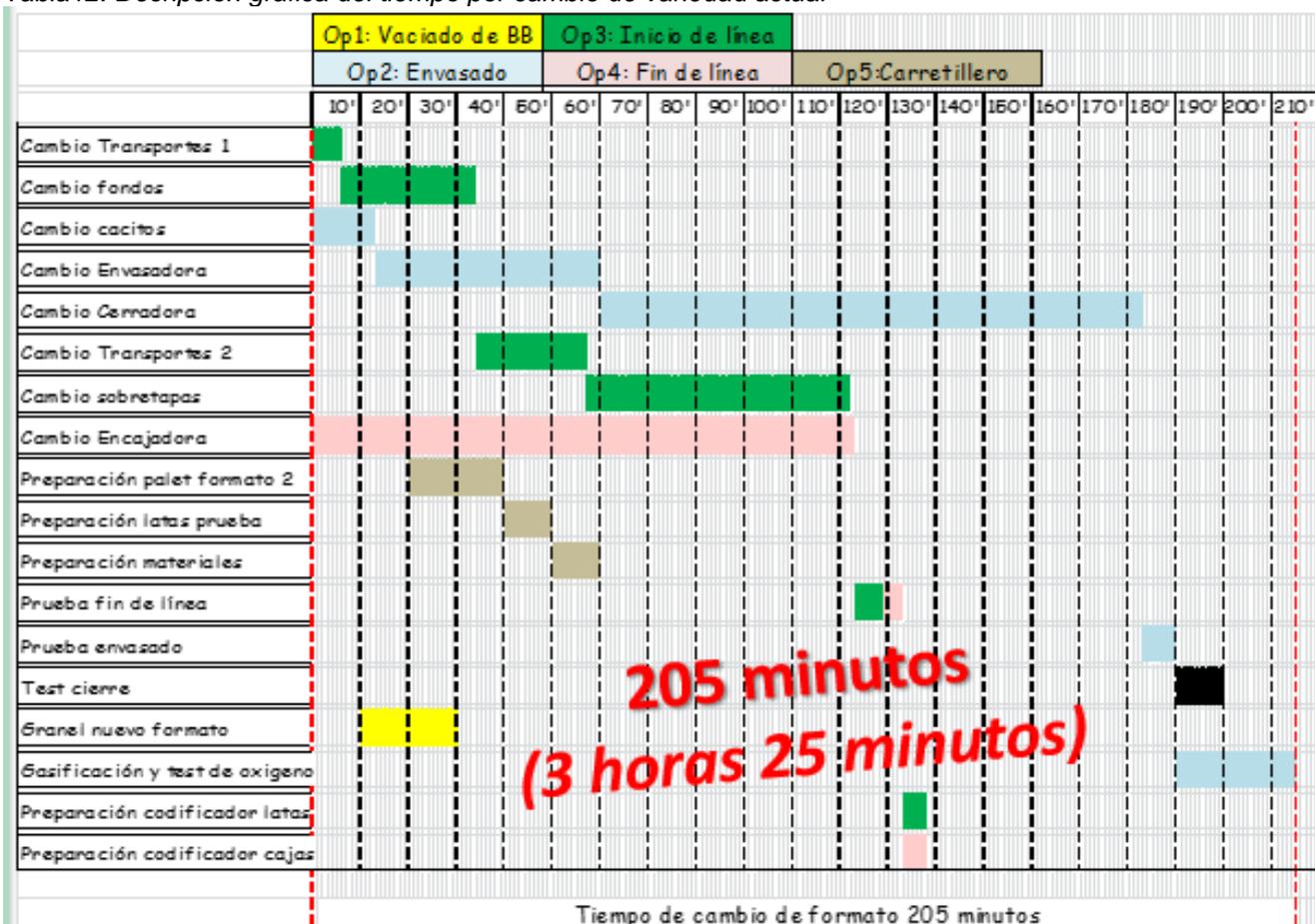
Aparentemente, parece el cambio de formato está bastante bien optimizado. Se observa una participación de distintos trabajos para conseguir que el cambio de formato se efectúe con éxito.

Sin embargo, hay que medirlo. Lo que no se mide no se gestiona.

Tras efectuar las grabaciones, se observa que actualmente el cambio de formato tiene una duración de 205 minutos (Tabla 12). En esta tabla, se muestra en la primera columna el conjunto de tareas que hay que realizar en el cambio de formato. Los diagramas de barras representan en colores la persona que actualmente realiza cada tarea y la duración de las mismas.

El tiempo total del cambio de formato estará delimitado entre el inicio de la primera tarea por el primer operario y el final de la última tarea realizada por el último de ellos (Gasificación y test de oxígeno realizado por el operario 2: Envasado).

Tabla 12: Descripción gráfica del tiempo por cambio de variedad actual



Op: Operario
Tiempos en minutos

En este caso, de cara a optimizar lo mayor posible el cambio de formato, se va a analizar el SMED de la máquina posicionadora de sobretapas (Tabla 12)

Tabla 12: Análisis del cambio de formato actual de la máquina posicionadora de sobretapas

Nº	Operación	Tipo de operación	MM/MP	Tiempo de operación	Tiempo acumulado	Herramientas necesarias
1	Vaciar tapas	A	MP	5	5	
2	Preparar herramientas y bote nuevo formato para ajuste	B	MP	2	7	
3	Ajustar guías cinta de bajada de tapas	D	MP	4	11	5 Allen
4	Ajustar guías transporte de entrada	D	MP	3	14	17 fija
5	Desmontar boca de robo	C	MP	2	16	
6	Desmontar husillos	C	MP	3	19	
7	Acercar piezas nuevo formato	C	MP	2	21	
8	Montar boca de robo	C	MP	5	26	
9	Ajustar altura boca de robo	D	MP	5	31	17 y 19 fija
10	Montar sinfines nuevo formato	C	MP	5	36	
11	Sincronizar husillos	D	MP	5	41	4 Allen
12	Cambiar altura del pisón	D	MP	1	42	
13	Modificar altura del contador	D	MP	1	43	5 Allen
14	Modificar altura discriminador	D	MP	0,5	43,5	
15	Ajustar transporte salida	D	MP	1	44,5	17 fija
16	Cambiar altura fotocélula de rechazo	D	MP	2	46,5	5 Allen
17	Meter tapas nuevo formato	D	MP	3	49,5	

Tiempos expresados en minutos.

Tipo de operación: A: Retirada de materiales del último lote. B: Preparación de herramientas y útiles. C: Montaje y desmontaje de elementos de la máquina. D: Fijar parámetros y fijar ajustes.

E: Producción de piezas iniciales y ajustes tras el cambio.

MM: Máquina en marcha

MP: Máquina parada.

El tiempo del cambio de formato de esta máquina se extiende a 49,5 minutos.

ETAPA 2: IDENTIFICAR Y SEPARAR ACCIONES INTERNAS Y EXTERNAS

Consiste en separar las tareas que pueden ser realizadas con la máquina en marcha de las que tienen que realizarse con la máquina parada.

Una tarea interna es aquella que debe desarrollarse con la máquina parada. Por ejemplo, para sustituir una pieza por otra durante el cambio de formato.

Una tarea externa es la que puede hacerse con la máquina en marcha. Por tanto, este tipo de tarea no afecta a la eficiencia de la línea. Un ejemplo de este tipo de tareas puede ser la disposición de las piezas del formato siguiente a pie de máquina.

Tal y como se observa en la tabla 13, todas las tareas son consideradas internas, es decir, se efectúan con la máquina parada.

Tabla 13: Clasificación de las tareas internas y externas de la posicionadora de sobretapas originalmente.

Nº	Operación	Tipo de tarea
1	Vaciar tapas	INTERNA
2	Preparar herramientas	INTERNA
3	Ajustar guías cinta de bajada de tapas	INTERNA
4	Ajustar guías transporte de entrada	INTERNA
5	Desmontar boca de robo	INTERNA
6	Desmontar husillos	INTERNA
7	Acercar piezas nuevo formato	INTERNA
8	Montar boca de robo	INTERNA
9	Ajustar altura boca de robo	INTERNA
10	Montar sinfines nuevo formato	INTERNA
11	Sincronizar husillos	INTERNA
12	Cambiar altura del pisón	INTERNA
13	Modificar altura del contador	INTERNA
14	Modificar altura discriminador	INTERNA
15	Ajustar transporte salida	INTERNA
16	Cambiar altura fotocélula de rechazo	INTERNA
17	Meter tapas nuevo formato	INTERNA

Columna derecha: Tipo de operación: Interna (con máquina parada) o externa (con máquina en marcha)

Por tanto, el siguiente paso será identificar todas las tareas que pueden ser realizadas con la línea en producción (tareas externas)

ETAPA 3: INTENTAR CONVERTIR TAREAS INTERNAS EN EXTERNAS

Para reducir el tiempo del cambio, es preciso intentar hacer el mayor número de tareas con la máquina en marcha, cuando todavía se está fabricando el producto anterior (Figura 10).

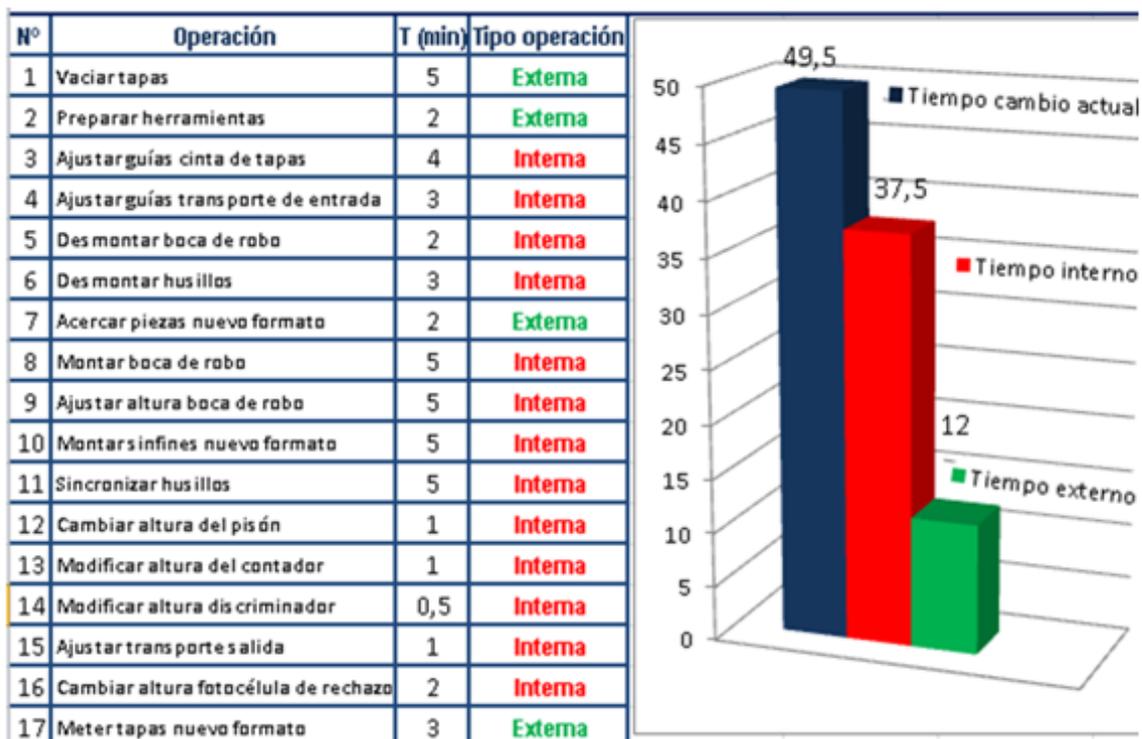


Figura 10: Conversión de tareas internas a externas.

Tras analizar las grabaciones, el equipo llega a la conclusión de que las tareas siguientes pueden hacerse con la máquina en marcha:

- 1- Vaciar tapas (Dejando la cantidad de tapas en la tolva ajustada a la necesaria para finalizar la fabricación)
- 2- Preparar herramientas
- 7- Acercar las piezas del nuevo formato
- 17- Meter las tapas del nuevo formato (Como esta máquina se encuentra en la parte final del proceso, se pueden alimentar los materiales ya con la línea en marcha).

ETAPA 4: MEJORA DE TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS

Analizando estas tareas, se pueden implantar mejoras que permitan la optimización de las mismas (Tablas 14 y 15)

Tabla 14: Mejoras propuestas en tareas internas del cambio de formato de la posicionadora de sobretapas.

Nº	OPERACIÓN	TIEMPO ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA	
3	Ajustar guías cinta bajada de tapas	4	Actualmente la cinta de bajada tiene 6 puntos de sujeción. Dejar en 3.	
4	Ajustar guías transporte de entrada	3	Poner topes en las palomillas para marcar cada formato	
5	Desmontar boca de robo	2	Poner palomillas o revisar boca de robo	

Tiempo expresado en minutos

Tabla 15: Implantación de mejoras para reducir el tiempo de tareas internas de la posicionadora de sobretapas

OPERACIÓN	TIPO	ANTES	DESPUÉS	MEJORA REALIZADA
Ajustar guías cinta de bajada de tapas	INTERNA			Se suprimen 3 puntos de sujeción
Desmontar boca de robo	INTERNA			Se colocan puntos fijos de ajuste soldando las tuercas
Modificar altura del contador	INTERNA			Se coloca una palomilla para fijar el eje

ETAPA 5: ESTANDARIZAR

Sumando las tareas ya optimizadas, el cambio de formato se mejora notablemente de 49 minutos y 30 segundos a 17 minutos y 55 segundos (Tabla 16)

Por último, hay que conseguir que todo el personal efectúe el cambio de la misma manera. Para ello:

- Redacción de un procedimiento que sirva de base para llevar a cabo una formación a todo el personal que participará en el cambio. Para que esté bien planteado, tiene que incluir fotos y explicaciones, de manera que cualquier persona que no conozca la máquina pueda finalizar el cambio apoyándose únicamente en dicho procedimiento (Figura 11).
- Aprobación del procedimiento: Debe ser validado por los departamentos que estime la compañía e incluido en la gestión documental de la empresa.
- Formación y entrenamiento: Las personas implicadas deben ser formadas en teoría y práctica y dicha formación debe quedar registrada e incluida en una matriz de formación para poder ver de una manera rápida la cualificación de cada persona.
- Auditoría: De manera periódica, hay que comprobar que el cambio de formato se efectúa conforme al procedimiento.

Tabla 16: Tiempo de cambio de formato de la posicionadora de sobretapas tras la optimización

CAMBIO DE FORMATO ESTANDAR MAQUINA SOBRETAPAS		
Nº	Operación	Tiempo
1	Vaciar tapas	N/A
2	Preparar herramientas y piezas necesarias para el	N/A
3	Ajustar guías cinta de bajada de tapas	2' 15"
4	Ajustar guías transporte de entrada	2' 10"
5	.Desmontar boca de robo	40"
6	Desmontar husillos	2' 45"
7	Montar boca de robo nuevo formato	35"
8	Ajustar altura boca de robo	4' 15"
9	Montar husillos nuevo formato	3' 10"
10	Cambiar altura del pisón	10"
11	Modificar altura del contador	30"
12	Ajustar transporte salida	1' 10"
13	Cambiar altura fotocélula de rechazo	15"
14	Meter tapas nuevo formato	N/A
Tiempo total cambio		17' 55"

N/A. No aplica por tratarse de operaciones externas.

IT-CAMBIO DE FORMATO MAQUINA SOBRETAPAS 					
OPERACIÓN	OBSERVACIONES	TIPO OPERACIÓN	DETALLE	TIEMPO OPERACIÓN	TIEMPO ACUMULADO
1.Vaciar tapas	Poner la máquina en modo limpieza y vaciar las tapas sobrantes por la boca de robo	Externa		N/A	N/A
2.Preparar herramientas y piezas necesarias para el cambio	Llaves 17 y 19 fija Llave allen 10	Externa		N/A	N/A
3.Ajustar guías cinta de bajada de tapas	Hay cinco puntos de sujeción de la cinta, 4 a la izquierda y uno a la derecha	Interna		2'15"	2'15"
4.Ajustar guías transporte de entrada	Ajustar los soportes de los transportes a los topes definidos para cada formato	Interna		2'10"	4'25"

Figura 11: Instrucción Técnica del nuevo cambio de formato.

Repitiendo este trabajo en todas las máquinas que componen la línea, se observa como el tiempo del cambio de formato se ha reducido de 205 minutos a 84 minutos. Debido a las dimensiones de la tabla, se incluye en el apartado de Anejos a la memoria (Figura A1).

4.3- TPM

Herramienta que tiene como objetivo reducir los tiempos de parada por avería. Las personas del departamento de producción tendrán asignadas una serie de tareas de mantenimientos preventivos.

ETAPAS TPM

Las TPM constan de los siguientes pasos:

- Definición de las tareas a realizar y frecuencia de las mismas. Esta tarea deberá realizarse conjuntamente con el departamento de mantenimiento.
- Elaboración de un registro que incluya dichas tareas y su frecuencia. Hay que incluir la persona que realiza la tarea y la fecha en la que realiza. Cualquier incidencia detectada debe quedar registrada. Si se utiliza un repuesto, hay que definir el canal de comunicación para que la persona responsable del almacén de repuestos conozca que un repuesto ha sido reutilizado para proceder a su reposición si procede.
- Redacción de una Instrucción Técnica que describa cómo realizar dichas tareas. Debe ser de muy fácil interpretación de manera que cualquier persona sin ningún conocimiento de la máquina, sea capaz de llevar a cabo la tarea con la única ayuda de Instrucción Técnica.
- Formación. De gran importancia. Es fundamental enseñar al operador cómo debe realizar las tareas.
- Elaboración del Plan de Seguimiento de los Automantenimientos de la fábrica para ver el grado de cumplimiento del mismo. Hay que cuantificar el grado de realización de los Automantenimientos, replanteando la gestión de los mismos si el grado de cumplimiento es bajo.

Veamos tareas TPM efectuadas en diferentes máquinas de la línea.

Esta tarea se ha realizado en todas las máquinas de la línea.

- 1- Definición de las tareas a realizar y frecuencia de las mismas (Figura 12)

Mantenimiento envasadora	
FRECUENCIA	TAREA A REALIZAR
DIARIO	1. Limpieza exterior de puertas y policarbonatos
	2. Inspeccionar el deposito de recogida de polvo y vaciar.
	3. Limpiar el polvo acumulado en las membranas de las boquillas.
	4. Limpiar filtro del tomamuestras de gas de la tolva de llenado
	5. Comprobar el nivel de aceite de la bomba de vacío
	6. Limpieza y desinfección de los guantes de reproceso
	7. Limpiar el tubo central de vacío
	8. Chequeo de sellos y uniones de la tolva de pregaseado
SEMANAL	1. Realizar las comprobaciones de mantenimiento diario
	2. Limpiar los filtros y el deposito de recogida de polvo
	3. Limpiar el deposito receptor de vacío
	4. Revisión de filtros del sistema de extracción de gas
	5. Comprobar funcionamiento de la bomba de extracción de gas
	6. Comprobar funcionamiento de la válvulas de las tuberías de extracción de gas
	7. Comprobar funcionamiento de los sensores de extracción de gas
	8. Comprobar funcionamiento y limpiar la puerta de aislamiento entre PLF y JBT
	9. Limpiar las válvulas de retención y llenado
	10. Comprobar el funcionamiento de los enclavamientos

Figura 12: Descripción de tareas de TPM diarias y semanales de la envasadora.

- 2- Elaboración de un registro que incluya dichas tareas y su frecuencia: En la sección de Anejos a la memoria se incluye dicho registro (Figura A2). El operario que realice las tareas descritas, deberá rellenar el registro.
- 3- Realización de Instrucción Técnica que describa como realizar las tareas incluidas en el registro anterior (Tabla 17).

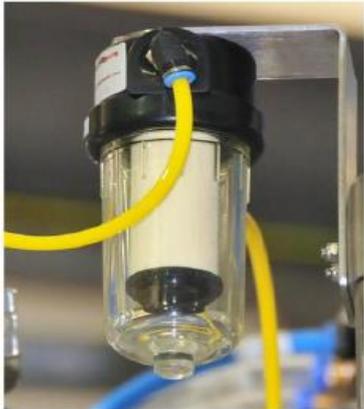
Limpiar filtro del toma muestras de gas de la tolva de llenado			
Nº	OPERACIÓN	ADVERTENCIAS	DETALLES
1	Parar la llenadora y desgasificar		
2	Desatornillar y quitar el recipiente de vidrio		
3	Quitar y limpiar el cartucho del filtro.	Cambiar filtro si esta en malas condiciones	
4	Limpiar el recipiente de vidrio		
5	Volver a montar el cartucho del filtro y el recipiente de vidrio		

Tabla 17: Instrucción técnica de la manera de realizar las tareas de TPM de la envasadora.

- 4- Formación: El siguiente paso será dar una formación a todo el personal implicado sobre la manera de realizar los automantenimientos establecidos.
- 5- Elaboración del Plan de Seguimiento de los Automantenimientos de la fábrica para ver el grado de cumplimiento del mismo (Tabla 18).

Tabla 18: Registro de seguimiento de las tareas de automantenimiento (TPM) de la planta.

SEMANA 20		Automantenimientos diarios programados	Automantenimientos diarios realizados	Automantenimientos semanales programados	Automantenimientos semanales realizados
Área envasado	Envasadora	8	7	15	14
	Cerradora	8	8	12	12
	Robot 1	9	8	14	14
	Transportes	4	4	5	5
	Robot 2	7	6	9	9
	Transportes	5	5	6	5
	Codificador	9	8	8	8
	Encajadora	5	5	7	7
	M. sobretapas	4	3	6	6
	Paletizador	5	5	6	6
	Enfardadora	3	3	4	4
CUMPLIMIENTO DIARIO	92,54%	CUMPLIMIENTO SEMANAL	97,83%	CUMPLIMIENTO ANUAL	98,34%

4.4- 5 S

Se trata de una herramienta encaminada a mejorar fundamentalmente el orden y la limpieza. El nombre 5 S deriva de la inicial de 5 palabras japonesas que dan nombre a las 5 tareas:

- 1- Seiri: Clasificación
- 2- Seiton: Organización
- 3- Seiso: Limpieza
- 4- Seiketsu: Estandarizar
- 5- Shitsuke: Disciplina

Esta herramienta se aplica en diferentes etapas. Cada una de estas etapas tiene una función concreta:

ETAPA PREVIA

- Discusión interna sobre implantación. Es importante la participación de la Dirección para dar importancia al Proyecto.
- Definición de los equipos de trabajo. Creación de equipos multidisciplinares. Es muy importante que participen distintos departamentos. Por ejemplo, será precisa la participación del Departamento de Mantenimiento para dar soluciones técnicas. Del mismo modo, es muy frecuente que esas soluciones puedan influir en la calidad del producto. Por tanto, será de gran importancia la participación del Departamento de Calidad.
- Calendario y acciones. Establecer un Plan de Desarrollo del Proyecto.
- Comunicación a los trabajadores sobre la implantación. Que sean partícipes del proyecto.

ETAPA 1: CLASIFICAR

- Identificación de útiles necesarios y clasificar por uso
- Identificación de los documentos de trabajo necesarios
- Identificación de elementos que pueden cambiar de lugar
- Listado de elementos a disponer en el puesto y cantidad
- Listado de elementos eliminados
- Eliminación de esos elementos innecesarios
- Reubicación de elementos no necesarios en el puesto
- Publicar listado y cantidad de elementos necesarios
- Reunión fin de fase

ETAPA 2: ORDENAR

- Identificar el puesto de trabajo
- Identificar los lugares de almacenamiento de cada elemento
- Identificar las entradas de suministros de las máquinas
- Identificar posición de las botoneras y selectores
- Marcar los lugares de almacenamiento de cada elemento
- Marcar las entradas de suministros de las máquinas

- Marcar la posición de las botoneras y selectores
- En función del flujo de materiales marcado y la posición de botoneras y selectores, reubicar, si es necesario, el puesto de trabajo.
- Reunión fin de fase

ETAPA 3: LIMPIAR

- Definir las máquinas y zonas de trabajo a incluir en el plan de limpieza
- Separar las tareas de limpieza propias de TPM de las correspondientes al plan de limpieza
- Dejar toda la instalación y sala completamente limpias
- Reunión fin de fase

ETAPA 4: ESTANDARIZAR

- Estandarizar útiles de trabajo
- Estandarizar productos de limpieza
- Redacción del Plan de Limpieza y Desinfección
- Redacción del Plan de Automantenimiento (TPM)
- Definir sistema de control de cumplimiento del plan de limpiezas y automantenimientos
- Reunión fin de fase

ETAPA 5: DISCIPLINA

- Definir documentos de auditorías 5S
- Formación al personal
- Definir la repercusión de las auditorías en el personal
- Implantar el Plan de Auditorías de Cumplimiento de 5s

A continuación se muestran los resultados de la implantación de la herramienta 5 S.

En primer lugar, en la figura 13, vemos un caso de desorden y exceso de útiles en una sala. Se trata de una sala de llenado de big bags. En esta sala no son necesarios una gran cantidad de útiles.

ANTES DE APLICAR 5S



Figura 13: Estado de la sala de llenado de big bags antes de aplicar 5S.

- Se aprecia que no hay un sitio definido para los útiles. Se aprecian útiles por el suelo y desordenados, como la mopa o el aspirador.
- No hay un sitio definido para el contenedor. Se debería disponer de una zona identificada en el suelo para ubicar el contenedor.
- Cuando los útiles no se usan, deben colocarse en su lugar para asegurar el orden y para no perder tiempo buscando el útil cuando vayamos a utilizarlo.

DESPUÉS DE APLICAR 5S. CASO DE ORDENAR Y REUBICACIÓN DE ÚTILES (Figura 14):



Figura 14: Sala de llenado de big bags tras la aplicación de 5S.

- Se aprecia que el aspirador ha sido cambiado de lugar.
- Se identifica en el suelo el emplazamiento del contenedor
- Se retiran los útiles de color verde, ya que no se utilizan en esta sala.

El siguiente caso es muy diferente. En la figura 6 se muestra la sala de vaciado de big bags. En esta sala se vacía el contenido de estas sacas a la instalación para su posterior envasado. En esta sala, el número de útiles y registros necesarios es muy alto. Es preciso por tanto, aumentar el número de objetos que se necesitan:

ANTES DE APLICAR 5S: En la figura 15 se muestra la sala de vaciado de big bags antes de aplicar 5S. En esta sala es preciso aumentar el número de útiles.



Figura 15: Sala de vaciado de big bags antes de aplicar 5S

- No hay sitio suficiente para poder mantener ordenados los objetos que se encuentran encima de la papelera.
- Es necesario incorporar una pistola de aire comprimido para efectuar tareas de limpieza de puntos difíciles.
- Hay procedimientos pegados directamente en el panel. Cuando sea preciso actualizarlos, quedarán restos de adhesivo sobre el panel.
- Encima del cuadro de la instalación neumática se observan bolsas, ya que no existe espacio para guardarlas ni una zona definida para ello.

DESPUÉS DE APLICAR 5S. Se añaden elementos y se mejora el orden (Figura 16).



Figura 16: Sala de vaciado de big bags después de la implantación de 5S.

- Se coloca una bandeja en la pared de la papelería para ubicar los utensilios que antes se dejaban sobre dicha papelería.
- La calculadora se coloca pegada en la pared mediante un imán pegado en la parte trasera de la misma. Los paneles de las paredes suelen ser magnéticos.
- Se instala la pistola de aire comprimido.
- Se instalan bandejas adicionales al atril para poder dar cabida a todos los objetos necesarios
- Los procedimientos adheridos a la pared, son ubicados en un marco magnético. El marco puede abrirse fácilmente para poder sustituir el documento cuanto se actualice.

Unas 5s bien aplicadas, pueden incluso mejorar la línea base de referencia (velocidad nominal de la línea) para el cálculo del OEE.

A continuación se muestra otro caso. Se corresponde con la sala de descarga de sacas. En esta sala tras implantar 5 S se consigue aumentar la línea base de referencia. En esta instalación se cuenta con 2 estaciones de descarga. El carretillero ubica una saca debajo de cada estación y se cuelga en un polipasto para su izado e

incorporación en una tolva. La descarga de estas sacas se efectúa sobre una plataforma, por lo que cada vez que se posiciona una saca en el polipasto en la planta baja, hay que subir unas escaleras para posicionar dicha saca en el descargador (Figura 17)

Por tanto, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El cuello de botella es el suministro de producto a la envasadora.
- Cada vez que se envía producto, hay que subir y bajar unas escaleras.



Figura 17: Escaleras a subir cada vez que se posiciona una saca en el polipasto.

El puesto de trabajo antes de aplicar 5S se encuentra en el atril. Se posiciona un big bag en el polipasto y es elevado hasta el descargador situado en la parte alta de la plataforma.

El scada de puesta en marcha de la instalación se encuentra a la izquierda del atril, por lo que el tiempo mientras el operario sube las escaleras, posiciona el big bag en posición y vuelve a bajarlas, la instalación está parada.

Haciendo un cálculo del tiempo que se invierte subiendo y bajando escaleras, se llega a la conclusión de que se invierten 55 minutos en cada turno de 8 horas subiendo y bajando escaleras, lo que supone un 11,46%

Esto es un desperdicio y no aporta valor.

Si invirtiésemos estos 55 minutos en enviar producto a la envasadora, como la envasadora es el cuello de botella de la línea, podríamos aumentar la velocidad de la línea base ya que evitaríamos que ésta se quede sin producto.

Además, esta mejora supone también una mayor seguridad laboral al reducir el riesgo por caídas durante la secuencia de subida y bajada de escaleras.

Por tanto, las acciones llevadas a cabo son:

- Se identifica el puesto de trabajo
- Identificar las entradas de suministros de las máquinas
- En función del flujo de materiales marcado y la posición de botoneras y selectores, reubicar, si es necesario, el puesto de trabajo.
- Se desplaza el puesto de trabajo a la parte superior de las escaleras (Ver atril).
- Se anula el tiempo invertido en subir y bajar escaleras
- Se reduce el riesgo de accidentes por caídas
- Se elimina el tiempo de parada de la línea mientras dura el proceso de subida y bajada de escaleras

Esto evita que la envasadora se quede sin producto en los cambios de big bag, posibilitando aumentar la velocidad nominal de la línea. En la figura 18 pueden verse los cambios.



Figura 18: Sala de descarga de sacas tras la aplicación de 5S

4.5- LUP

Es una herramienta cuya misión es asegurar que la información se transmite correctamente. La principal función de esta herramienta es la formación. Del mismo modo, facilita la comunicación de aspectos importantes a las personas que ocupan un puesto por primera vez.

Es un documento cuyo objetivo es transmitir una información clara y que queremos que quede registrada.

Hace referencia a:

- Conocimiento básico: Recoge información adicional al puesto. Se corresponde con información importante que queramos reforzar y que quede registrada.

- Caso de mejora: Para corregir una acción que queramos modificar. Además de modificar el procedimiento, podemos reforzar este cambio mediante el uso de LUP.

- Problema: Un error, un problema de calidad, un proceso fuera de control... Se recomienda plasmar datos de pérdidas del problema, cantidades afectadas, para facilitar la comprensión del alcance del problema. Esto hará que las personas a quien va dirigida la LUP, se tomen en serio la gravedad del problema.

Es importante que se incluyan imágenes, diagramas, datos de pérdidas, reclamaciones, etc.

El formador y el alumno deben firmar el documento.

Hay que incluir la fecha de la formación y el límite para su impartición.

Para facilitar el archivo del documento, se suelen incluir códigos. Por ejemplo, es útil incluir una letra inicial que haga referencia a la zona seguida con un número que identifique la LUP.

Es de gran utilidad de cara a transmitir información importante a las nuevas incorporaciones.

Este documento puede codificarse con la inicial del puesto al que hace referencia seguido del número de LUP. De esta forma, si se incorpora una persona nueva a un puesto, se pasarían a firma a esa nueva incorporación todas las LUP relacionadas con ese puesto que va a ocupar.

En la figura 19 se muestra un documento LUP que indica el procedimiento correcto para hacer una corrección en un registro.

ALTER														
LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP - OPL)														
TÍTULO	CUMPLIMENTACIÓN REGISTROS (Actualización del PGE-02-0002-29 Procedimiento para la gestión de la documentación)								Número de LUP	G-07				
CLASIFICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	Conocimiento Básico								Fecha Difusión	11/04/2019			
	<input type="checkbox"/>	Caso de Mejora								Elaborado por	RUBÉN GARCÍA			
	<input type="checkbox"/>	Problema												
<p>Informamos de la aprobación de una nueva edición del PGE-02-0002 Procedimiento para la gestión de la documentación que en su edición 29 incluye los siguientes cambios importantes:</p> <p>A la hora de cumplimentar los formatos correspondientes a las distintas actividades desarrolladas en Alter farmacia, se deben de realizar de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Las anotaciones se hacen con bolígrafo de color azul •Se deben cumplimentar todos los apartados solicitados en el mismo. En aquellos casos donde no sea necesaria la cumplimentación de todos los campos se deberá trazar una diagonal que abarque todo el campo e indicar N.A (no aplica). •No está permitido el empleo de comillas para indicar la repetición de datos registrados anteriormente. 														
	Fecha	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19	11-4-19		
	Instructor	R. García	R. García	R. García	R. García	R. García	R. García	R. García	R. García	R. García	R. García	R. García		
	Participante													
	Firma													

Figura 19: LUP sobre el procedimiento de corrección de registros.

Se observa un ejemplo de conocimiento básico donde se da a conocer el procedimiento a utilizar para rellenar un registro.

Se codifica la LUP con una letra seguida de un número: G-07. Se corresponde con G (General), que aplica a todas las secciones, seguido del número de LUP de esa sección.

SE incluye fecha de redacción, fecha de formación, instructor, participante y su firma. Estas LUP de la sección General, serán entregadas a cualquier personal que se incorpore a la plantilla.

Se utiliza esta herramienta para dar a conocer al personal la manera de utilización de los depósitos de emergencia que evitarán entradas repentinas a la depuradora de producto con materia orgánica alta.

4.6- REUNIONES TOP 5 Y TOP 30:

Se trata de una herramienta donde diversas personas de cada turno de trabajo se reúnen para analizar los indicadores del turno y proponer acciones para mejorarlos. Posteriormente, los responsables de la planta se reúnen para analizar el contenido de las primeras reuniones y definir las acciones.

REUNIÓN TOP 5:

Se realizan 10 minutos antes de finalizar el turno de trabajo. Se reúnen un total de 6 personas:

- Jefe de turno
- Técnico de mantenimiento
- Maquinista zona de mezclas
- Maquinista zona de secado
- Maquinista de envasado
- Maquinista de acondicionado

En 5 minutos, se reflejan en la pizarra los incidentes de seguridad, calidad y datos de eficiencia y se compara con el objetivo establecido.

En caso de no alcanzar el objetivo se detallará la incidencia principal que ha motivado el problema y propuesta de mejora para evitar que se vuelva a repetir.

Se coloca una pizarra dividida en varias partes (Figura 20):

- 1- **PROBLEMAS DE SEGURIDAD:** Será el primer campo a tratar ya que es el objetivo más importante que la empresa tiene establecido. Cualquier incidencia en este aspecto, derivará una acción.
- 2- **PROBLEMAS DE CALIDAD:** Será el segundo campo a tratar ya que es el objetivo más importante que la empresa tiene establecido. Cualquier incidencia en este aspecto, derivará una acción.
- 3- **INDICADORES (KPI):** Se establecen objetivos claros y fácilmente medibles: número de palets fabricados y número de cargas mezcladas. Si no se llega al objetivo, se indicará la causa raíz y la acción propuesta. El resultado se reflejará en rojo si no se alcanza el objetivo y en verde si sí se consigue:

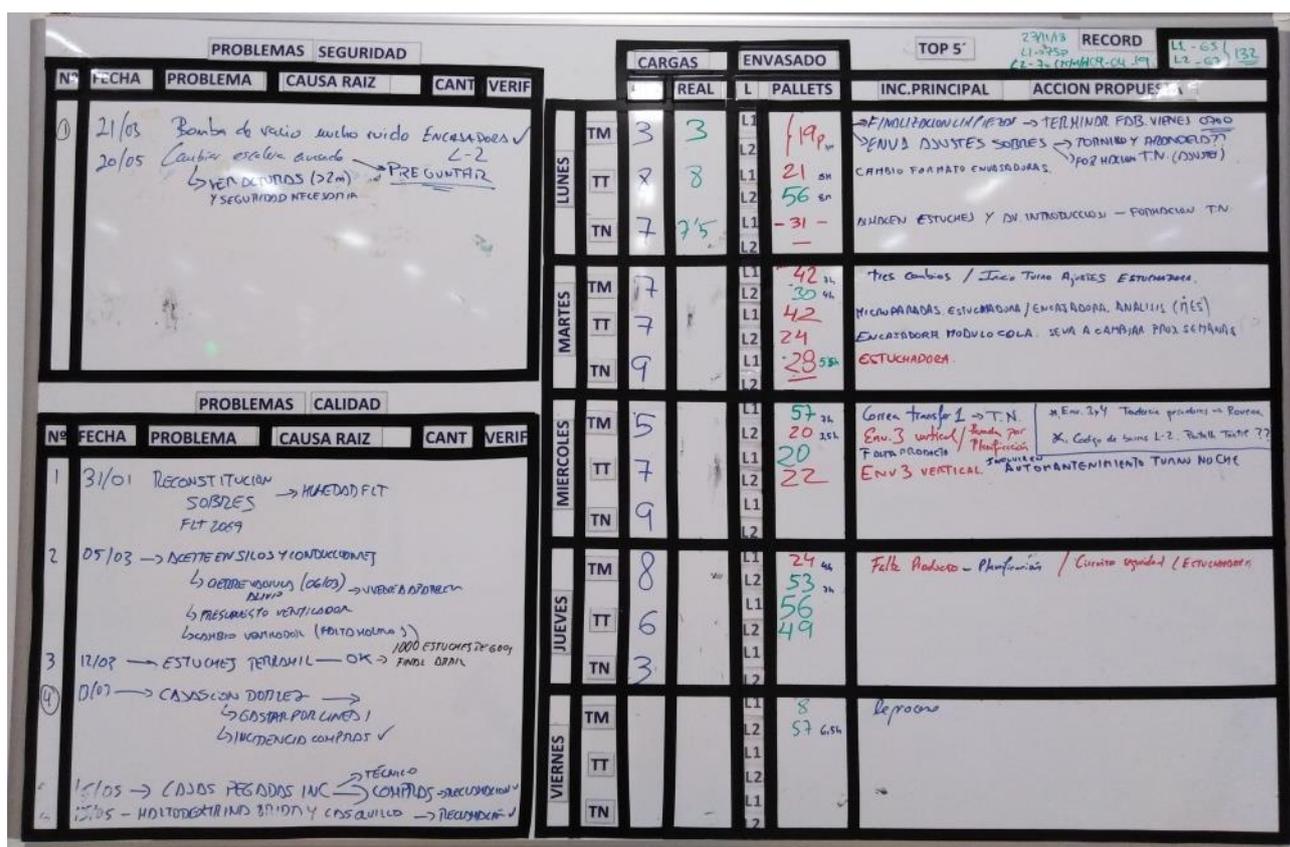


Figura 20: Pizarra de la reunión TOP 5 donde se analizan los indicadores de cada turno.

Tal y como puede verse en la fotografía, todo indicador en color rojo lleva asociada su acción correctora propuesta. Estas acciones son las que se analizarán en la reunión TOP 30.

El objetivo a conseguir en cada turno es fabricar 54 palets.

En esta fotografía puede verse alguno de los datos en color verde pese a no alcanzar el objetivo de 54 palets/turno. Es debido a que en estos casos el tiempo de producción fue inferior a las 8 horas que componen el turno. En estos casos, se hace una regla de 3 para fijar el objetivo en los casos en que el tiempo de fabricación por turno debido a la falta de programa es inferior a 8 horas.

A modo de incentivo, se refleja el dato histórico de mayor fabricación de un turno, que puede verse en la parte superior derecha de la fotografía.

REUNIÓN TOP 30:

Se trata de una reunión diaria en la que participan las siguientes personas:

- Jefe de producción
- Jefe de mantenimiento
- Jefe de turno
- Director industrial.

En esta reunión se analiza la información transmitida en la reunión TOP 5 y se establecen las acciones correctoras en el plan de acción (Figura 21):

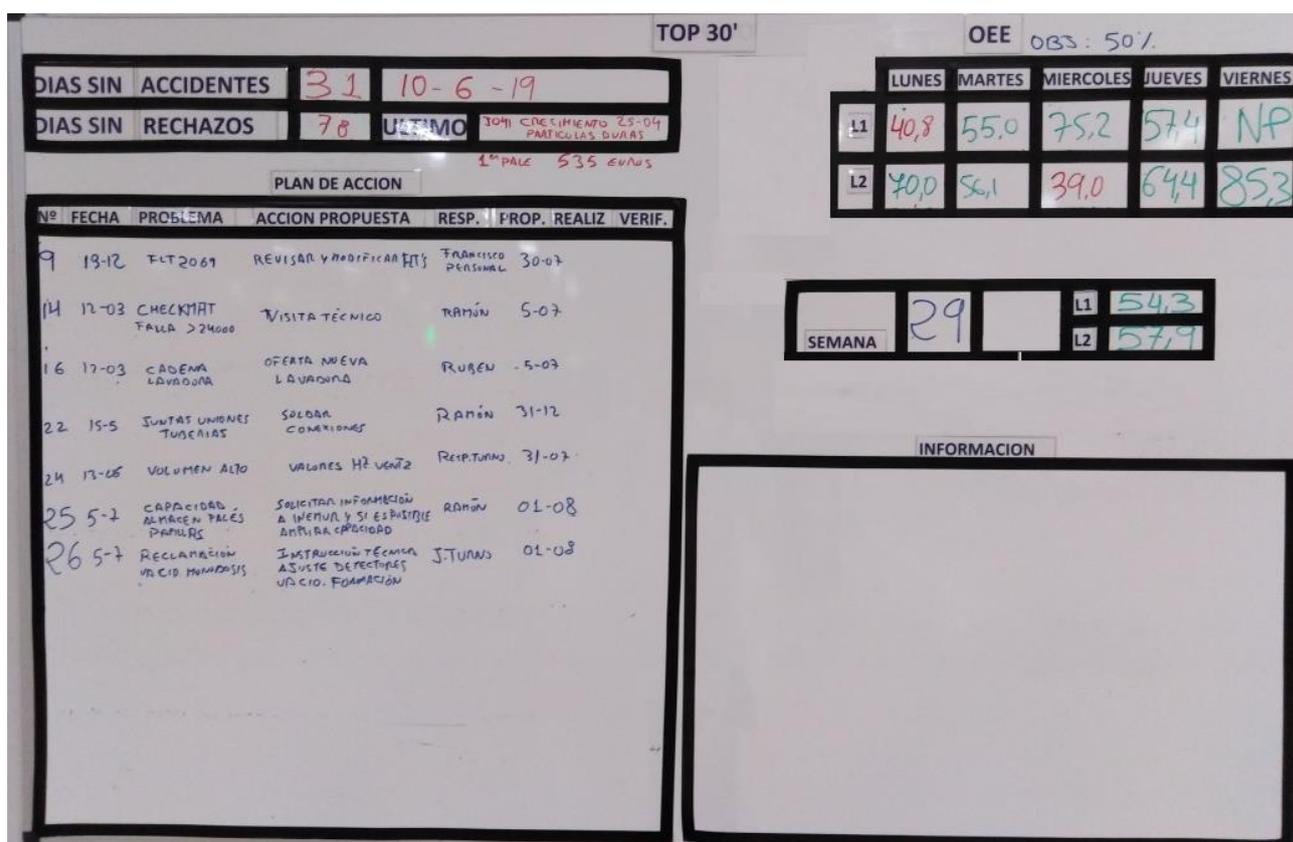


Figura 21: Pizarra de la reunión TOP 30 donde se analizan los indicadores del día anterior y se definen las acciones.

Como puede verse, cada acción tiene asignados los siguientes campos:

- Número: A cada acción se le asigna un número. Ese número también se anota junto a la acción propuesta en TOP 5 para que la persona que la propuso identifique claramente la acción derivada de ella.
- Fecha: Fecha de aparición de la acción
- Problema: Se describe el problema que generó esta acción.
- Acción propuesta: Se especifica en qué consiste la acción generada.

- Responsable: Persona encargada de ejecutar la acción.
- Propuesta: Fecha límite de ejecución de la acción
- Realización: Fecha real de ejecución de la acción.
- Verificación: Una vez que la persona que ha ejecutado la acción refleja la fecha de ejecución, la persona que propuso la acción se encargará de verificar la eficacia de la acción ejecutada. En el momento en que esta persona valide la acción, esta acción desaparecerá de la pizarra y se incluirá en un fichero informático para asegurar que no se vuelve a repetir.

4.7- KAIZEN:

Se trata de una herramienta encaminada a dar solución a un problema para el cual no se conoce la causa raíz ni la solución.

Consiste en la creación de un equipo multidisciplinar que busca la solución de un problema de una manera metódica.

Se decide usar la metodología del “Kaizen de 6 pasos” (Figura 22)

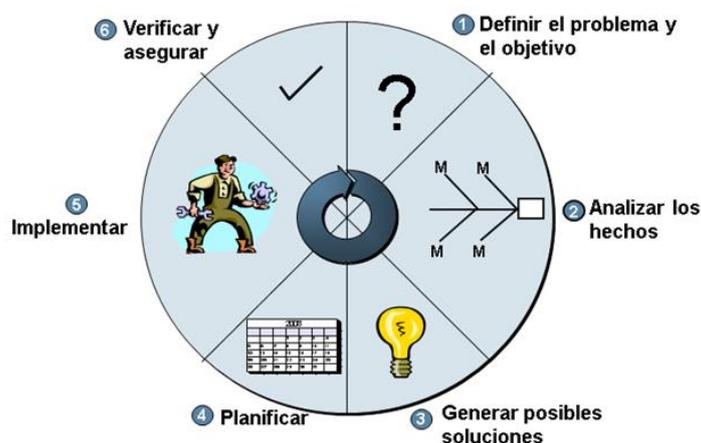


Figura 22: Pasos que componen cada uno de los kaizen implantados

Tal y como puede verse en el diagrama, los pasos a seguir son:

- Paso 0: Constitución del equipo
- Paso 1: Definir el problema y el objetivo
- Paso 2: Analizar los hechos
- Paso 3: Generar posibles soluciones
- Paso 4: Planificar
- Paso 5: Implementar
- Paso 6: Verificar y asegurar

Se propone la realización de varios kaizen para dar solución a los problemas planteados por la empresa:

- Kaizen para reducción de mermas

Kaizen 1: Reducción de merma por interfase para dar solución al problema de depuración planteado al inicio del estudio.

Kaizen 2: Reducción de merma de envasado. Como el presupuesto para la implantación de las herramientas es bajo, se propone este Kaizen ya que es sencillo y dará de manera rápida ahorros notables.

- Kaizen de mejora del OEE de la línea de envasado

Kaizen 3: Mejora del OEE de la línea de envasado para dar solución al segundo problema planteado por la empresa que hace referencia a la necesidad de aumento de la eficiencia para poder absorber el incremento de producción planteado sin aumentar el número de turnos de trabajo.

4.7.1- KAIZEN PARA REDUCCIÓN DE MERMAS

Los estudios y análisis previos realizados sobre los datos disponibles del proceso, indican un potencial máximo de ahorro de 778.402 €/año

Tras estudiar la situación, se plantean para este tema, dos Kaizen a realizar de forma sucesiva. Kaizen 1 (Reducción de mermas por interfase en proceso de mezclas) y Kaizen 2 (Reducción de mermas en envasado, que aunque no sea uno de los problemas planteados por la empresa, se llevará a cabo para conseguir ahorros de manera rápida).

Kaizen 1, MEZCLAS. Pese a que es más complejo, se decide comenzar con este proyecto porque es prioritaria la reducción de carga orgánica enviada a la depuradora.

El potencial máximo de ahorro de este kaizen es de 598.402 €/año

Kaizen 2, ENVASADO. Tiene un rango de mejora más bajo, pero el producto ya tiene alto valor añadido al encontrarse en la etapa final del proceso.

El potencial máximo de ahorro de este kaizen es de 180.000 €/año

En primer lugar, es importante prever los problemas que pueden condicionar la correcta implantación de la herramienta. Tras analizar los posibles problemas, en este caso se podrán dar los siguientes:

- Falta de indicadores adecuados: Es vital disponer de buenos indicadores para poder medir los efectos de las mejoras implantadas. En este caso, al ser una fábrica de reciente creación, estos indicadores son mejorables.
- Fábrica nueva: El hecho de que la fábrica sea de reciente construcción y el personal sea de nueva contratación, aunque estas personas tengan una formación académica de buen nivel, los conocimientos técnicos específicos de este proceso no están bien consolidados.
- El proyecto carece de presupuesto debido a que cuando surgió la necesidad de ponerlo en marcha, el presupuesto anual de fabricación estaba ya cerrado.

Del mismo modo, hay que evaluar los puntos fuertes que nos ayudarán a conseguir una buena implantación. Se deberá asegurar que estos puntos fuertes se aprovechan.

En este caso, se observan los siguientes:

- Interés de la dirección: Es muy importante que el personal vea que la dirección está muy interesada en la implantación de la herramienta para que sea evidente la importancia de que todo sea un éxito.
- Plantilla joven con mucho interés y alta formación académica: Las personas jóvenes y con formación suelen tener una motivación alta por conseguir los objetivos y seguir desarrollándose en la empresa.

Es importante de cara a poder cumplir los plazos de la implantación, realizar una correcta planificación de la misma.

Se planifica con suficiente grado de detalle el conjunto del proyecto para poder controlar el cumplimiento de los plazos de las distintas fases. De esta manera, controlaremos que se cumplen los plazos para finalizar el proyecto en los plazos establecidos (Tabla 19).

Tabla 19: Planificación de la implantación de los Kaizen 1 y 2.

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	35
Reunión de lanzamiento de proyecto																						
Comunicación al personal																						
KAIZEN 1: MERMA EN INTERFASES ZONA PREPARACIÓN																						
PASO 0 Fase de constitución																						
PASO 1 Definir el problema y el objetivo																						
PASO 2 Analizar los hechos																						
PASO 3 Generar posibles soluciones																						
PASO 4 Planificar																						
PASO 5 Implementar																						
PASO 6 Verificar y asegurar																						
KAIZEN 2: MERMA EN ENVASADO																						
PASO 0 Fase de constitución																						
PASO 1 Definir el problema y el objetivo																						
PASO 2 Analizar los hechos																						
PASO 3 Generar posibles soluciones																						
PASO 4 Planificar																						
PASO 5 Implementar																						
PASO 6 Verificar y asegurar																						

Semana del año en que se realizará cada paso.

Los recuadros rojos se corresponden con las semanas en que el equipo se reunirá

En este caso, no se ponen en marcha los dos Kaizen simultáneamente.

Se hace una planificación siguiendo el criterio de no hacer coincidir las fases iniciales, al ser las más complejas.

De esta forma podremos invertir todos los recursos en las fases más complejas por separado. Si intentamos abordar todo a la vez, la enorme cantidad de trabajo que surgirá hará fracasar el proyecto. Hay que ser conscientes de los recursos de que se dispone y no ser excesivamente optimistas.

4.7.1.1.- KAIZEN 1: MEJORA DE MERMAS EN PROCESO DE MEZCLAS (INTERFASE):

Inicialmente, la merma existente en el proceso de mezclas es del 5,22%. Este dato se obtiene del programa de gestión de la fábrica. Esto supone que el presente Kaizen tiene un recorrido de 598.402 € anuales.

Tal y como se indicó al inicio del presente estudio, el objetivo de merma para evitar problemas de capacidad de la depuradora es del 3,0%. El presente kaizen aplicará a las referencias natal, continuación y crecimiento por ser las referencias de mayor fabricación.

Teniendo en cuenta la merma objetivo, se considerará que la implantación es un éxito si el ahorro anual es de al menos 254.493 €. Teniendo en cuenta que la fábrica

se encuentra a un 30-35% de capacidad, este ahorro equivaldría a unos 900.000 € con la fábrica trabajando al 100 %.

Los problemas a tener en cuenta para implantación son los siguientes:

- Falta de indicadores adecuados.
- Dificultad de identificar los lugares de merma (producto no visible)
- Disponibilidad de tiempo al encontrarse la fábrica en la curva de aprendizaje con continuos cambios.
- Reunir a todo el equipo con sistema de turnos rotativos.

Para dar solución a estos problemas, se plantean las siguientes soluciones:

- Dificultad de identificar los lugares de merma (Producto no visible): Utilizando una lluvia de ideas, el equipo propone los lugares donde se piensa que existen mermas.
- Falta de indicadores adecuados: Conociendo los lugares de mermas, se establecen indicadores en los puntos donde es posible hacerlo.
- Disponibilidad de tiempo para reunir a todo el equipo: Del personal con turnos rotativos, se reunirá la persona que esté en horario laboral. Trabajo previo a la reunión y transmisión de información final.

Se establecen reuniones cada 3 semanas. Con mesa reuniones y pizarras. La duración máxima de estas reuniones será de 1 h 45 min.

Se reúne el equipo completo con orden del día. No se abandonará el orden del día para respetar agendas, pudiendo hacerlo sólo al final y si hay tiempo.

Se revisarán las tareas de la reunión anterior, datos de tareas pendientes, orden del día y los pasos del Kaizen a tratar en esta reunión

Se ubica una pizarra en el pasillo principal de la fábrica para que la información sea visible por todos. Se envía también acta de cada reunión

Al iniciar el kaizen es muy importante dar una formación inicial a todo el personal:

- En primer lugar, se dará una explicación teórica de la herramienta Kaizen a quien no la conoce
- Posteriormente se hará una exposición de las fases del proyecto y calendario objetivo de finalización de cada fase.
- Es vital contar con el apoyo de la dirección. Es muy importante transmitir ese apoyo a todo el personal para que todos sean conscientes de la importancia del kaizen.

PASO 0: Constitución del equipo de trabajo

El equipo de trabajo está formado por las siguientes personas:

- Rubén García (líder),
- Director de la fábrica,
- Jefe de Mantenimiento,
- Directora de Calidad,
- Director de desarrollo de productos,
- Operario de mantenimiento (rotatorio, asiste a las reuniones el que esté en el turno),
- 2 personas de producción (también rotando según turnos)

En total, el equipo dispondrá de 8 personas. Será un equipo multidisciplinar implicando personal de todos los departamentos.

Para este Kaizen se incorpora la figura denominada de “El tercer hombre”. Excepto en los primeros pasos, se incorpora al proyecto a otra persona ajena, pero con ideas. Debe ser una persona que no tenga miedo de proponer o debatir sin tener los conocimientos técnicos suficientes. Se trata de una persona que no guarda relación con el proceso de mezclas pero que hace muchas propuestas de mejora.

La persona elegida no conocía el puesto y le ha servido para promocionar a él. Tecnológicamente, la fábrica es muy compleja; por ese motivo, es necesaria una persona que no tenga conocimientos técnicos de esta sección pero que haga propuestas de mejora de manera habitual. En muchas ocasiones, esta persona es capaz de hacer propuestas de gran interés que pasan desapercibidas por las personas que ocupan el puesto de manera habitual. Es importante aprovechar esas ideas.

Esta persona tiene una actitud muy proactiva.

- Persona sin miedo a comunicar ideas poco efectivas o imposibles.
- Persona joven con ganas de aprender y seguir creciendo profesionalmente.

PASO 1: Definir en detalle el problema y el objetivo

PROBLEMAS:

- 1- El nivel de carga orgánica de los vertidos excede lo esperado.
- 2- La merma actual es del 5,22%

Esto supone un recorrido de 598.402 €.

OBJETIVOS:

- 1- Reducir el vertido a la depuradora a niveles procesables por la instalación.
- 2- Reducir la merma de las interfases a un 3%

Esto supone un ahorro de 254.493 €.

Definición de interfases: Las tuberías se quedan siempre llenas de producto. Ese producto debe ser arrastrado, generalmente con agua. Este empuje de producto mezclado con agua, se denomina interfase. La interfase se conduce a un drenaje, pasando a ser merma.

Para no fijar objetivos “aleatorios”, se decide abordar esta fase después del paso 2 para disponer de datos.

Se fija el objetivo, conociendo previamente los datos reales de cada merma por interfase y una previsión de lo que se podría reducir cada una.

La toma de datos se realizó durante 3 semanas (por ser muy compleja) e incluye:

- Estimación de puntos donde hay mermas.
- Calcular la cantidad de interfase.
- Pasarla a un contenedor, pesarla y calcular el residuo seco.

Esta toma de datos se aplica a los 3 productos de mayor fabricación: Natal, continuación y crecimiento. Esta toma de datos puede observarse en la tabla 20 y hace referencia a todo el proceso de la zona de mezclas. Las unidades utilizadas para medir la merma son Kg de producto.

Los puntos donde se produce merma son los siguientes:

- Almix a mezclas: Línea de empuje del producto desde el Almix (Agitador que hace la mezcla de los ingredientes sólidos y líquidos) a un tanque de mezclas (Tanque donde permanece la mezcla terminada).

- Hay 3 tanques de mezcla, por lo que esta línea se encuentra por triplicado. Se corresponden con los 3 primeros conceptos de la tabla 20.
- Mezclas a lacta: Es la línea de envío de producto desde el tanque de mezclas al pasteurizador. Hay que medir la merma por interfase en el empuje del envío inicial y el final. Se corresponde con los conceptos 4 y 5 de la tabla 20.
 - Rebose BTD lacta: El pasteurizador contiene un tanque pulmón para garantizar la alimentación continua de producto al pasteurizador. Este tanque se conoce como BTD. Este tanque hay ocasiones que rebosa de producto generando merma. Se corresponde con el sexto concepto de la tabla 20.
 - Lacta a almacenamiento: Es la línea de envío de producto desde el pasteurizador al tanque de almacenamiento. Este tanque tiene una capacidad de 100.000 litros de producto. Se corresponde con el séptimo concepto de la tabla 20.
 - Evaporador: Equipo para hacer una primera concentración al producto. Hay que medir la merma al inicio y al final del proceso de evaporación. Se corresponde con los conceptos 8 y 9 de la tabla 20.
 - Buffer tank del evaporador: El evaporador también cuenta con dos depósitos pulmón a su salida para evitar paradas. Se usa uno de ellos para poder limpiar el otro al mismo tiempo. Se corresponde con el décimo concepto de la tabla 20.
 - Drenaje buffer tank: Este depósito cuenta con un drenaje para retirar al final de la producción, la última cantidad de producto que no puede ser absorbido por la bomba de envío de producto a la torre de secado. Se corresponde con el undécimo concepto de la tabla 20.
 - Trasvases cambio de buffer: Cuando se hace un cambio de un depósito al otro para efectuar la tarea de limpieza, se pierde también una cantidad de producto. Se corresponde con el duodécimo concepto de la tabla 20.

Tabla 20: Toma de datos de la merma de interfases en kg de natal, continuación y crecimiento.

	NATAL			CONTINUACIÓN			CRECIMIENTO		
	Kg/Interfase	Nº interfase	Kg / OF	Kg/Interfase	Nº interfase	Kg / OF	Kg/Interfase	Nº interfase	Kg / OF
ALMIX A MEZCLAS 1	8	2	16	8	2	16	8	2	16
ALMIX A MEZCLAS 2	2	2	4	2	2	4	2	2	4
ALMIX A MEZCLAS 3	1	2	2	1	2	2	1	2	2
MEZCLAS A LACTA INICIO	27	2	54	27	2	54	27	2	54
MEZCLAS A LACTA FIN	6,1	2	12,2	6,1	2	12,2	6,1	2	12,2
REBOSE LTD LACTA	4	2	8	4	2	8	4	2	8
LACTA A ALMACENAMIENTO	0	2	0	0	2	0	0	2	0
INICIO EVAPORADOR	58,41	1	58,41	292,7	1	292,7	356,7	1	356,7
FIN EVAPORADOR	48	1	48	101,5	1	101,5	181,02	1	181,02
EVAPORADOR - BUFFER TANK	15	1	15	15	1	15	15	1	15
DRENAJE BUFFER FIN	38	1	38	38	1	38	38	1	38
TRASVASES CAMBIO DE BUFFER	3,5	4	14	3,5	4	14	3,5	4	14
TOTAL OF			269,61			557,4			700,92

OF: Orden de Fabricación

PASO 2: Analizar los hechos

Se elaboran diagramas de Pareto (El 20% de las causas generan el 80% de los efectos).

El objetivo es identificar las causas que con una gran probabilidad conseguirán lograr el objetivo.

Se elaboran por cada tipo de producto ya que los puntos de merma y/o sus cantidades no son los mismos en todos los productos. Como ya se comentó anteriormente, se efectuará el estudio para las 3 referencias de mayor producción: Natal, Continuación y Crecimiento.

En las figuras 23, 24 y 25 se identifican los datos de merma y diagramas Pareto para los productos natal, continuación y crecimiento respectivamente:

1	INICIO EVAPORADOR	58,41	21,66%
2	MEZCLAS A LACTA INICIO	54	20,03%
3	FIN EVAPORADOR	48	17,80%
4	DRENAJE BUFFER FIN	38	14,09%
5	ALMIX A MEZCLAS 1	16	5,93%
6	EVAPORADOR-BUFFER TANK	15	5,56%
7	TRASVASES CAMBIO BUFFER	14	5,19%
8	MEZCLAS A LACTA FIN	12,2	4,53%
9	REBOSE BTD LACTA	8	2,97%
10	ALMIX A MEZCLAS 2	4	1,48%
11	ALMIX A MEZCLAS 3	2	0,74%
12	LACTA A ALMACENAMIENTO	0	0,00%
			100,00%

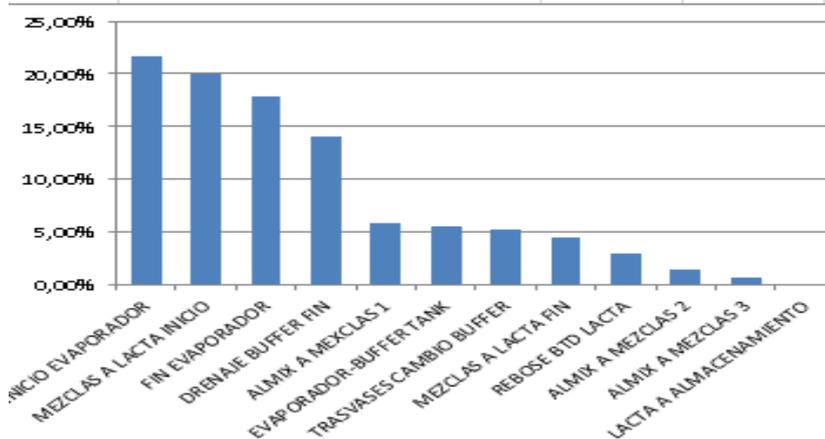


Figura 23: Datos y diagrama de Pareto de los puntos de merma de la leche Natal.

1	INICIO EVAPORADOR	292,7	52,51%
2	FIN EVAPORADOR	101,5	18,21%
3	MEZCLAS A LACTA INICIO	54	9,69%
4	DRENAJE BUFFER FIN	38	6,82%
5	ALMIX A MEZCLAS 1	16	2,87%
6	EVAPORADOR-BUFFER TANK	15	2,69%
7	TRASVASES CAMBIO BUFFER	14	2,51%
8	MEZCLAS A LACTA FIN	12,2	2,19%
9	REBOSE BTD LACTA	8	1,44%
10	ALMIX A MEZCLAS 2	4	0,72%
11	ALMIX A MEZCLAS 3	2	0,36%
12	LACTA A ALMACENAMIENTO	0	0,00%
			100,00%

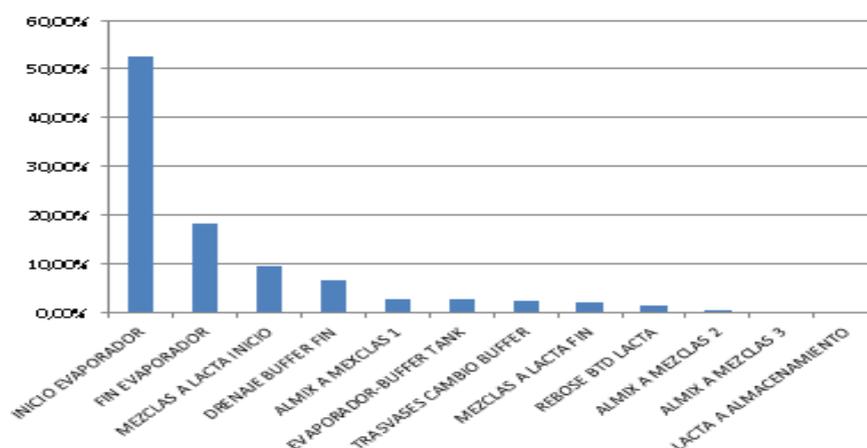


Figura 24: Datos y diagrama de Pareto de los puntos de merma de la leche Continuación.

1	INICIO EVAPORADOR	356,7	50,89%
2	FIN EVAPORADOR	181,02	25,83%
3	MEZCLAS A LACTA INICIO	54	7,70%
4	DRENAJE BUFFER FIN	38	5,42%
5	ALMIX A MEZCLAS 1	16	2,28%
6	EVAPORADOR-BUFFER TANK	15	2,14%
7	TRASVASES CAMBIO BUFFER	14	2,00%
8	MEZCLAS A LACTA FIN	12,2	1,74%
9	REBOSE BTD LACTA	8	1,14%
10	ALMIX A MEZCLAS 2	4	0,57%
11	ALMIX A MEZCLAS 3	2	0,29%
12	LACTA A ALMACENAMIENTO	0	0,00%
			100,00%

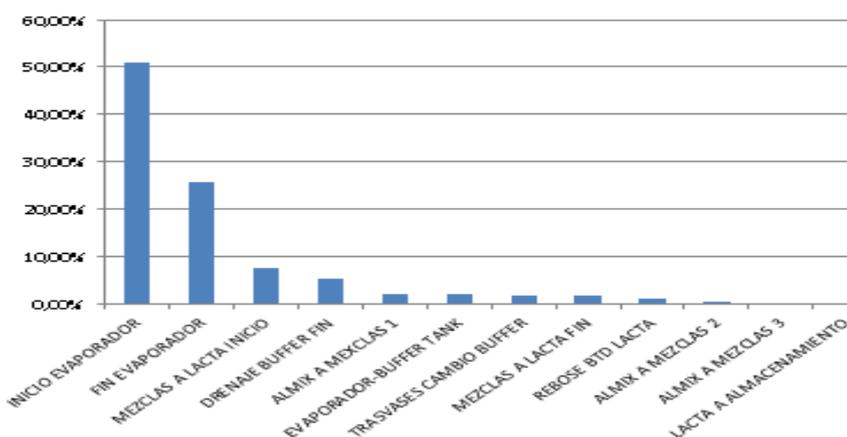


Figura 25: Datos y diagrama de Pareto de los puntos de merma de la leche Crecimiento.

Como puede observarse en las tablas anteriores, tras analizar la merma de las interfases para las 3 referencias de mayor fabricación, habrá que analizar 4 puntos de merma para alcanzar el 80% de la merma total.

En este caso, aunque la cuantía de merma no es la misma en las 3 referencias, los puntos donde se origina el 80% de la merma en las 3 referencias son los mismos en todos los casos:

- 1- Envío inicial de producto al evaporador: Como se ha explicado anteriormente, la interfase es la cantidad de producto diluido originado en los empujes que hay que rechazar por no tener la concentración adecuada. Esto se produce porque las tuberías se quedan en estado de reposo llenas de agua. Cuando el producto pasa por esas tuberías, el producto empuja el agua y se deriva a un drenaje hasta que el producto tiene ya una concentración adecuada.
- 2- Envío final de producto al evaporador: La situación anterior también ocurre al final de la producción pero a la inversa. Las tuberías están llenas de producto y para pasar a posición de reposo, se efectúa un empuje con agua para vaciar el producto de la instalación. Cuando el producto comienza ya a ser diluido por esa agua de empuje, se drena.
- 3- Envío inicial de producto al pasteurizador
- 4- Drenaje de los depósitos buffer del evaporador.

PASO 3: Generar posibles soluciones

Se usan herramientas como:

- Lluvia de ideas (*brain storming*)
- Espina de pescado...

Tras utilizar las herramientas anteriores, se proponen las siguientes soluciones:

- Reducir los tiempos de drenaje de concentradores. Esto hará que producto menos concentrado continúe el proceso.

Antes de poner en marcha la mejora, hay que evaluar los riesgos. El posible riesgo que daría esta medida sería el de superar la humedad del producto final tras el secado por encima del 3%. En este caso, el producto final no sería válido.

Se considera que el riesgo es muy bajo porque la torre de secado tiene capacidad para poder extraer el agua que adicionalmente tendrá el producto.

Por tanto, el equipo propone las acciones detalladas en la tabla 21. En esta tabla puede verse el número de acción, la descripción de la misma, el responsable de su ejecución y la fecha límite para llevarla a cabo.

Tabla 21: Plan de acción de reducción de merma por interfases en proceso de mezclas.

Nº ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA
1	Reducción densidad de recirculación del evaporador en el inicio	Descrito en tabla adjunta	Descrito en tabla adjunta
2	Reducción empuje inicial lacta	Rubén G.	13-sep.
3	Aumentar empuje final lacta	Rubén G.	13-sep.
4	Chequear densidad apertura válvula drenaje evaporador al final de la producción	D. A.	10-jul.
5	Chequear tubería drenaje a buffer tanks. ¿Queda drenada?	D. A.	14-jul.

PASO 4: Planificar.

El siguiente paso es contrastar con el plan de producción que las fechas propuestas para ejecutar las acciones son viables.

En este caso, se irán reduciendo las concentraciones poco a poco para mayor seguridad debido al alto coste del producto. Antes de seguir reduciendo la concentración en la siguiente fabricación, el jefe de turno verificará que el producto final es conforme tras aplicar el cambio anterior. En la tabla 22 pueden verse las paulatinas reducciones de densidad.

PASO 5: Implementar

Después de cada modificación, se recalculará al valor de la merma para ver los efectos de la mejora. Lo habitual es que inicialmente, la merma sufra una reducción importante que en los sucesivos cambios se irá suavizando.

La persona responsable de ejecutar la acción completa la tabla de implementación rellenando la tabla en la que realmente se ejecutó la misma (Tabla 22)

Tabla 22: Planificación e implementación de la acción número 1 del kaizen reducción de merma en interfases

SEGUIMIENTO ACCIÓN 1	ST2 PRODUCTO TO BALANCE TANK	ST 3 PRODUCTO TO FORWARD FLOW	FECHA	RESPONSABLE	MERMA INICIO	MERMA FIN
NATAL	1095 KG/M3	1100 KG/M3	14-jul.	A.M.	295,28 Kg	29,91 Kg
	1085 KG/M3	1090 KG/M3	29-jul.	D.A.	16,37 Kg	22,03 kg
	1080 KG/M3	1085 KG/M3	26-ago.	A.M.	13,93 kg	19,34 kg
	1075 KG/M3	1080 KG/M3	9-sep.	D.A.	11,36 kg	16,55 kg
	1070 KG/M3	1075-1070 KG/M3	10-sep.	D.A.	11,29 kg	16,14 kg
	1065 KG/M3	1070-1065 KG/M3	1-oct.	A.C.	9,98 kg	14,2 kg
CONTINUACIÓN	1124 KG/M3	1137 KG/M3	10-jul.	A.M.	147,20 Kg	81,66 Kg
	1114 KG/M3	1127 KG/M3	27-ago.	A.M.	35,63 kg	55,26 kg
	1104 KG/M3	1117 KG/M3	7-sep.	D.A.	31,20 kg	53,10 kg
	1099 KG/M3	1112-1099 KG/M3	8-sep.	D.A.	27,74 kg	52,43 kg
	1094 KG/M3	1107 - 1094 KG/M3	30-sep.	D.A.	14,51 kg	48,12 kg
CRECIMIENTO	1127 KG/M3	1135 KG/M3	25-ago.	A.M.	68,92 kg	113,19 kg
	1107 KG/M3	1115 KG/M3	14-sep.	D.A.	24,06 kg	42,08 kg
	1102 KG/M3	1110 - 1102 KG/M3	23-sep.	D.A.	13,22 kg	13,65 kg
	1097 KG/M3	1105 - 1097 KG/M3	29-sep.	A.C.	12,03 kg	12,6 kg

PASO 6: Verificar y asegurar

Hay que verificar el resultado de las acciones realizadas en el paso anterior.

No se pretende aquí, mostrar todo el detalle exhaustivamente, sino presentar la sistemática de medición usada para cumplir con los requisitos de este paso del Kaizen.

Tras finalizar todas las acciones en los 3 productos (natal, continuación y crecimiento), se vuelve a hacer una medición de la merma para valorar si se ha alcanzado el objetivo. Esta medición se hace para los 3 productos por separado y finalmente de los 3 en conjunto. Esto nos servirá para valorar si las medidas han funcionado en cada uno de los productos.

Como el mayor punto de merma es el evaporador, se efectuarán mediciones de merma para cada uno de los 3 productos y para todos en conjunto en este equipo sólo para esa acción.

Posteriormente, se efectuará igualmente una valoración de la merma final para los 3 productos y para todos en conjunto en los 5 puntos de merma definidos en el Pareto, siendo este el resultado final del Kaizen.

En la figura 26 pueden verse los efectos provocados en la merma por los 5 descensos de densidad programados en el equipo.

La línea azul (línea base) se corresponde con la situación inicial sin implantar ninguna medida.

La línea roja (estado actual) se corresponde con el valor de merma obtenido en cada una de las 5 reducciones de densidad realizadas.

En la línea verde puede verse el objetivo fijado para cada punto.

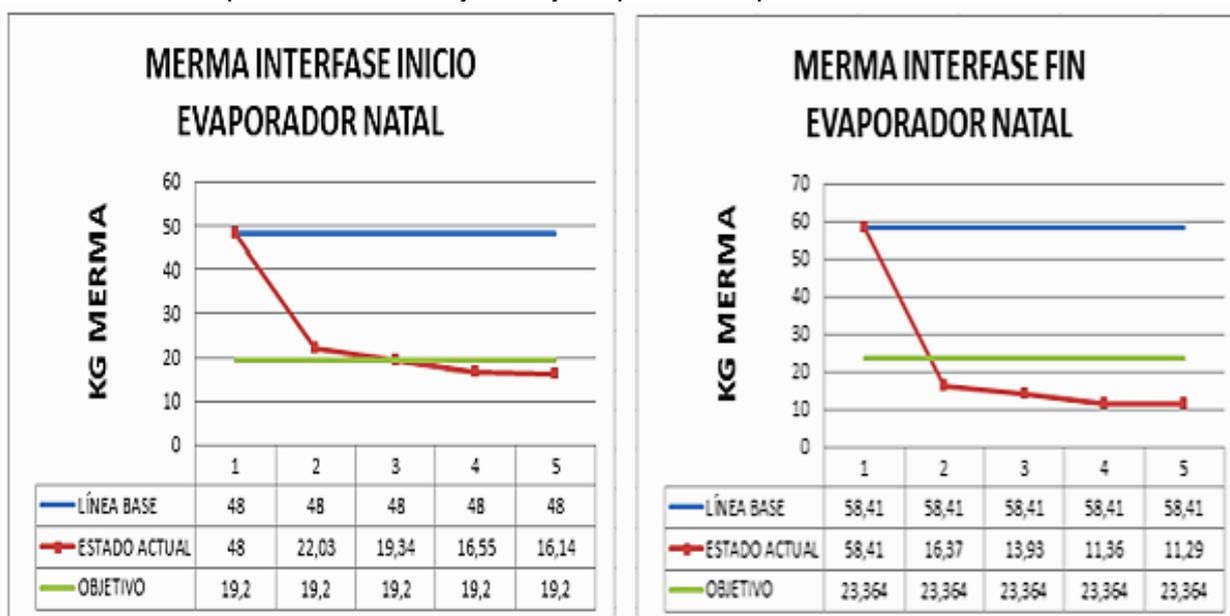


Figura 26: Merma de las interfases inicial y final en el evaporador para el producto Natal.

Tal y como puede verse, en ambos casos se alcanza el objetivo en este producto, tanto en el envío inicial como en el final. Se aprecia claramente cómo con la primera reducción de densidad se logra un descenso importante de la merma, el cual posteriormente se suaviza. Tras la quinta reducción de densidad, la mejora de merma es tan baja, que se decide no continuar reduciendo la misma.

Con el mismo criterio, se presentan los resultados obtenidos con el producto continuación (Figura 27).

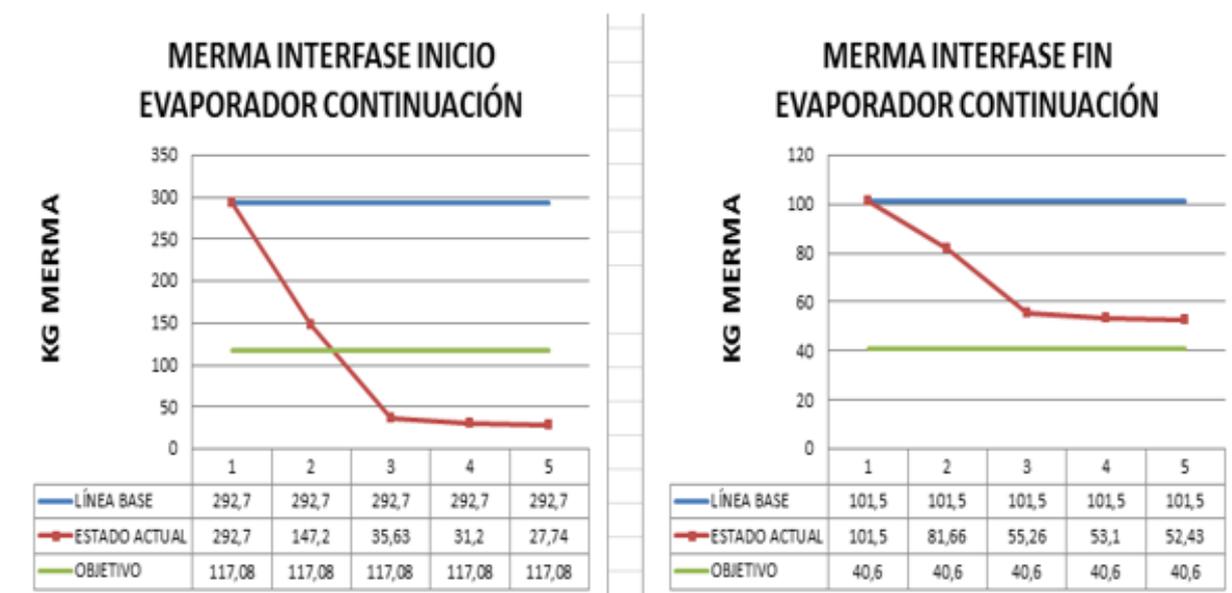


Figura 27: Merma de las interfases inicial y final en el evaporador para el producto Continuación

En este caso, se consigue el éxito en el Inicio del Evaporador de Continuación, pero no así en la parte Fin del Evaporador de Continuación. Como puede verse, en el empuje final del evaporador, la tendencia de la merma con la reducción de la densidad hace pensar que no se va a alcanzar el objetivo inicial planteado en esta etapa para este producto. Por este motivo, se decide que si se alcanzan los objetivos de merma teniendo en cuenta los 3 productos en conjunto, se daría por finalizado el Kaizen de manera exitosa.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con el producto crecimiento (Figura 28).

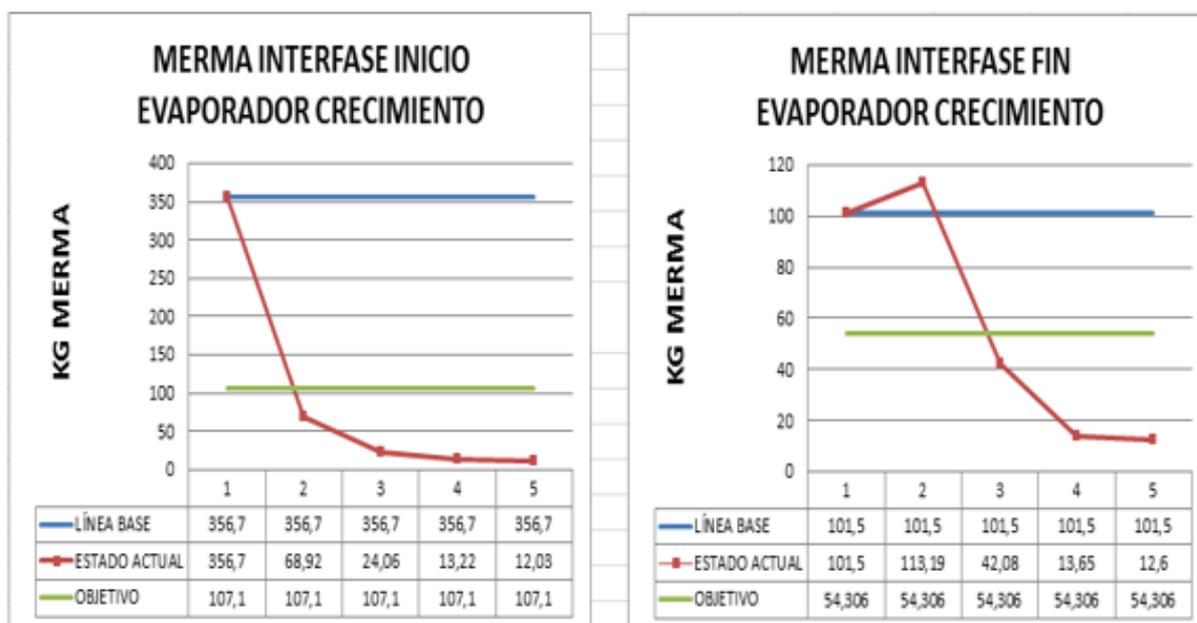


Figura 28: Merma de las interfaces inicial y final en el evaporador para el producto Crecimiento

Se observa que se consigue el objetivo en todos los casos.

Finalmente, hay que hacer la valoración de la merma tras la implantación del conjunto de acciones para los 3 productos y para todos en conjunto.

Del mismo modo, se hace para los 3 productos también por separado para contrastar la efectividad de las acciones en los 3 productos.

Para la referencia natal, se elabora la Figura 29 donde puede verse la línea base (estado inicial sin ejecutar acciones), estado actual tras implantar las acciones, objetivo a conseguir y descripción de cada acción. De esta manera, se elaborará una tabla con los efectos de cada acción.

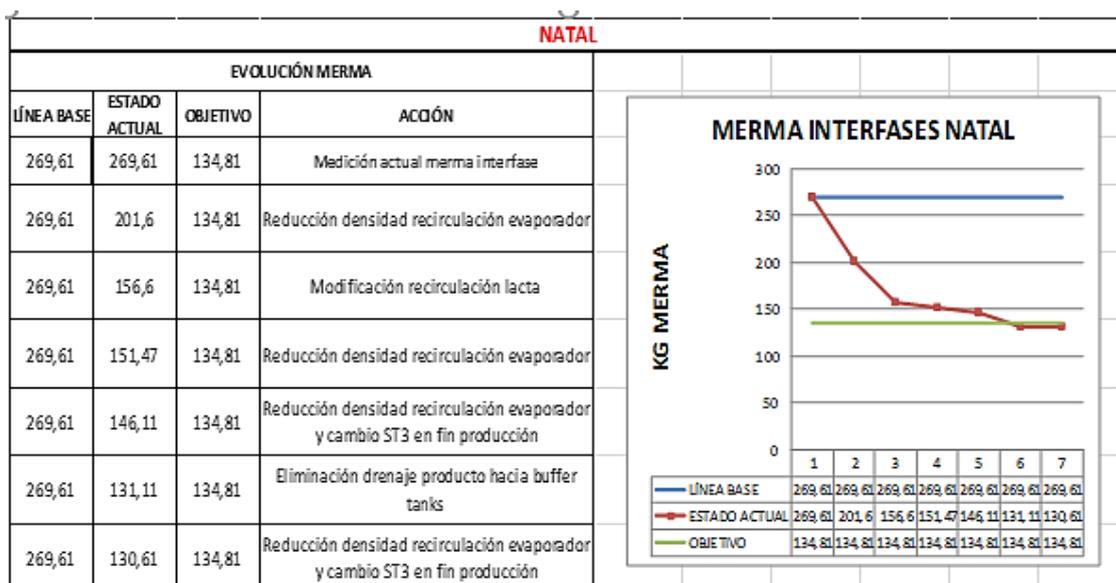


Figura 29: Representación gráfica del resultado sobre la merma de las acciones aplicadas en el producto Natal.

Tal y como se ve en la gráfica, se alcanza el objetivo de merma en Natal tras ejecutar la sexta acción.

Se aplica el mismo procedimiento en el producto continuación (Figura 30)

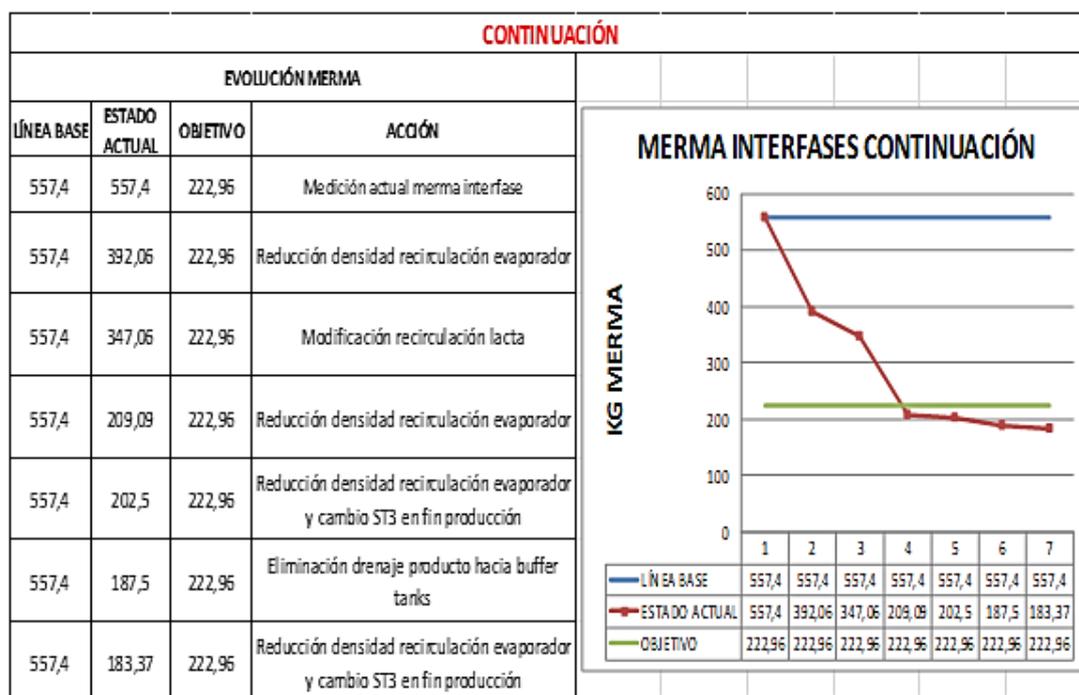


Figura 30: Representación gráfica del resultado sobre la merma de las acciones aplicadas en el producto Continuación

En este caso, se aprecia que tras implantar la acción cuarta, se alcanza el objetivo. Pese a ello, se finalizan todas las acciones.

Tras hacer la misma operación para el producto Crecimiento, se obtiene la gráfica de la figura 31.

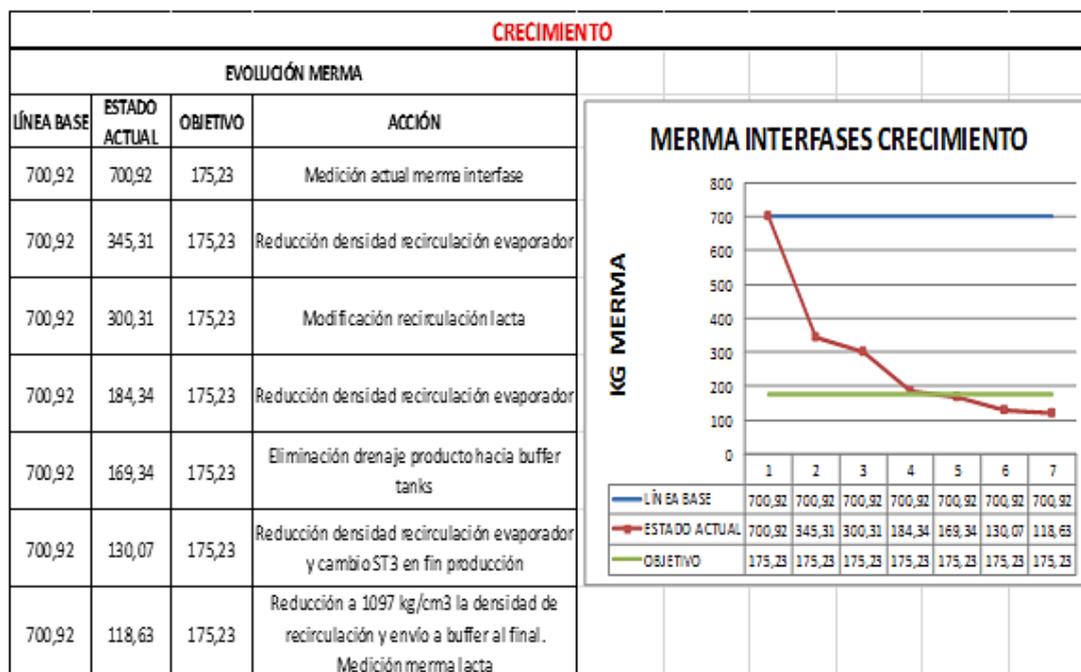


Figura 31: Representación gráfica del resultado sobre la merma de las acciones aplicadas en el producto Crecimiento.

En este caso, también tras la aplicación de la cuarta acción se alcanza el objetivo.

Aunque como el hecho de que se haya alcanzado el objetivo global en las tres referencias por separado hace indicar que se alcanzará el objetivo de las 3 referencias en conjunto, debe hacerse también el análisis global ya que esa será el resultado final del kaizen. Este resultado se muestra en la figura 32.

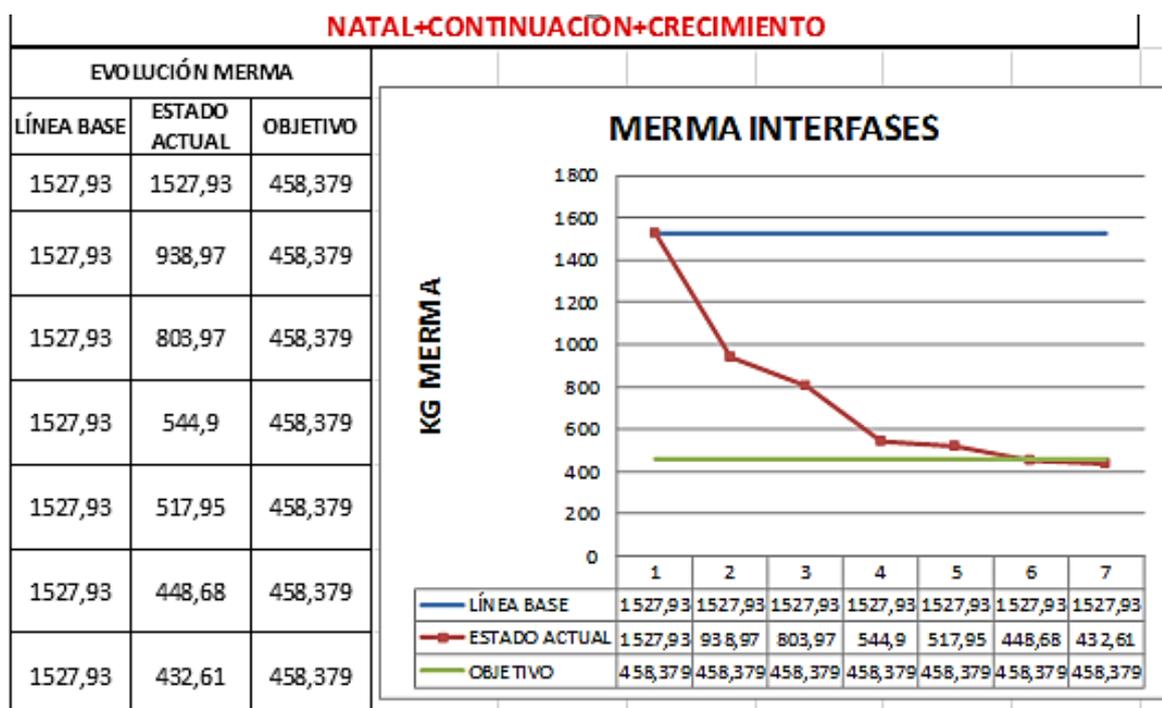


Figura 32: Representación gráfica del resultado sobre la merma de las acciones aplicadas en Natal, Continuación y Crecimiento.

Como puede verse, se consigue el objetivo global, por lo que el resultado del kaizen es satisfactorio. Se observa la gran influencia que ejerce el producto continuación sobre el efecto de la merma, siendo además la referencia más fabricada.

RESULTADOS DEL KAIZEN DE REDUCCIÓN DE MERMAS EN INTERFASES DEL PROCESO DE MEZCLAS:

El último paso es verificar a lo largo de las fabricaciones que los datos obtenidos tras la implantación de las mejoras se mantienen en el tiempo. Para ello, se toman los datos que se acumulan en el programa de gestión de la fábrica durante los 3 meses siguientes a la implantación de la última medida.

Los datos obtenidos se detallan a continuación:

Merma inicial en interfases del proceso de mezclas: 5,22%

Merma en interfases del proceso de mezclas tras el Kaizen: 2,799%

Ahorro económico anual: 277.534 €

La depuradora consigue los niveles de DQO (Demanda Química de Oxígeno).

4.7.1.2- KAIZEN 2: Reducción de mermas en ENVASADO

En la fábrica se envasan los formatos de 400 g y 800 g. La leche, almacenada en big bags, se descarga a la instalación y se envía a la envasadora. A la envasadora, además del producto, le llegan las latas vacías a las que previamente las hemos posicionado el cacito. Las latas, una vez llenas, pasan a la cerradora para sellar el fondo a la lata. Posteriormente, se codifica el lote, se coloca la sobretapa plástica y se introducen las latas en cajas. Estas cajas se paletizan, se enfardan los palets y se envían al almacén automático.

Este Kaizen persigue la reducción de mermas en envasado. Este no es uno de los problemas planteados por la empresa; sin embargo, debido al rápido ahorro que generaría la implantación de la herramienta, se decide llevarla a cabo.

El objetivo de este Kaizen es reducir del 1,8% al 1,2% las mermas de envasado. Este dato se obtiene tras analizar en la toma de datos inicial, las cantidades de merma que se podrían reducir en cada punto en que se produce.

Teniendo en cuenta estos datos, el potencial de ahorro anual es de 180.000 €/año

Al iniciar el kaizen es muy importante dar una formación inicial a todo el personal:

- En primer lugar, se dará una explicación teórica de la herramienta Kaizen a quien no la conoce
- Posteriormente se hará una exposición de las fases del proyecto y calendario objetivo de finalización de cada fase.
- Es vital contar con el apoyo de la dirección. Es muy importante transmitir ese apoyo a todo el personal para que todos sean conscientes de la importancia del kaizen.

PASO 0: CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO

El equipo es multidisciplinar, estando formado por personal de varios departamentos. Es importante que participen los departamentos de producción, mantenimiento, calidad, desarrollo y la dirección.

El equipo está formado por tanto por las siguientes personas:

- Rubén García (líder),
- Director de la fábrica,
- Jefe de Mantenimiento,
- Directora de Calidad,
- Director de desarrollo de productos,
- Operario de mantenimiento (rotatorio, asiste a las reuniones el que esté en el turno),

- 2 personas de producción (también rotando según turnos)

En total, el equipo dispondrá de 8 personas. Será un equipo multidisciplinar implicando personal de todos los departamentos.

Para este Kaizen, al igual que para el kaizen 1, se incorpora la figura denominada de “El tercer hombre”.

Excepto en los primeros pasos, se incorpora al proyecto a otra persona ajena, pero con ideas. Debe ser una persona que no tenga miedo de proponer o debatir sin tener los conocimientos técnicos suficientes. Se trata de una persona que no guarda relación con el proceso de mezclas pero que hace muchas propuestas de mejora.

La persona elegida no conocía el puesto y le ha servido para promocionar a él. Tecnológicamente, la fábrica es muy compleja; por ese motivo, es necesaria una persona que no tenga conocimientos técnicos de esta sección pero que haga propuestas de mejora de manera habitual. En muchas ocasiones, esta persona es capaz de hacer propuestas de gran interés que pasan desapercibidas por las personas que ocupan el puesto de manera habitual. Es importante aprovechar esas ideas.

La persona elegida no conocía el puesto y no es la misma persona que desempeñó la figura de tercer hombre en el kaizen 1.

Esta persona tiene también una actitud muy proactiva.

PASO 1: Definir el problema y el objetivo

En primer lugar deben analizarse los problemas que pueden dificultar la implantación de la herramienta. Los problemas que se podrán presentar son los siguientes:

- Se requiere mucho trabajo y esfuerzo para evacuar la merma en estado polvo de la fábrica. Esto dificulta la toma de datos inicial.

En cuanto a los objetivos, se plantean los siguientes:

- Minimizar el trabajo y sobreesfuerzo evacuando la merma en granel.
- Reducir la merma en el envasado a un 1,2%

El recorrido anual es de 180.000 € de ahorro al ser la merma inicial del 1,8%. Como el objetivo de merma es alcanzar como máximo el 1,2%, supone un ahorro objetivo de 70.000 €.

Se fija el objetivo, conociendo previamente los datos reales de cada merma en envasado y una previsión de lo que se podría reducir cada una.

TOMA DE DATOS

La toma de datos tiene una duración de 3 semanas. Es importante que sea precisa ya que condicionará el correcto desarrollo del kaizen.

En primer lugar hay que estimar los puntos en que hay mermas. Se realiza a través de una lluvia de ideas.

Posteriormente, se guardará la merma obtenida en cada punto y se pesará. Los días en los que se realizó la toma de datos, la merma final obtenida fue más baja del 1,8%. No obstante, se decide dar por válida la toma de datos al considerar que la reducción de merma durante esos días fue proporcional en todos los puntos.

Del mismo modo, se comparó la merma obtenida mediante pesaje frente a la merma obtenida en el programa de gestión de fábrica. Tras hacer este análisis, la merma obtenida por pesaje fue el 96% de la total obtenida por el programa de gestión.

Este dato hace evidente que la toma de datos ha sido muy buena debido a que se ha justificado casi la totalidad de la merma.

En las Figuras 33 y 34 se muestran los registros realizados para efectuar la toma de datos. Ésta se realiza para los 2 formatos que actualmente se trabajan: 400 g y 800 g.

CONTROL MERMAS VACIADO DE BIG BAGS						
FECHA	PRODUCTO	FORMATO:				
	Enviar 10 big bag vacíos para pesar. Enviar 10 big bags vaciados para pesar	Peso big bags vacíos		Peso big bags vaciados		Kgs Merma
RECHAZO TAMIZ	Pesar en central de pesadas					Kgs Merma
FUGAS EN DESCARGA	Aspirar con bolsa limpia y pesar					Kgs Merma
POLVO RESIDUAL EN INSTALACIÓN ANTES DE LIMPIEZA	Echar en una bolsa y pesar en central de pesadas					Kgs Merma
FUGAS TAMIZ	Aspirar con bolsa limpia y pesar en central de pesadas					Kgs Merma
ATASCO TRANSPORTE	Echar en bolsa limpia y pesar en central de pesadas					Kgs Merma
BIG BAG VOLCADO EN ABB	Anotar los kg					Kgs Merma
FILTRO BOMBA ASPIRACIÓN	Echar en bolsa limpia y pesar en central de pesadas					Kgs Merma
TOTAL KGS VACIADOS		OPERARIO				

Figura 33: Registro de toma de datos de merma de envasado

CONTROL MERMAS FIN DE LÍNEA					
FECHA	PRODUCTO	FORMATO:			
	MALA CODIFICACIÓN	Echar en una bolsa y pesar en central de pesadas			Kgs Merma
	ABOLLADURAS EN SOBRETAPA	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	MUESTRAS CALIDAD	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	ATASCOS EN VOLTEADOR	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	LATAS CON RESTOS DE COLA	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	LATAS ABOLLADAS EN PALETIZADOR	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	LATAS ABOLLADAS EN ZORPACK	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	CAJAS NO COMPLETAS FIN PRODUCCIÓN	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	CAPA NO COMPLETA FIN DE PRODUCCIÓN	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	PALET VOLCADO ELEVADOR	Anotar número de latas	Nº latas:		Kgs Merma
	OTROS	Especificar y pesar	Nº latas:		Kgs Merma
	TOTAL LATAS PALETIZADAS		OPERARIO		

Figura 34: Registro de toma de datos de merma de acondicionado

El siguiente paso es interpretar los registros para analizar los puntos de merma por orden de incidencia. De esta manera, será sencillo elaborar un Pareto para identificar el 20% de los puntos de merma que generan el 80% de la misma. Esta tarea se efectúa para el formato de 400 g (Tabla 23) y para el formato de 800 g (Tabla 24).

Se traspa por tanto a soporte informático la toma de datos realizada manualmente y se identifican los principales puntos de merma para ambos formatos. Como puede verse en la tabla 23, el recorrido que suponen los 8 puntos de merma principales en el formato 400 g es de 22.937,35 €.

Tabla 23: Identificación de los puntos de merma principales para el formato 400 g

ORIGEN MERMA	KG MERMA	%	€ %	€	% FRENTE A % MERMA	€ ANUALES	€ A ESTUDIO
SOBREPESO	47,99	18,41%	18,41%	227,95 €	0,22%	4.811,35 €	22.937,35 €
CONTROL OXÍGENO	44,40	15,85%	34,26%	210,90 €	0,19%	4.143,74 €	
MUESTRAS CALIDAD	36,80	14,09%	48,35%	174,80 €	0,17%	3.683,33 €	
CAMBIO DE PRODUCTO	24,00	10,57%	58,92%	114,00 €	0,13%	2.762,50 €	
ATASCOS EN VOLTEADOR	19,60	9,69%	68,61%	93,10 €	0,12%	2.532,29 €	
PROBLEMAS DE OXÍGENO	12,00	7,93%	76,53%	57,00 €	0,10%	2.071,87 €	
ATASCOS EN CABEZALES	11,65	5,93%	82,47%	55,34 €	0,07%	1.551,03 €	
CAJAS NO COMPLETAS FIN PRODUCCIÓN	10,80	5,28%	87,75%	51,30 €	0,06%	1.381,25 €	
ACUMULADOR DE VACÍO	7,30	3,96%	91,71%	34,68 €	0,05%	1.035,36 €	
CONTROL HERMETICIDAD	6,00	2,10%	93,81%	28,50 €	0,03%	549,62 €	
DETECTOR DE METALES	5,98	1,53%	95,34%	28,41 €	0,02%	399,99 €	
FIN ENVASADORA	5,86	1,32%	96,67%	27,84 €	0,02%	345,31 €	
RECHAZO TAMIZ	4,49	1,32%	97,99%	21,31 €	0,02%	345,31 €	
LATAS EN MAL ESTADO CON PRODUCTO	3,62	0,94%	98,92%	17,20 €	0,01%	244,60 €	
ARRANQUE ENVASADORA	2,26	0,60%	99,53%	10,74 €	0,01%	157,89 €	
POLVO RESIDUAL BIG BAGS	2,17	0,44%	99,97%	10,30 €	0,01%	115,10 €	
LATAS ABOLLADAS EN ZORPACK	2,00	0,03%	100,00%	9,50 €	0,00%	8,63 €	
ABOLLADURAS EN SC	1,60	0,00%	100,00%	7,60 €	0,00%	0,00 €	
LATAS CON RESTOS DE COLA	1,60	0,00%	100,00%	7,60 €	0,00%	0,00 €	
LATAS ABOLLADAS EN PALETIZADOR	0,80	0,00%	100,00%	3,80 €	0,00%	0,00 €	
FUGAS EN DESCARGA	0,07	0,00%	100,00%	0,34 €	0,00%	0,00 €	
POLVO RESIDUAL EN INSTALACIÓN ANTES	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
FUGAS TAMIZ	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
ATASCO TRANSPORTE	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
BIG BAG VOLCADO EN ABB	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
FILTRO BOMBA ASPIRACIÓN	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
DESGASIFICACIÓN	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
LIMPIEZA ALÉRGENOS	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
FILTRO BOMBA ASPIRACIÓN	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
OTROS	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
MALA CODIFICACIÓN	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
CAPA NO COMPLETA FIN DE	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
PALET VOLCADO ELEVADOR	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
OTROS	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
TOTAL	250,99	100,00%	100,00%	1.192,18 €	1,22%	26.139,17 €	
MERMA 400 G		1,22%					

Tras realizar la misma tarea para el formato 800 g, puede verse en la tabla 24 que el recorrido de los 8 principales puntos de merma es de 181.483,04 €

Tabla 24: Identificación de los puntos de merma principales para el formato 800 g

ORIGEN MERMA	KG MERMA	%	€ %	€	% FRENTE A % MERMA	€ ANUALES	€ A ESTUDIO
ABOLLADURAS EN SC	436,80	20,54%	20,54%	2.074,80 €	0,32%	45.196,93 €	181.483,04 €
CONTROL OXÍGENO	399,60	18,79%	39,34%	1.898,10 €	0,29%	41.347,74 €	
MUESTRAS CALIDAD	273,60	12,87%	52,21%	1.299,60 €	0,20%	28.310,17 €	
SOBREPESO	210,16	9,88%	62,09%	998,26 €	0,15%	21.745,85 €	
DESGASIFICACIÓN	181,60	8,54%	70,63%	862,60 €	0,13%	18.790,67 €	
CAMBIO DE PRODUCTO	89,83	4,23%	74,86%	426,69 €	0,07%	9.294,96 €	
CONTROL HERMETICIDAD	82,80	3,89%	78,75%	393,30 €	0,06%	8.567,55 €	
POLVO RESIDUAL BIG BAGS	79,53	3,74%	82,49%	377,77 €	0,06%	8.229,17 €	
LATAS EN MAL ESTADO CON	77,43	3,64%	86,14%	367,79 €	0,06%	8.011,90 €	
ACUMULADOR DE VACÍO	51,26	2,41%	88,55%	243,46 €	0,04%	5.303,50 €	
LATAS CON RESTOS DE COLA	45,60	2,14%	90,69%	216,60 €	0,03%	4.718,36 €	
FIN ENVASADORA	42,34	1,99%	92,68%	201,12 €	0,03%	4.381,04 €	
RECHAZO TAMIZ	30,25	1,42%	94,11%	143,69 €	0,02%	3.130,05 €	
CAJAS NO COMPLETAS FIN	28,40	1,34%	95,44%	134,90 €	0,02%	2.938,63 €	
ATASCOS EN VOLTEADOR	22,80	1,07%	96,51%	108,30 €	0,02%	2.359,18 €	
ARRANQUE ENVASADORA	17,73	0,83%	97,35%	84,20 €	0,01%	1.834,16 €	
PROBLEMAS DE OXÍGENO	14,40	0,68%	98,02%	68,40 €	0,01%	1.490,01 €	
DETECTOR DE METALES	11,77	0,55%	98,58%	55,91 €	0,01%	1.217,88 €	
ATASCOS EN CABEZALES	11,65	0,55%	99,13%	55,34 €	0,00%	0,00 €	
LATAS ABOLLADAS EN	7,20	0,34%	99,46%	34,20 €	0,00%	0,00 €	
LATAS ABOLLADAS EN ZORPACK	6,00	0,28%	99,75%	28,50 €	0,00%	0,00 €	
MALA CODIFICACIÓN	3,24	0,15%	99,90%	15,37 €	0,00%	0,00 €	
FUGAS EN DESCARGA	1,95	0,09%	99,99%	9,28 €	0,00%	0,00 €	
POLVO RESIDUAL EN	0,20	0,01%	100,00%	0,95 €	0,00%	0,00 €	
FUGAS TAMIZ	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
ATASCO TRANSPORTE	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
BIG BAG VOLCADO EN ABB	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
FILTRO BOMBA ASPIRACIÓN	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
LIMPIEZA ALÉRGICOS	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
FILTRO BOMBA ASPIRACIÓN	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
OTROS	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
CAPA NO COMPLETA FIN DE	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
PALET VOLCADO ELEVADOR	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
OTROS	0,00	0,00%	100,00%	0,00 €	0,00%	0,00 €	
TOTAL	2126,13	100,00%	100,00%	10.099,12 €	1,52%	216.867,75 €	
MERMA TOTAL		1,54%					

PASO 2: Analizar los hechos

El siguiente paso es elaborar el Pareto descrito anteriormente para identificar los puntos de merma que generan el 80% de la merma para ambos formatos. El resultado, que se muestra en las tablas 25 y 26, indica que los puntos de merma principales son los siguientes:

Formato de 400 g:

- Sobrepeso: Aunque la envasadora dispone de un sistema de regulación automática para ajustar la dosificación con el peso, se genera un sobrepeso que hay que analizar.

- Control de oxígeno: En el momento envasado se extrae el oxígeno de la lata para evitar enranciamientos en el producto. Para verificar el correcto envasado dentro de los límites de oxígeno, se efectúan ensayos destructivos para medir la cantidad de oxígeno en el interior de la lata. Los reiterados análisis que se efectúan durante la producción hacen que la merma por este concepto sea alta.
- Muestras calidad: También son ensayos destructivos. Son inevitables pero hay que analizar si se pueden reducir aprovechando las muestras anteriores.
- Cambio de producto: En los cambios de producto, para evitar transferencia de un producto en otro, se efectúan limpiezas y se retiran las primeras latas.
- Atascos en volteador. Por la cercanía de este equipo al codificador, estos atascos hacen que el lote en las latas atascadas no se inscriba correctamente.
- Problemas de oxígeno: Latas que hay que tirar al no tener concentraciones de oxígeno adecuadas.
- Atascos en cabezales: La incorrecta dosificación hace que se deseche producto.

Tabla 25: Mermas a estudio lata pequeña:

ORIGEN MERMA	KG MERMA	%	€ %	€	% FRENTE A % MERMA	€ ANUALES	€ A ESTUDIO
SOBREPESO	47,99	18,41%	18,41%	227,95 €	0,22%	4.811,35 €	22.937,35 €
CONTROL OXÍGENO	44,40	15,85%	34,26%	210,90 €	0,19%	4.143,74 €	
MUESTRAS CALIDAD	36,80	14,09%	48,35%	174,80 €	0,17%	3.683,33 €	
CAMBIO DE PRODUCTO	24,00	10,57%	58,92%	114,00 €	0,13%	2.762,50 €	
ATASCOS EN VOLTEADOR	19,60	9,69%	68,61%	93,10 €	0,12%	2.532,29 €	
PROBLEMAS DE OXÍGENO	12,00	7,93%	76,53%	57,00 €	0,10%	2.071,87 €	
ATASCOS EN CABEZALES	11,65	5,93%	82,47%	55,34 €	0,07%	1.551,03 €	
CAJAS NO COMPLETAS FIN PRODUCCIÓN	10,80	5,28%	87,75%	51,30 €	0,06%	1.381,25 €	

Para el formato 800 g, los puntos principales de merma son los siguientes:

- Abolladuras en máquina de sobretapas: Esta máquina requiere ajustes complejos para evitar que las latas se abollen en el posicionamiento de la sobretapa plástica.
- Control de oxígeno: Ensayos destructivos.
- Muestras de calidad.
- Desgasificación: Para conseguir los niveles de oxígeno límites en las latas, el envasado se efectúa en atmósfera modificada. Si hay una parada que requiere intervenir en el interior de la máquina, hay que extraer el gas para poder manipular la máquina al ser este aire irrespirable. Las latas que se encuentran en la máquina en ese momento, no son válidas.
- Sobrepeso: Ya comentado en el formato de 400 g.
- Polvo residual en big bags: Producto que no es vaciado totalmente en la instalación y supone una merma.
- Control de hermeticidad: Ensayo destructivo.

Tabla 26: Mermas a estudio lata pequeña:

ORIGEN MERMA	KG MERMA	%	€ %	€	% FRENTE A % MERMA	€ ANUALES	€ A ESTUDIO
ABOLLADURAS EN SC	436,80	20,54%	20,54%	2.074,80 €	0,32%	45.196,93 €	181.483,04 €
CONTROL OXÍGENO	399,60	18,79%	39,34%	1.898,10 €	0,29%	41.347,74 €	
MUESTRAS CALIDAD	273,60	12,87%	52,21%	1.299,60 €	0,20%	28.310,17 €	
SOBREPESO	210,16	9,88%	62,09%	998,26 €	0,15%	21.745,85 €	
DESGASIFICACIÓN	181,60	8,54%	70,63%	862,60 €	0,13%	18.790,67 €	
CAMBIO DE PRODUCTO	89,83	4,23%	74,86%	426,69 €	0,07%	9.294,96 €	
CONTROL HERMETICIDAD	82,80	3,89%	78,75%	393,30 €	0,06%	8.567,55 €	
POLVO RESIDUAL BIG BAGS	79,53	3,74%	82,49%	377,77 €	0,06%	8.229,17 €	

Con los datos obtenidos, se elaboran los correspondientes diagramas de Pareto en ambos formatos. Estos diagramas se representan en las figuras 35 y 36.

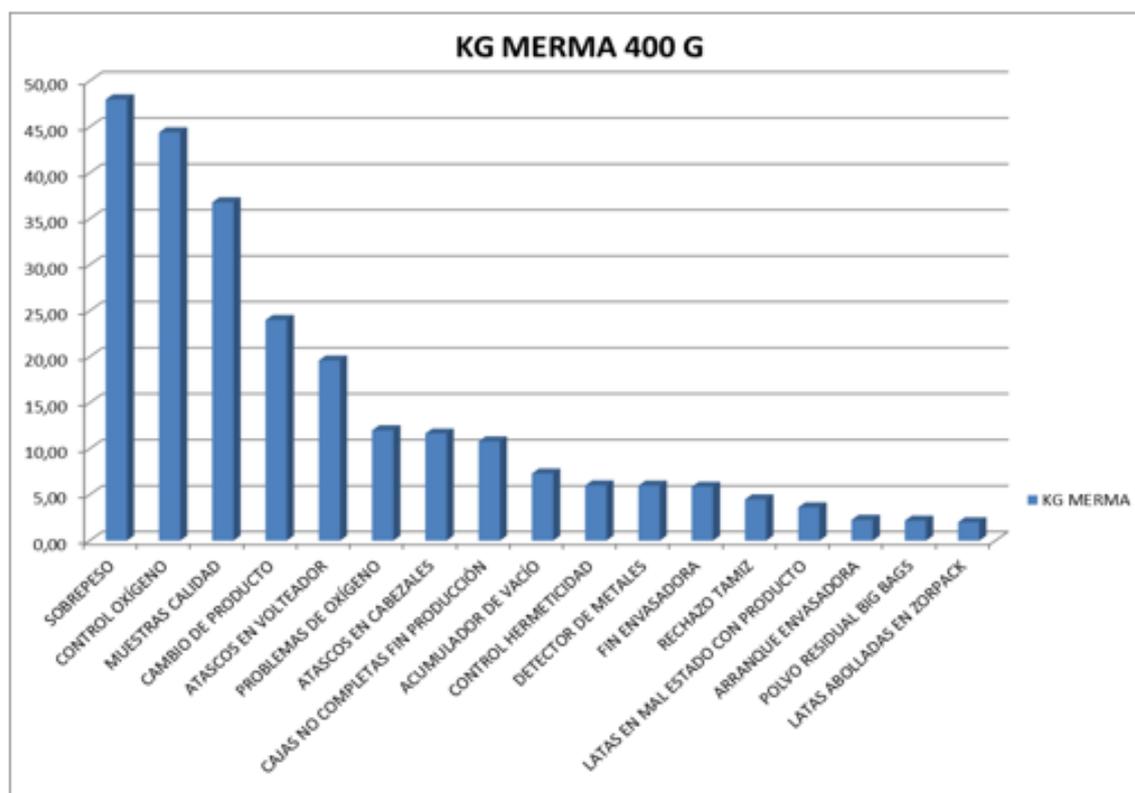


Figura 35: Diagrama de Pareto correspondiente a la merma generada en el formato de 400 g.

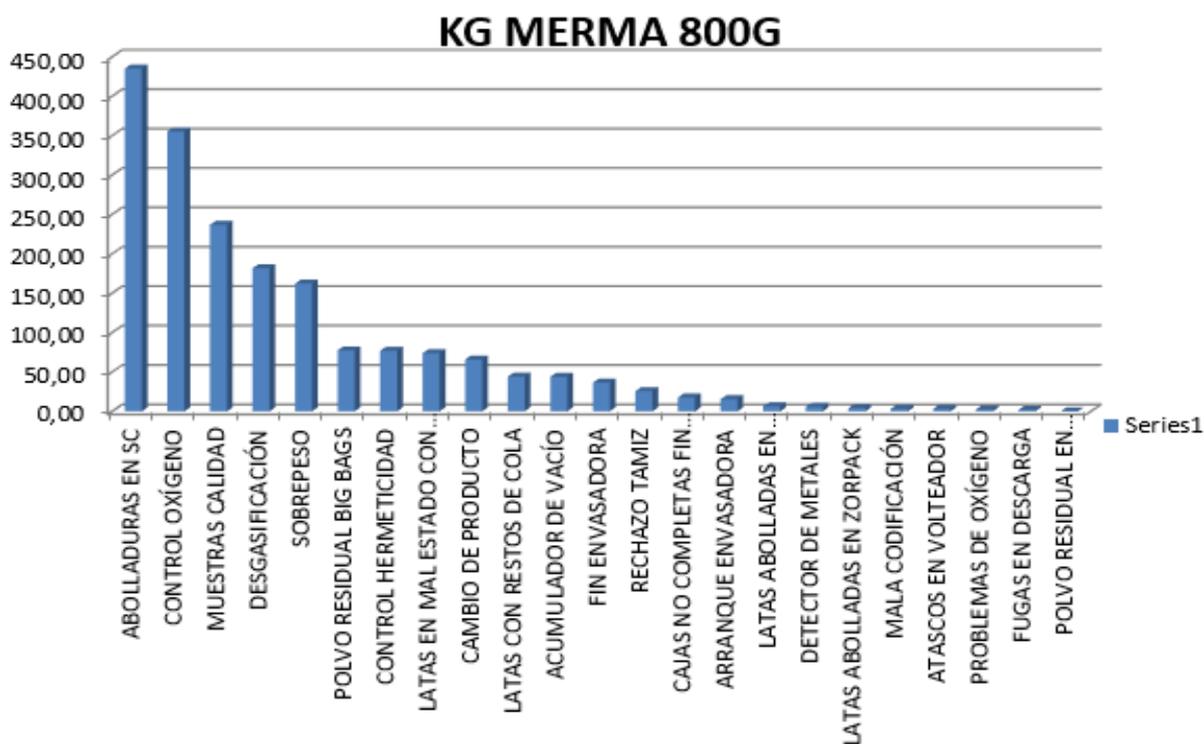


Figura 36: Diagrama de Pareto correspondiente a la merma generada en el formato de 400 g.

Para finalizar con los diagramas de Pareto, es importante elaborar también un diagrama que englobe todos los formatos ya que este será el resultado del kaizen (Figura 37).

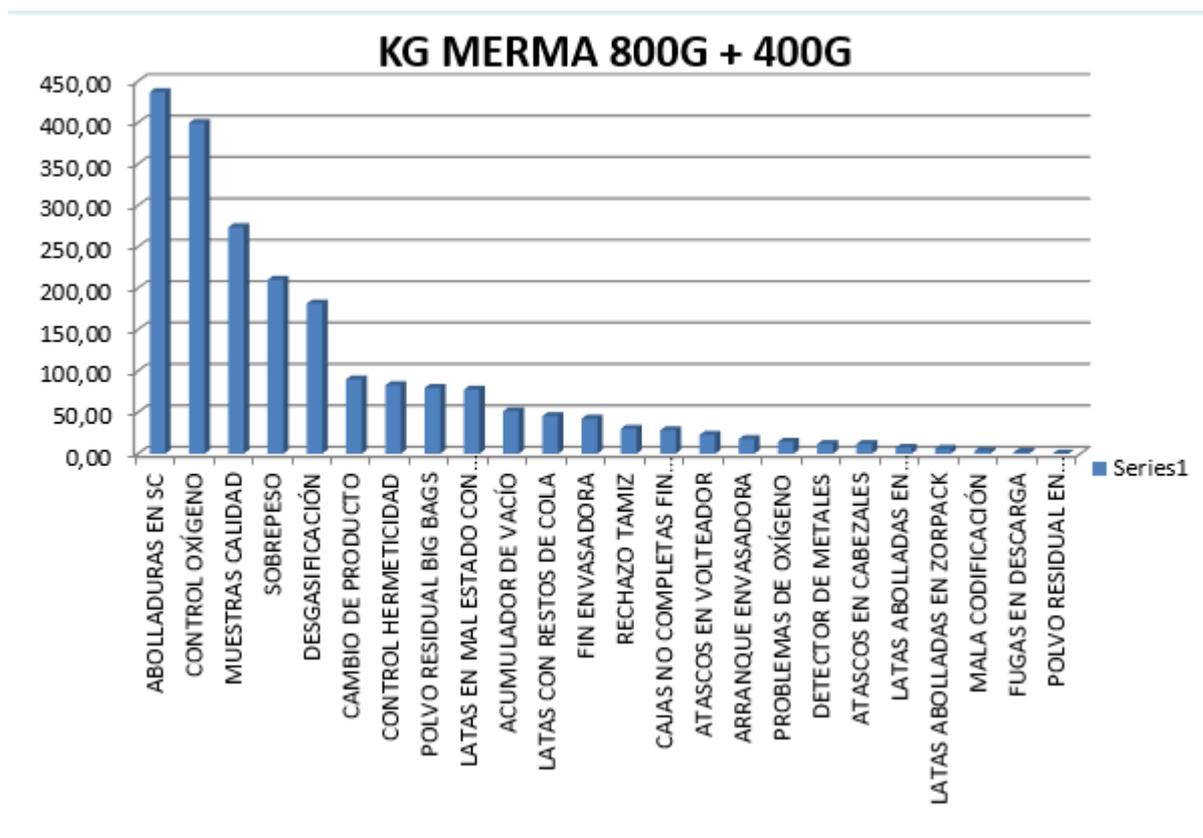


Figura 37: Diagrama de Pareto correspondiente a la merma generada en ambos formatos.

PASO 3: Generar posibles soluciones

Tras tener analizados los principales puntos de merma, el siguiente paso consiste en reunir al equipo para plantear las soluciones que pueden solucionar el problema. Para ello, se utiliza la lluvia de ideas, donde los miembros del equipo proponen las soluciones.

En la tabla 27 se muestran las soluciones propuestas.

Tabla 27: Soluciones propuestas para mejorar la merma de envasado y acondicionado en ambos formatos.

MOTIVO DE MERMA	ACCIÓN CORRECTORA
SOBREPESO	Reducir peso formato 400 g a 400,5 g
	Reducir peso formato 800 g a 800,5 g
	Reducir peso formato 900 g a 901 g
CONTROL OXÍGENO	Usar los botes de hermeticidad para control de O2
	Sustitución del control de O2 horario de producción por el control de calidad
	Posibilidad de reducción del número de muestreos
MUESTRAS CALIDAD	Tomar exactamente 30 muestras para leches de inicio y 10 para el resto
	Analizar necesidad de medir oxígeno a los 6 días
CAMBIO DE PRODUCTO	Redactar procedimiento
ATASCOS EN VOLTEADOR	Ajustar tiempos de arranque y paro
1ª CAPA PALET	Se confirma que se puede enviar <u>1 palet</u> con 1 caja como mínimo
ABOLLADURAS SC	Para la máquina cuando se detecte y analizar causa raíz
DESGASIFICACIÓN	Se ha desplazado el freno. Seguimiento
RECHAZO TAMIZ	Procedimiento con velocidades máximas

PASO 4: Planificar

El siguiente paso es definir los responsables que ejecutarán las acciones y la fecha límite para hacerlo (Tabla 28)

Tabla 28: Planificación de las acciones a llevar a cabo para reducir la merma de envasado y acondicionado.

MOTIVO DE MERMA	ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE
SOBREPESO	Reducir formato 400 g a 400,5 g	J.A.A.	9-dic.
	Reducir formato 800 g a 800,5 g	A.S.	9-dic.
	Reducir formato 900 g a 901 g	A.S.	15-dic.
CONTROL OXGÉNO	Usar los botes de hermeticidad para control de O2	C.S.	21-dic.
	Sustitución del control de O2 horario de producción por el control de calidad	A.S.	9-dic.
	Posibilidad de reducción del número de muestreos	C.S.	29-feb.
MUESTRAS CALIDAD	Tomar exactamente 30 muestras para leches de inicio y 10 para el resto	J.M.C.	9-dic.
	Analizar necesidad de medir oxígeno a los 6 días	J.M.C.	9-dic.
CAMBIO DE PRODUCTO	Redactar procedimiento	Rubén García	28-feb.
ATASCOS EN VOLTEADOR	Ajustar tiempos de arranque y paro	U.A.	29-ene.
1ª CAPA PALET	Se confirma que se puede enviar 1 palet con 1 caja como mínimo	M.E.	21-dic.
ABOLLADURAS SC	Para la máquina cuando se detecte y analizar causa raíz	B.L.	9-dic.
DESGASIFICACIÓN	Se ha desplazado el freno. Seguimiento	A.S.	9-dic.
RECHAZO TAMIZ	Procedimiento con velocidades máximas	Rubén García	29-ene.

PASO 5: Implementar

Las personas responsables de la ejecución de las acciones las realizarán dentro de los límites fijados. Si por cualquier causa no fuera posible respetar alguno de los límites, se replanificará la tarea.

Como puede verse en la Tabla 29, la acción de reducir el número de muestras queda descartada ya no se puede poner en peligro la calidad ni la seguridad alimentaria.

Tabla 29: Implantación de las acciones para reducir la merma de envasado y acondicionado en los formatos 400 g y 800 g.

MOTIVO DE MERMA	ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	FECHA IMPLANTACIÓN
SOBREPESO	Reducir formato 400 g a 400,5 g	J.A.A.	9-dic.	07-dic
	Reducir formato 800 g a 800,5 g	A.S.	9-dic.	10-dic
	Reducir formato 900 g a 901 g	A.S.	15-dic.	15-dic
CONTROL OXGÉNEO	Usar los botes de hermeticidad para control de O2	C.S.	21-dic.	21-dic
	Sustitución del control de O2 horario de producción por el control de calidad	A.S.	9-dic.	01-dic
	Posibilidad de reducción del número de muestreos	C.S.	29-feb.	DESCARTADO
MUESTRAS CALIDAD	Tomar exactamente 30 muestras para leches de inicio y 10 para el resto	J.M.C.	9-dic.	09-dic
	Analizar necesidad de medir oxígeno a los 6 días	J.M.C.	9-dic.	08-dic
CAMBIO DE PRODUCTO	Redactar procedimiento	Rubén García	28-feb.	28-feb
ATASCOS EN VOLTEADOR	Ajustar tiempos de arranque y paro	U.A.	29-ene.	27-ene
1ª CAPA PALET	Se confirma que se puede enviar 1 palet con 1 caja como mínimo	M.E.	21-dic.	22-dic
ABOLLADURAS SC	Para la máquina cuando se detecte y analizar causa raíz	B.L.	9-dic.	11-dic
DESGASIFICACIÓN	Se ha desplazado el freno. Seguimiento	A.S.	9-dic.	09-dic
RECHAZO TAMIZ	Procedimiento con velocidades máximas	Rubén García	29-ene.	29-ene

PASO 6: Verificar y asegurar

Para terminar hay que verificar la eficacia de las acciones. Para ello, se elabora una gráfica (Figura 37) para ver la progresión de la merma a medida que se van implantando las acciones.

En esta gráfica se representan las siguientes variables:

- Color rojo: Estado actual antes de implantar las mejoras.
- Color azul: Datos de merma obtenidos en las siguientes producciones.
- Color verde: Línea de tendencia del valor de merma.

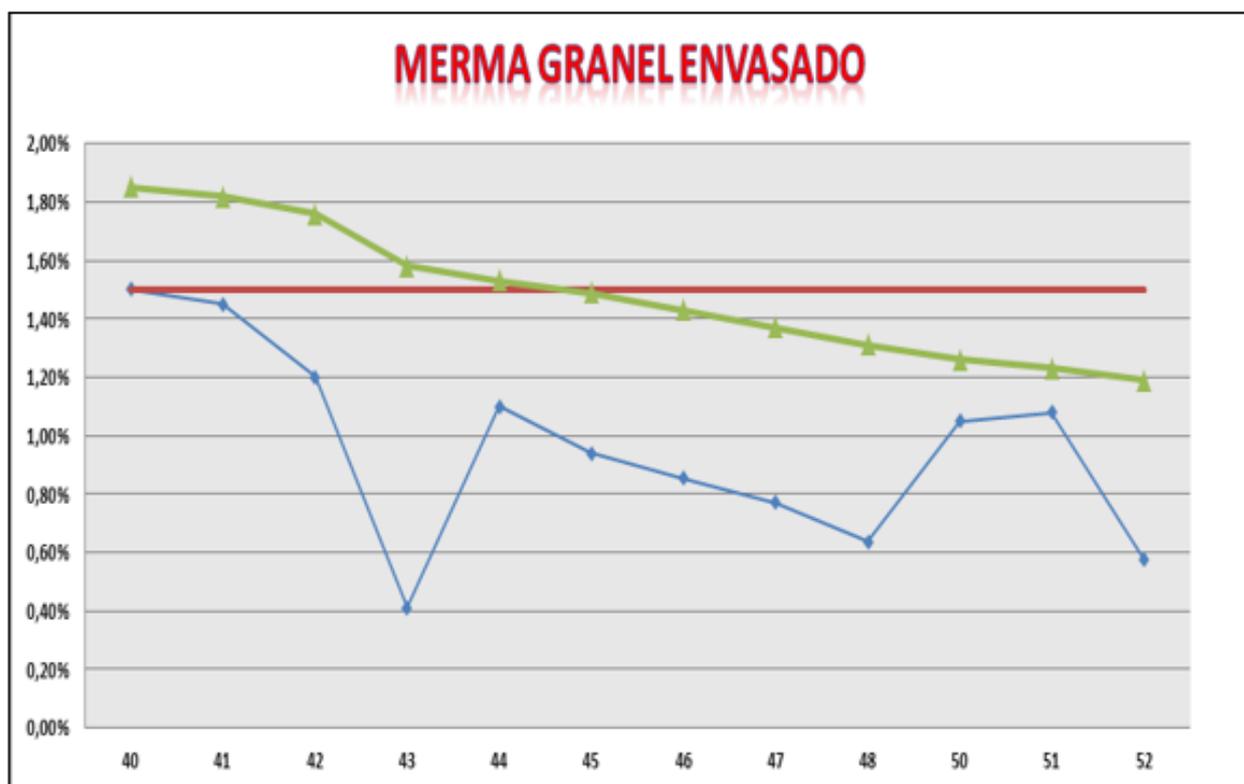


Figura 37: Gráfica de evolución de las acciones tras la implantación de las mejoras.
Línea roja: Línea base: Merma existente antes de iniciar el proyecto.
Línea verde: Tendencia de la merma a lo largo de las semanas.
Línea azul: Datos de merma obtenidos en las semanas durante y tras la implantación.

RESULTADOS:

Como puede verse en la línea verde de la Figura 26, en la última semana representada ya se logra el objetivo de reducir la merma del 1,2%. Hay que verificar en las próximas semanas que el resultado obtenido es sostenible en el tiempo.

Por tanto, teniendo en cuenta que la merma inicial que existía antes de poner en marcha el estudio era del 1,8%, el ahorro anual conseguido tras la implantación de las mejoras es de 73.000 €.

El cálculo se ha efectuado teniendo en cuenta el resultado final de merma obtenido del 1,18%.

Por tanto, los objetivos perseguidos en este Kaizen se dan también por conseguidos.

4.7.2- KAIZEN 3: Mejora de OEE en ENVASADO

Actualmente el OEE de la línea de envasado es del 51,35%. Para poder cumplir la premisa que plantea la empresa de poder envasar 8.700.000 unidades anuales en un turno diario de trabajo, es preciso mejorar el OEE.

Se necesitan envasar 8.700.000 uds, anuales. Teniendo en cuenta que el número de días anuales disponibles para fabricar es de 340, para hacer los cálculos, considero un factor de seguridad para estar cubiertos ante posibles eventualidades.

Teniendo en cuenta estos días disponibles, el OEE mínimo que necesitaremos tener para envasar todo el producto será del 62,5%. Con este OEE, necesitaríamos 322 días para fabricar. Como disponemos de 340 días, los cálculos son correctos.

Se modificará la velocidad de la línea base de 60 unidades por minuto a 90 unidades por minuto. Se define tras paso 2.

En todos los casos, siempre hay que asegurar la formación del equipo antes de poner en marcha la implantación de la herramienta. Esta formación consta de los siguientes puntos:

- Explicación teórica de la herramienta Kaizen a quien no la conoce
- Exposición de las fases del proyecto y calendario objetivo de finalización de cada fase.
- Apoyo de la dirección.

PASO 0: Constitución del equipo Kaizen

Al igual que en los casos anteriores, el equipo lo forma un conjunto multidisciplinar, representado por los departamentos de producción, mantenimiento, calidad, desarrollo y la dirección:

- Rubén García (líder),
- Director de la fábrica,
- Jefe de Mantenimiento,
- Directora de Calidad,
- Director de desarrollo de productos,
- Operario de mantenimiento (rotatorio, asiste a las reuniones el que esté en el turno),
- 2 personas de producción (también rotando según turnos)

PASO 1: Definir el problema y el objetivo

Tal y como se ha comentado anteriormente, hay varios problemas que impiden alcanzar los objetivos de la empresa. Estos problemas son los siguientes:

- El OEE de la línea de envasado es muy bajo
- La velocidad de diseño de la línea de 60 unidades por minuto resulta insuficiente para poder envasar las 8.700.000 unidades anuales en un solo turno.

Teniendo en cuenta los problemas planteados, los objetivos que deberán cumplirse para poder satisfacer las demandas de la empresa son las siguientes:

- Mejorar el OEE de la línea de envasado al 62,5%
- Aumentar la velocidad de la línea a 90 p/m para poder envasar en un turno la fabricación de granel de un día.

Como ya se ha comentado, existe un sistema de control automático de las paradas y medición de EOO (MES). De este sistema, es sencillo extraer un informe para analizar la situación actual. Este informe puede verse en la figura 38.

Puesto LEC; ENVASADORA PLC8													
Mes de imputación	T. total disponible	T. util de trabajo	T. perdido paros	T. de operación	Pérdidas velocidad	Microparadas	T. efectivo operación	Pérdidas calidad	T. EF. OP. Val. Año.	Disp.(%)	Rdto.(%)	Calidad(%)	OEE(%)
2016 / 01	119:40:04	119:40:04	65:59:51	53:40:13	6:10:07	1:03:08	49:29:58	-0:53:38	47:20:36	44,85%	88,55%	101,62%	39,56%
2016 / 02	160:27:13	160:27:13	65:27:09	95:00:03	7:24:54	2:51:26	84:43:43	-0:11:45	84:55:28	59,21%	99,19%	100,23%	52,93%
2016 / 03	145:52:42	145:52:42	65:04:04	80:48:39	21:28:57	1:56:43	57:22:59	-0:20:56	57:43:55	55,40%	71,01%	100,61%	39,58%
2016 / 04	148:14:37	148:14:37	65:16:56	80:57:41	6:25:29	3:01:15	71:30:57	-0:17:17	71:48:14	55,36%	88,33%	100,40%	49,10%
2016 / 05	140:59:43	140:59:43	66:30:39	74:29:04	-1:03:37	2:47:04	72:45:37	0:36:06	72:09:31	52,63%	97,69%	99,17%	51,18%
2016 / 06	161:24:44	161:24:44	64:26:43	96:58:01	-10:34:14	3:35:17	103:56:58	0:34:05	103:22:54	60,07%	107,20%	99,46%	64,05%
2016 / 07	99:20:34	99:20:34	39:05:24	60:15:10	-8:33:40	2:14:56	64:33:54	0:26:42	64:07:13	60,66%	107,16%	99,31%	64,54%
2016 / 08	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2016 / 09	128:15:17	128:15:17	59:12:56	67:02:21	-0:02:16	2:49:08	64:15:30	0:44:11	63:31:19	53,10%	95,65%	98,85%	50,31%
Total puesto	1100:14:54	1100:14:54	491:03:42	609:11:12	23:15:38	20:16:57	565:38:37	0:37:27	564:59:10	55,37%	92,85%	99,99%	51,35%

Figura 38: Informe de OEE antes de iniciar la implantación de la herramienta KAIZEN

Tal y como puede verse en este informe, el OEE inicial es del 51,35%.

Como el informe de paros es muy genérico, es preciso elaborar una toma de datos anual para poder tener una información más precisa de los motivos de paro.

Se efectúa una toma de datos manual. Como siempre, se da mucha importancia a esta etapa ya que influye directamente en el resultado final del kaizen. Se efectúa esta toma de datos para los formatos 400 g y 800 g y se realiza de manera extensa, dedicando a esta tarea 3 semanas.

Tabla 30: Paradas de la línea de envasado en el formato 400 g.

	MOTIVO PARO	TIEMPO	% UNITARIO	% ACUMULADO
ACUMULADO 400g	Polvo atascado planta 1 sin lactosa	60	15,96%	15,96%
	Atasco cinta bajada sobretapas	40	10,64%	26,60%
	Bolsa interior BB desprendida	31	8,24%	34,84%
	Marco no cogido	26	6,91%	41,76%
	Rechazo robot cacitos lleno	26	6,91%	48,67%
	Pistola lateral zorpack	23	6,12%	54,79%
	Atasco volteador	22	5,85%	60,64%
	Rayos X	19	5,05%	65,69%
	Cacito en estrella	19	5,05%	70,74%
	Sensor planta 1 falseado	17	4,52%	75,27%
	Atasco salida disco sobretapas	17	4,52%	79,79%
	Supervisión movimiento robot cacitos	12	3,19%	82,98%
	Cartón no cogido zorpack	11	2,93%	85,90%
	Generadores de vacío robot cacitos	11	2,93%	88,83%
	Atasco pulmon lata vacía	8	2,13%	90,96%
	Fondo invertido	8	2,13%	93,09%
	Falta de fondos	7	1,86%	94,95%
Fondo atascado	7	1,86%	96,81%	
Sensor planta 0 falseado	4	1,06%	97,87%	
Cartón mal desplazado zorpack	4	1,06%	98,94%	
Seguridad eje central JBT	4	1,06%	100,00%	

En la tabla 31 se muestran las paradas en formato 800 g. De la misma manera, se aprovecha este informe para identificar los motivos de paro que generan el 80 % de los tiempos de paro.

Tabla 31: Paradas de la línea de envasado en el formato 800 g.

	MOTIVO PARO	TIEMPO	% UNITARIO	% ACUMULADO
ACUMULADO 800 g	Sensor planta 0 falseado	108	12,51%	12,51%
	Marco no cogido	83	9,62%	22,13%
	Bolsa interior absorbida	68	7,88%	30,01%
	Rechazo masivo de peso	55	6,37%	36,38%
	Sensor planta 1 falseado	46	5,33%	41,71%
	Tolva sin polvo por cambio de BB	42	4,87%	46,58%
	Cartón no cogido del alimentador	39	4,52%	51,10%
	Atasco estrella cacitos	38	4,40%	55,50%
	Atasco pulmon lata vacía	35	4,06%	59,56%
	Cartón mal desplazado zorpack	31	3,59%	63,15%
	Atasco salida pulmón despaletizador	29	3,36%	66,51%
	Atasco salida disco sobretapas	27	3,13%	69,64%
	Tapa invertida por separación de fondos	27	3,13%	72,77%
	Robot de cacitos. Rendimiento	23	2,67%	75,43%
	Falta de sobretapas en tolva	21	2,43%	77,87%
	Atasco tapa montada sobretapas	21	2,43%	80,30%
	Cartón mal estado. Zorpack	19	2,20%	82,50%
	Cacito atascado en estrella envasadora	16	1,85%	84,36%
	Bote sin sobretapa	16	1,85%	86,21%
	Control de cierre	16	1,85%	88,06%
	Goteras	14	1,62%	89,69%
	Falta fondos cerradora	11	1,27%	90,96%
	Atasco volteador	11	1,27%	92,24%
	Tapa invertida real	11	1,27%	93,51%
	Lata atascada en UV	11	1,27%	94,79%
	Sin cacitos en tolva	10	1,16%	95,94%
Polvo atascado en PPS	10	1,16%	97,10%	
Lata atascada en volteador	7	0,81%	97,91%	
Pack mal formado	7	0,81%	98,73%	
Pulmón rechazo cacitos lleno	6	0,70%	99,42%	
Hand Broken. Lata sin coger	5	0,58%	100,00%	

PASO 2: Analizar los hechos

Los motivos de paro analizados hasta ahora son todos paros no programados. Hay que analizar también los paros programados (comidas, arranque y finalización de producción, automantenimientos, limpiezas, etc.). Esta información es fácil de obtener del sistema MES.

Para calcular el objetivo del kaizen, además de tener en cuenta el OEE mínimo necesario para poder envasar en un solo turno el total de la producción planteado por la empresa, hay que tener en cuenta la mejora teórica de OEE que aportarán las mejoras a implantar una vez analizados los motivos de paro.

Para ello, en primer lugar se efectúa el cálculo de los paros programados. El siguiente paso es calcular el OEE resultante teniendo sólo en cuenta las mejoras reduciendo los paros programados.

Posteriormente, se calcula el OEE objetivo de paros programados teniendo en cuenta la estimación de las mejoras a implantar para fijar un objetivo de OEE teniendo en cuenta sólo paros programados.

Tras efectuar los cálculos, el OEE resultante teniendo sólo en cuenta los paros programados es del 72,53 %. Los cálculos pueden verse en la tabla 32.

Tabla 32: OEE objetivo resultante tras el análisis de los paros programados (Por el momento no se tienen en cuenta los paros programados).

PAROS PROGRAMADOS	SITUACIÓN ACTUAL						OBJETIVO		
	MINUTOS INVERTIDOS	Nº	MINUTOS/PARO	% FRENTE PAROS	ACUMULADO	% FRENTE OEE	MEJORA MIN PARO	MIN INVERT 2	% FRENTE OEE
Mantenimiento programado	5670	27	210,0	28,8%	28,79%	10,08%	150	4050	7,20%
Arranque de producción	3860	136	28,4	19,6%	48,38%	6,86%	18	2448	4,35%
Limpieza de alérgenos	2633	4	658,3	13,4%	61,75%	4,68%	658,3	2633,2	4,68%
Cambio de formato	2425	14	173,2	12,3%	74,06%	4,31%	87	1218	2,17%
Finalización de la producción	2146	119	18,0	10,9%	84,96%	3,82%	18,0	2142	3,81%
Descanso del personal	1695	81	20,9	8,6%	93,56%	3,01%	20,9	1692,9	3,01%
Cambio de producto	914	53	17,2	4,6%	98,20%	1,62%	17,2	911,6	1,62%
Cambio de referencia	352	62	5,7	1,8%	99,99%	0,63%	5,7	353,4	0,63%
TOTAL	19697					35,01%		15449,1	27,47%

OEE PAROS PROGRAMADOS ACTUAL	64,98%
OEE PAROS PROGRAMADOS TRAS MEJORAS	72,53%

De la misma manera, se hace también el análisis de los paros no programados (averías, retrasos, etc.). Este análisis se muestra en la tabla A2 de los Anejos a la memoria.

Como puede verse en la tabla A2, tras efectuar el análisis de cuánto se podría mejorar el OEE de los paros no programados, se recalcula el OEE objetivo teniendo en cuenta sólo estos paros no programados.

Tras hacer este cálculo, el OEE objetivo resultante teniendo en cuenta sólo los paros no programados se muestra en la figura 40 y es de 89,98 %

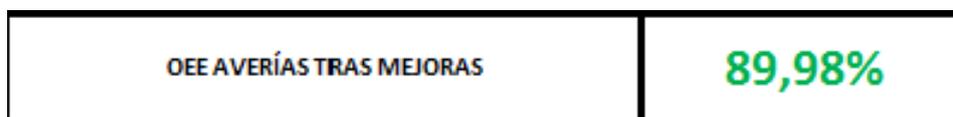


Figura 40: Objetivo de OEE tras el análisis de los paros no programados (No se tienen en cuenta los paros no programados)

Después de analizar los paros por separado, se unifican todos ellos para definir un objetivo global de OEE.

Para calcularlo, se multiplica el OEE objetivo con paros programados tras la mejoras por el OEE objetivo sin paros programados y se multiplica por el término de calidad objetivo.

Tras efectuar todos los cálculos, el objetivo del equipo de trabajo se muestra en la figura 41 y es del 62,51%:



Figura 41: Objetivo de OEE tras el análisis de los paros no programados (No se tienen en cuenta los paros no programados)

PASO 3: Generar posibles soluciones

Se lleva a cabo una lluvia de ideas para buscar las posibles soluciones a los motivos de paro a analizar, abordando por el momento el 80% de los paros. Estos motivos de paro los analizaremos en un diagrama de Pareto (Figura 42).

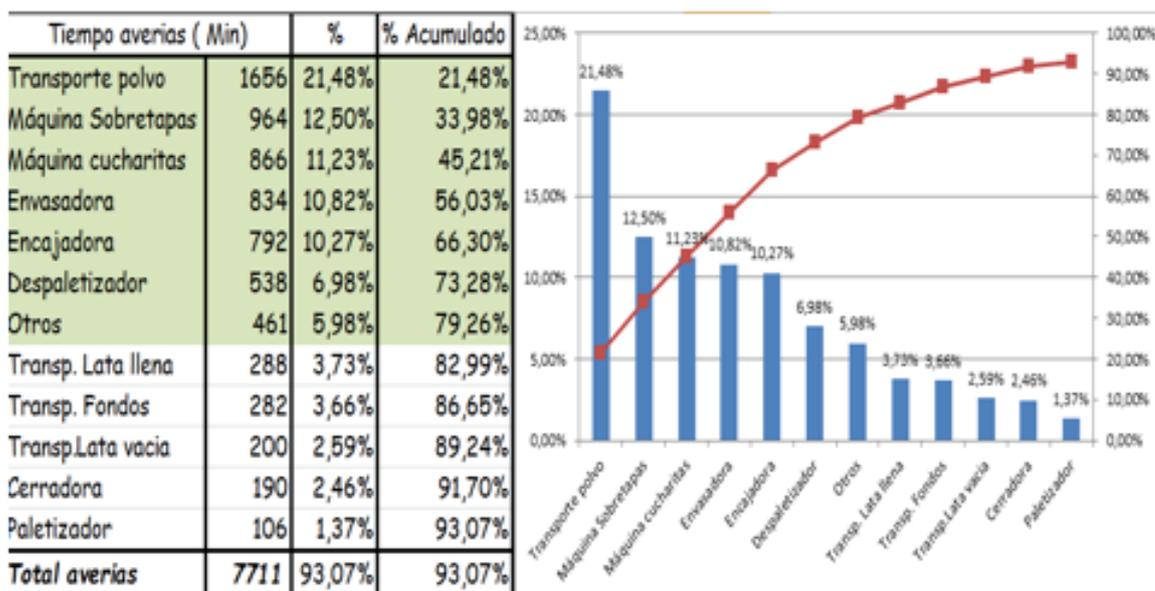


Figura 42: Diagrama de Pareto con los motivos de paro.

De esa lluvia de ideas, derivan las acciones planteadas en las tablas 33 y 34. La implantación de estas acciones deberá conseguir el objetivo planteado.

Tabla 33: Acciones a llevar a cabo para mejorar el OEE de la línea de envasado

PROBLEMA	CAUSA RAÍZ		SOLUCIÓN
Paradas despaletizador por marco no cogido	El marco se recibe con cantos redondeados	1	Notificar al proveedor. No enviar marcos redondeados
	Reducir el tamaño de los separadores de cartón para que no se doblen las esquinas	2	Transmitir al proveedor
	El marco se resbala en las pinzas	3	Poner una placa en los recogedores para aumentar la superficie de contacto
Paras en vaciado de big bags porque la bolsa de los big bags es absorbida por la instalación	La inclinación de las asas de los big bag hace que los tags de unión se rasguen en el llenado	4	Implantar un big bag con de mayor anchura para que las asas queden perpendiculares en el llenado
Paradas en vaciado de big bags porque la lectura del sensor de la primera planta se queda leyendo nivel cuando la tolva se vacía	Se queda suciedad falseando la señal	5	Revisar la sensibilidad del sensor o ponerle un soplo
	La automatización no permite llenar la tolva con el nivel medio cubierto	6	Cambiar la automatización. Que la carga se active pasado un tiempo de descubrirse el máximo
Se para la línea por atasco en cinta de bajada sobretapas	Nivel de tapas inadecuado en el disco	7	Analizar el problema en profundidad
	Pérdida de tracción de una tapa hace que la siguiente se monte sobre la anterior	8	Analizar el problema en profundidad
Se llena el rechazo de latas con defecto de peso	Llega polvo con diferente densidad al caer el polvo cercano a las paredes tras vaciarse la tolva de Radar	9	Comprobar que se resuelve al corregir el problema 3
Paradas en encajadora al atascarse el cartón en el alimentador	Diferencias de cartón entre proveedores	10	Hacer registro de seguimiento de la incidencia por proveedor

Tabla 34: Acciones a llevar a cabo para mejorar el OEE de la línea de envasado

Se para la envasadora por falta de botes	Se atascan las latas a la salida del pulmón no siendo leídos por la fotocélula de marcha atrás	11	Cambiar la ubicación de la fotocélula
Se para la envasadora por falta de polvo	En los cambios de big bag se vacía la instalación	12	La resolución del problema 2 implica usar big bags de mayor capacidad
El robot de cacitos se queda sin botes	Mala posición sensor que activa la estrella	13	Cambiar ubicación. Buscar una posición perpendicular a las latas
Bloqueo estrella PLF	Llegada de cacito a dicha estrella	14	Analizar funcionamiento del robot de cacitos 1
El mantenimiento programado supone un 10,08% de pérdida de OEE	La ejecución de las tareas no está procedimentada	15	Analizar las tareas y documentarlo
El inicio de producción supone una pérdida del 6,68% de OEE	El control de cierre retrasa el arranque	16	Consultar con calidad la posibilidad de hacer el control de cierre por la tarde
	el tarado de básculas retrasa el arranque	17	Tarar las básculas en turno de tarde
	Comprobar el rechazo de cacitos retrasa el arranque	18	Comprobar el rechazo de cacitos por la tarde
	Llenar los cabezales de polvo retrasa mucho el arranque	19	Dejar cabezales con polvo cuando no se cambia de variedad
Los cambios de formatos suponen un 4,31% de OEE	Hay que poner en marcha las acciones analizadas en el SMED	20	Formación de las personas de vaciado en cambio de PLF y cacitos

PASO 4: Planificar

El siguiente paso es planificar las acciones teniendo en cuenta el plan de producción. Se asignará un responsable de ejecución a cada una de ellas y una fecha límite (Tabla A3 de la sección Anejos a la memoria).

PASO 5: Implementar

Después de la puesta en marcha de cada acción, la persona responsable de ejecutar la misma anotará la fecha en que la ha ejecutado. Una vez hecho esto, la persona que opera la instalación valida la eficacia de la misma. De esta manera, además de controlar que la acción se ha ejecutado, verificaremos la eficacia de la misma. Esto nos ayudará a determinar si la acción propuesta es capaz de corregir el problema. En la tabla A4 incluida en los anejos a la memoria se recoge la fase de implementación.

PASO 6: Verificar y asegurar

Para la fase de verificación se utiliza el indicador de OEE de la fábrica. Este indicador es actualizado semanalmente por el administrativo.

En la figura 42 se muestra la evolución de este indicador. Se observa una clara tendencia positiva desde la implantación de las acciones.

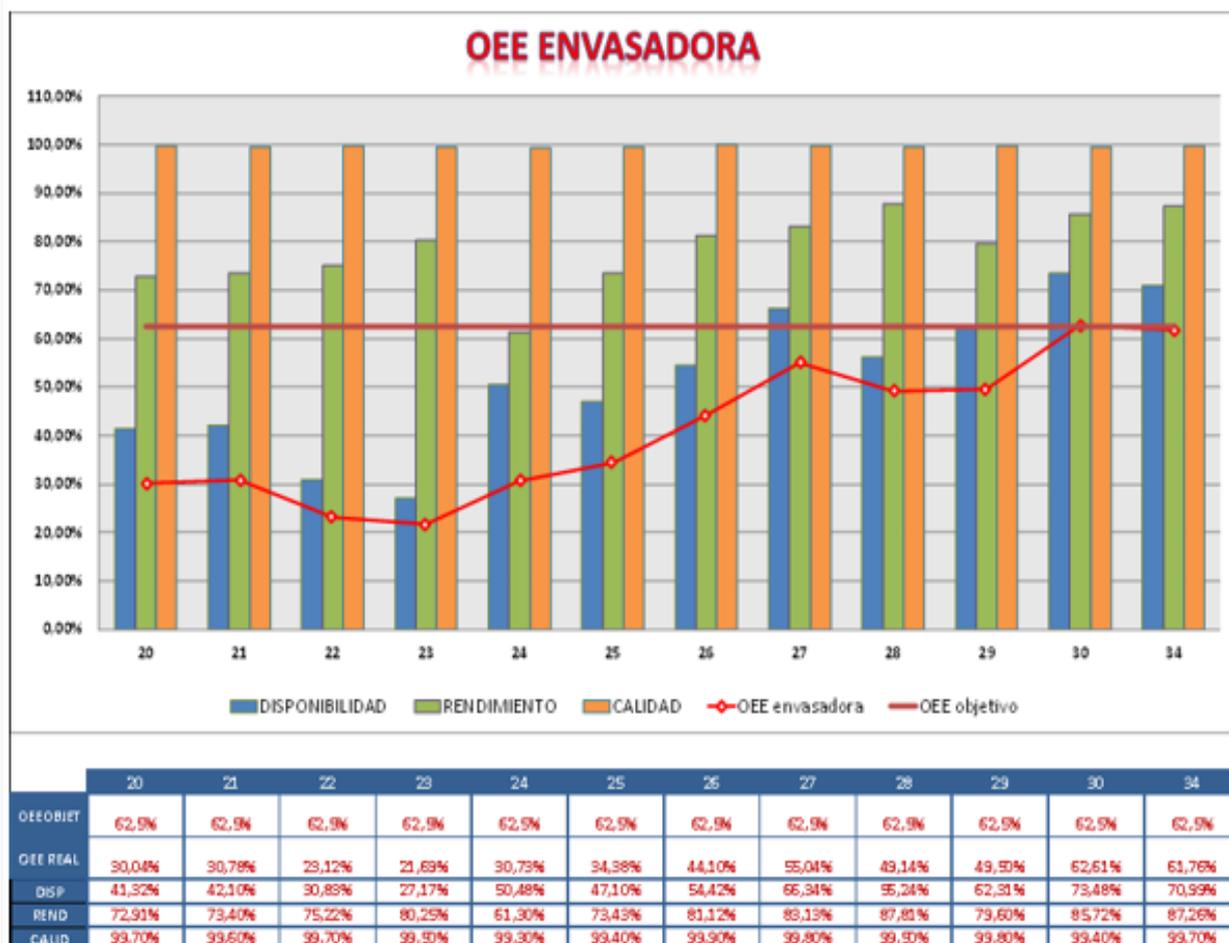


Figura 42: Evolución del OEE de la línea de envasado tras la implantación de las mejoras.

Línea marrón: OEE objetivo (62,9%)

Línea roja: OEE real (Dato de OEE obtenido en las semanas de fabricación durante y finalizada la implantación).

Diagramas de barras azul, verde, naranja: Datos de Disponibilidad, rendimiento y calidad obtenidos durante las semanas de implantación.

RESULTADOS:

Se observa claramente la mejoría de OEE de la línea.

Aunque se ha alcanzado el objetivo marcado en la semana 30, hay que verificar que el objetivo se mantiene en el tiempo.

Se corresponde con la fase más difícil. Una vez verificadas las implantaciones de las acciones, hay que comprobar la estabilidad de las mismas en el tiempo.

Hasta que esto no se haga, no se pueden cerrar dichas acciones.

Una vez que se confirme en el tiempo el cumplimiento del objetivo, el Kaizen se dará por cerrado.

4.8- RESUMEN DE LOS RESULTADOS TRAS LA IMPLANTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN EN ALTER FARMACIA

En resumen, el resultado de la implantación de Lean Manufacturing en la empresa Alter farmacia (Nutribén) en relación a los problemas planteados inicialmente ha sido el siguiente:

PROBLEMA 1:

1- La depuradora existente no es capaz de conseguir una reducción de los niveles de DQO aceptables.

Tal y como se estimó anteriormente, el objetivo de merma líquida no puede superar el 3%

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos tras la implantación de las herramientas Lean, se muestra en la figura 43 el buen resultado obtenido al problema planteado.

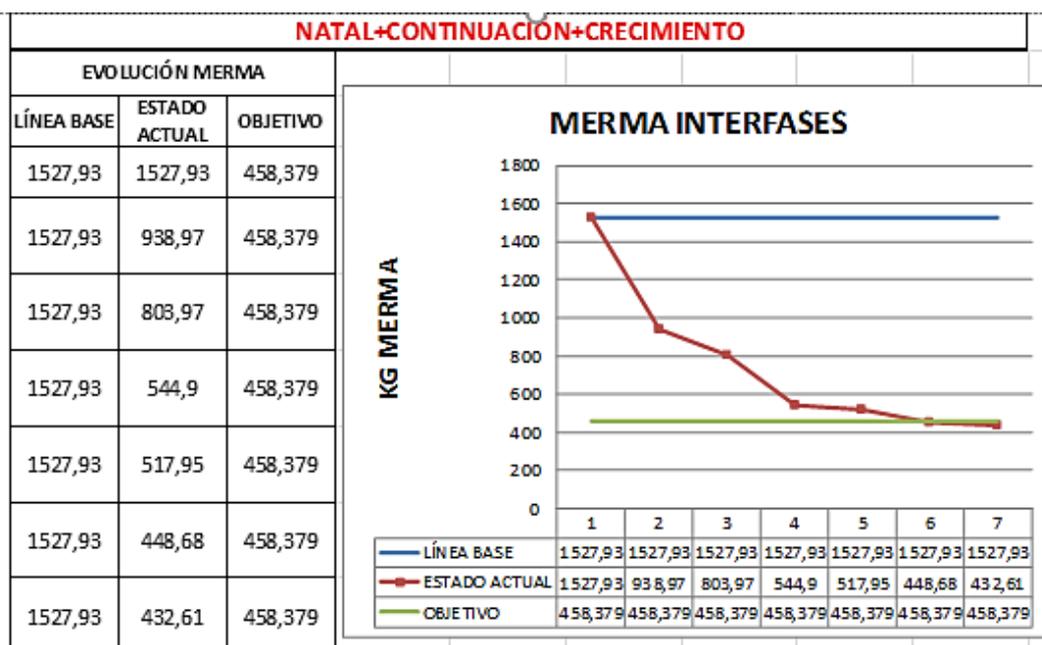


Figura 43: Resultado de kg de merma obtenido tras la implantación de Lean Manufacturing.

Efectuando los cálculos correspondientes, la merma conseguida tras la implantación ha sido del 2,799 %, lo que supone un ahorro económico de 277.534 €.

Como el objetivo de merma máximo planteado es del 3 %, se da por resuelto el primer problema.

PROBLEMA 2:

- 1- Actualmente, la línea de envasado tiene una capacidad de 6.000.000 de unidades / año (4.800.000 kg). Se están fabricando actualmente 5.200.000 unidades pero un tercer cliente solicita una producción de 3.500.000 unidades al año adicionales, alcanzando un total de 6.960.000 kg.

Tal y como se ha analizado anteriormente, para poder garantizar el disponer de la capacidad mínima para fabricar las 8.700.000 unidades al año, el OEE resultante debe ser como mínimo del **62,5%**.

Después de implantar todas las herramientas Lean descritas en el presente estudio, se alcanzó el siguiente resultado mostrado en la figura 44:

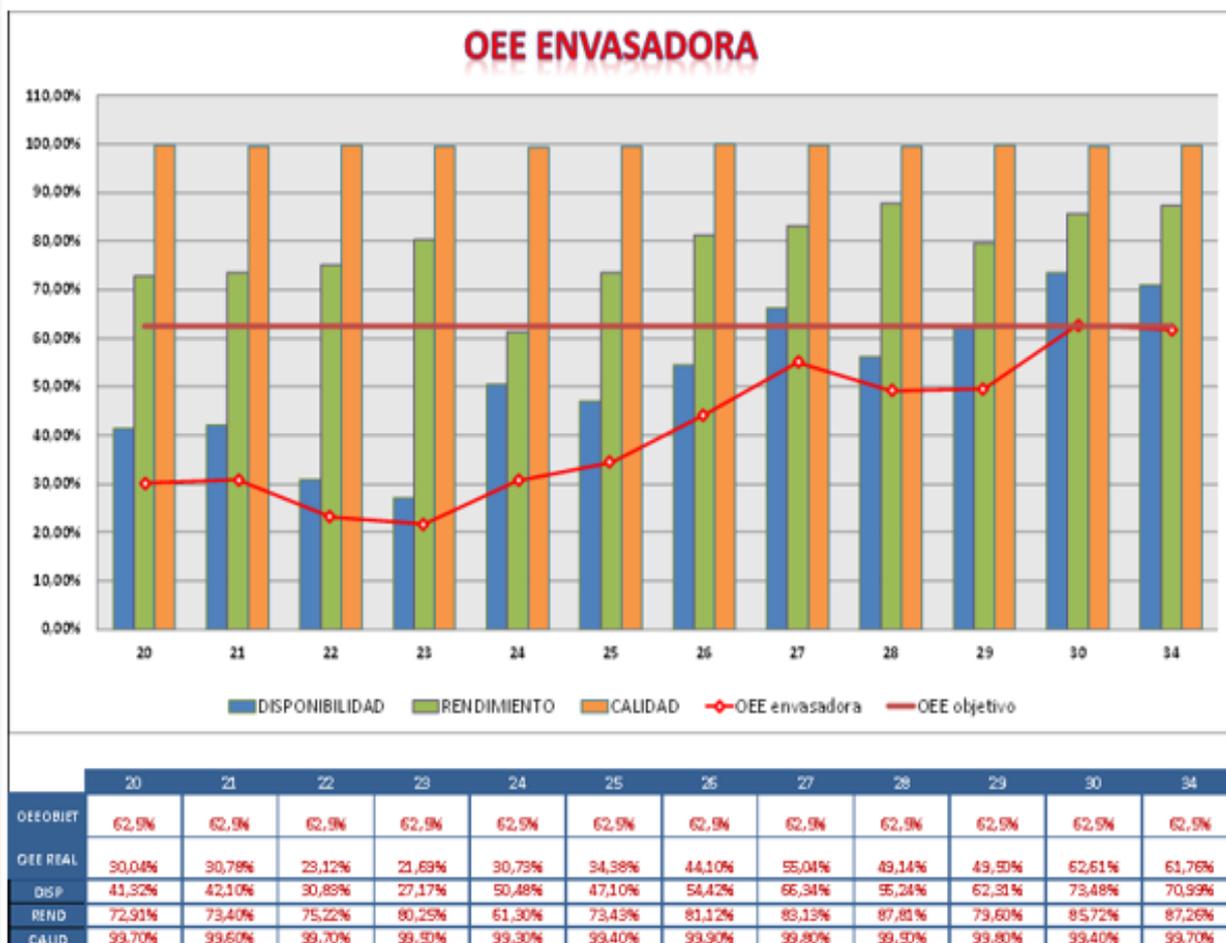


Figura 44: Evolución del OEE de la línea de envasado tras la implantación de las mejoras.

Línea marrón: OEE objetivo (62,9%)

Línea roja: OEE real (Dato de OEE obtenido en las semanas de fabricación durante y finalizada la implantación).

Diagramas de barras azul, verde, naranja: Datos de Disponibilidad, rendimiento y calidad obtenidos durante las semanas de implantación.

Como puede verse, la penúltima semana del estudio se ha alcanzado el objetivo (62,61 %) y en la última prácticamente también (61,76 %). Teniendo en cuenta el coeficiente de seguridad aplicado a la hora de definir el objetivo, la planta ya tiene capacidad para poder fabricar la cantidad solicitada. No obstante, hay que seguir haciendo seguimiento de este indicador para asegurar que los resultados se mantienen en el tiempo.

5. Conclusiones

5.- Conclusiones

Derivado del proceso de implantación del sistema Lean Manufacturing en la empresa Nutribén, se deducen las siguientes conclusiones:

- 1- La aplicación del sistema Lean Manufacturing se encuentra asociado a una mejora en la eficiencia de los procesos productivos de la empresa. Esta mejora de la eficiencia se traduce en un aumento del OEE y un ahorro económico importante en el proceso productivo. Estos ahorros son resultado de necesitar menos tiempo para fabricar la misma cantidad de producto, mejorar la merma, reducir el material no apto por defectos de fabricación, etc.
- 2- El sistema Lean Manufacturing también permite reducir el impacto ambiental de la actividad desarrollada por la empresa debido fundamentalmente a optimizar los materiales de envase o reducir la carga orgánica de los vertidos gracias a la reducción de merma. También puede mejorarse la eficiencia energética optimizando la energía consumida o proponiendo el consumo de energías renovables.
- 3- Del mismo modo, existen otros impactos positivos originados tras la implantación como el aumento de la cualificación técnica de los empleados debido a que serán capaces de desempeñar tareas de mayor complejidad técnica.
- 4- También hay que destacar que Lean Manufacturing es muy útil para reducir los accidentes laborales al convertirse en uno de los indicadores que se analizarán en las reuniones TOP 5 y TOP 30. De estas reuniones se derivarán acciones para corregir cualquier desviación detectada en seguridad laboral.
- 5- Otro aspecto fundamental es la mejora en seguridad alimentaria y calidad de los productos. Esta mejora se consigue a través de las reuniones TOP5 y TOP 30 y también con la estandarización de los procesos y formación del personal. La implantación de Lean Manufacturing genera una mayor homogeneidad en el producto final, evitando las diferencias entre productos de la misma referencia.
- 6- Lean Manufacturing puede aplicarse a cualquier empresa de cualquier sector y a cualquier parte de la organización de la empresa, pudiendo aplicarse también a los departamentos de mantenimiento, logística, administración, proyectos, calidad, planificación, recursos humanos, etc.

6. Anejos a la memoria

.

Tabla A1: Matriz de desempeño de la fábrica de papillas y potitos

Cód RH/IIH	Nombre	Apellidos	Fábrica de : Papillas y potitos																Prestación de empleado				
			Revisión: 1		Fecha: 24/08/2019																		
1			Preparado potitos	Ay. Prep. potitos	Envasado potitos	Ay. Env. potitos	Autoclave potitos	Ay. Autoclave	Final potitos	Mag. Noche	Preparado papillas	Ay. Prep. papillas	Secado papillas	Envasado papillas	Final papillas	Ay. Final papillas	Operario (en papillas)	En Formación	Operación	Competente	Experto	Actual	Próxima
2										X								0	0	1	1	83%	83%
3																		0	0	0	0	7%	7%
4			X			X												0	1	1	1	20%	20%
5				X														0	0	0	1	7%	7%
6																		1	0	1	1	20%	20%
7																		0	0	1	1	83%	83%
8																		0	0	1	1	20%	20%
9			X															0	1	0	1	14%	14%
10						X												0	0	1	1	27%	27%
11																		0	0	0	1	7%	7%
12									X									0	0	0	1	7%	7%
13																		0	1	0	1	83%	83%
14				X														1	0	0	1	7%	7%
15																		2	0	0	1	20%	20%
16																		0	0	0	1	7%	7%
17							X											0	0	0	1	83%	83%
18																		0	0	0	1	7%	7%
19																		0	0	0	1	83%	83%
20							X											0	0	0	2	100%	100%
21				X														0	1	0	1	7%	7%

Promedio: 11%	14%
Máximo: 20%	27%
Mínimo: 7%	7%

INDICADOR	9%
	38%
	87%

Alumno/a: Rubén García Fernández
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Máster en Ingeniería Agronómica

Tabla A2: Propuesta de mejoras de tiempos para el cálculo de OEE

AVERÍAS	SITUACIÓN ACTUAL						OBJETIVO	
	MINUTOS 900G	MINUTOS 400G	TIEMPO AVERÍA 400 G TEÓRICO	PROMEDIO AVERÍA	% FRENTE AL TOTAL	ACUMULADO		% FRENTE OEE
Sensor planta 0 falseado	108	4	11	85	9,34%	9,34%	1,61%	10
Marco no cogido	83	26	73	81	8,87%	18,21%	1,53%	27
Bolsa interior absorbida	68	31	87	73	7,98%	26,19%	1,38%	40
Sensor planta 1 falseado	46	17	48	46	5,11%	31,30%	0,88%	46
Atasco tapa montada sobretapas	21	40	112	43	4,70%	36,01%	0,81%	43
Rechazo masivo de peso	55	0	0	42	4,61%	40,61%	0,80%	42
Polvo atascado planta 1 sin lactosa	0	60	168	40	4,42%	45,03%	0,76%	0
Cartón no cogido del alimentador	39	11	31	37	4,08%	49,11%	0,70%	15
Atasco pulmón lata vacía	35	8	22	32	3,52%	52,63%	0,61%	15
Tolva sin polvo por cambio de BB	42	0	0	32	3,52%	56,15%	0,61%	10
Atasco salida disco sobretapas	27	17	48	32	3,51%	59,67%	0,61%	32
Atasco estrella cactus	38	0	0	29	3,18%	62,85%	0,55%	5
Cartón mal desplazado zorpac	31	4	11	26	2,89%	65,74%	0,50%	26
Cacilo atascado en estrella envasadora	16	19	53	25	2,74%	68,48%	0,47%	25
Atasco volteador	11	22	62	23	2,54%	71,02%	0,44%	23
Atasco salida pulmón despalletizador	29	0	0	22	2,43%	73,45%	0,42%	22
Pulmón rechazo cactus lleno	6	26	73	22	2,42%	75,87%	0,42%	22
Tapa invertida por separación de fondos	27	0	0	21	2,26%	78,13%	0,39%	21
Robot de cactus. Rendimiento	23	0	0	18	1,93%	80,06%	0,33%	18
Falta de sobretapas en tolva	21	0	0	16	1,76%	81,82%	0,30%	16
Pistola lateral encajadora	0	23	65	15	1,69%	83,51%	0,29%	15
Cartón mal estado. Zorpac	19	0	0	14	1,59%	85,11%	0,27%	14
Falta fondos cerradora	11	7	20	13	1,44%	86,54%	0,25%	13
Ramos X	0	19	53	13	1,40%	87,94%	0,24%	13
Bote sin sobretapa	16	0	0	12	1,34%	89,28%	0,23%	12
Control de cierre	16	0	0	12	1,34%	90,62%	0,23%	12
Goteras	14	0	0	11	1,17%	91,80%	0,20%	11
Tapa invertida real	11	0	0	8	0,92%	92,72%	0,16%	8
Lata atascada en UV	11	0	0	8	0,92%	93,64%	0,16%	8
Supervisión movimiento robot cactus	0	12	34	8	0,88%	94,52%	0,15%	8
Sin cactus en tolva	10	0	0	8	0,84%	95,36%	0,14%	8
Polvo atascado en PPS	10	0	0	8	0,84%	96,20%	0,14%	8
Generadores de vacío robot cactus	0	11	31	7	0,81%	97,01%	0,14%	7
Fondo invertido	0	8	22	5	0,59%	97,60%	0,10%	5
Lata atascada an volteador	7	0	0	5	0,59%	98,18%	0,10%	5
Pack mal formado	7	0	0	5	0,59%	98,77%	0,10%	5
Fondo atascado	0	7	20	5	0,52%	99,29%	0,09%	5
Hand Broken. Lata sin cogér	5	0	0	4	0,42%	99,71%	0,07%	4
Seguridad eje central cerradora	0	4	11	3	0,29%	100,00%	0,05%	3
	863	376	1056	909	100,00%			623

Tabla A3: Planificación de las acciones para mejorar el OEE de la línea de envasado

PLANIFICACIÓN DE POSIBLES SOLUCIONES						
PROBLEMA	CAUSA RAÍZ	SOLUCIÓN	RESPONSABLE	FECHA		
Paradas despalletizador por marco no cogido	El marco se recibe con cantos redondeados	1 Notificar al proveedor. No enviar marcos redondeados	M.E.	1-dic.		
	Reducir el tamaño de los separadores de carrón para que no se doblen las esquinas	2 Transmitir al proveedor	M.E.	1-dic.		
	El marco se resbala en las pinzas	3 Poner una placa en los recogedores para aumentar la superficie de contacto	U.A.	8-nov.		
Paras en vaciado de big bags porque la bolsa de los big bags es absorbida por la instalación	La inclinación de las asas de los big bag hace que los tags de unión se rasguen en el llenado	4 Implantar un big bag con de mayor anchura	Jefes de turno	1-ene.		
	Se queda suciedad falsiendo la señal	5 Revisar la sensibilidad del sensor o ponerle un soplo	U.A.	1-feb.		
Paradas en vaciado de big bags porque la lectura del sensor de la primera planta se queda leyendo nivel cuando la tolva se vacía	La automatización no permite llenar la tolva con el nivel medio cubierto	6 Cambiar la automatización.	U.A.	1-feb.		
	Nivel de tapas inadecuado en el disco	7 Analizar el problema en profundidad	U.A.	1-dic.		
Se para la línea por atasco en cinta de bajada sobretapas	Pérdida de tracción de una tapa hace que la siguiente se monte sobre la anterior	8 Analizar el problema en profundidad	U.A.	1-dic.		
Se llena el rechazo de latas con defecto de peso	Llega polvo con diferente densidad	9 Comprobar que se resuelve al corregir el problema 3	Jefes de turno	28-feb.		
Paradas en encajadora al atascarse el carrón en el alimentador	Diferencias de carrón entre proveedores	10 Hacer registro de seguimiento de la incidencia por proveedor	Jefes de turno	31-dic.		
Se para la envasadora por falta de botes	Se atrascan las latas a la salida del pulmón no siendo leídos por la fotocélula de marcha atrás	11 Cambiar la ubicación de la fotocélula	U.A.	1-dic.		
Se para la envasadora por falta de polvo	En los cambios de big bags vacía la instalación	12 La resolución del problema 2 implica usar big bags de mayor capacidad	Jefes de turno	1-feb.		
El robot de caticos se queda sin botes	Malta posición sensor que activa la estrella	13 Cambiar ubicación. Buscar una posición perpendicular a las latas	Jefes de turno	8-nov.		
Bloqueo estrella PLF	Llegada de catico a dicha estrella	14 Analizar funcionamiento del robot de caticos 1	U.A.	1-feb.		
El mantenimiento programado supone un 10,08% de pérdida de OEE	La ejecución de las tareas no está procedimentada	15 Analizar las tareas y documentarlo	Jefes de turno	1-dic.		
	El control de cierre retrasa el arranque	16 Consultar con calidad la posibilidad de hacer el control de cierre por la tarde	M.E.	8-nov.		
El inicio de producción supone una pérdida del 6,68% de OEE	el tarado de básculas retrasa el arranque	17 Tarar las básculas en turno de tarde	M.E.	8-nov.		
	Comprobar el rechazo de caticos retrasa el arranque	18 Comprobar el rechazo de caticos por la tarde	M.E.	8-nov.		
Los cambios de formatos suponen un 4,31% de OEE	Llenar los cabezales de polvo retrasa mucho el arranque	19 Dejar cabezales con polvo cuando no se cambia de variedad	M.E.	8-nov.		
	Hay que poner en marcha las acciones analizadas en el SNAED	20 Formación de las personas de vaciado en cambio de PLF y caticos	Jefes de turno	1-dic.		

Tabla A4: Implementación de las acciones del *kaizen* de mejora de OEE de la línea de envasado

IMPLEMENTACIÓN POR ORDEN CRONOLÓGICO						
SOLUCIÓN	RESPONSABLE	FECHA PROGRAMADA	FECHA EJECUCIÓN	¿PROBLEMA RESUELTO?		
24	Sustituir y reajustar el sensor de la planta 0. Seguimiento	Jefes de turno	08/11/2018	08/11/2018	SI	
3	Poner una placa en los recogedores para aumentar la superficie de contacto del marco	U.A.	08/11/2018	15/03/2019	No	
13	Cambiar ubicación sensor estrella cactos. Buscar una posición perpendicular a las latas	Jefes de turno	08/11/2018	18/10/2018	SI	
16	Consultar con calidad la posibilidad de hacer el control de cierre por la tarde	M.E.	08/11/2018	02/11/2018	DESESTIMADO CALIDAD	
17	Tarar las básculas en turno de tarde	M.E.	08/11/2018	02/11/2018	DESESTIMADO CALIDAD	
18	Comprobar el rechazo de cactos por la tarde	M.E.	08/11/2018	02/11/2018	DESESTIMADO CALIDAD	
19	Dejar cabezales con polvo cuando no se cambia de variedad	M.E.	08/11/2018	02/11/2018	DESESTIMADO CALIDAD	
1	Notificar al proveedor. No enviar marcos redondeados	M.E.	01/12/2018	01/12/2018	SI	
2	Transmitir al proveedor reducir el tamaño de los separadores	M.E.	01/12/2018	01/12/2018	NO ES POSIBLE	
11	Cambiar la ubicación de la fotocélula marcha atrás	U.A.	01/12/2018	04/11/2018	SI	
20	Formación de las personas de vaciado en cambio de PLV cactos	Jefes de turno	01/12/2018	02/12/2018	SI	
10	Hacer registro de seguimiento de la incidencia estado cartón por proveedor	Jefes de turno	31/12/2018	05/11/2018	SEGUIMIENTO EN PROCESO	
4	Implantar un big bag con de mayor anchura para que las asas queden perpendiculares en el llenado	Jefes de turno	01/01/2018	15/11/2018	SI	
12	Usar big bags más grandes	Jefes de turno	01/02/2018	15/11/2018	SI	
14	Analizar funcionamiento del robot de cactos 1. Se elevan los robot y colocan compensadores	U.A.	01/02/2019	30/05/2019	SI	
9	Comprobar usando big bags más grandes la envasadora no se queda sin polvo	Jefes de turno	28/02/2019	28/02/2019	SI	
21	Que el técnico de calidad llegue directamente a fábrica de leches para adelantar el control de cierre	Jefes de turno	01/06/2019	01/06/2019	SI	
7	Implantación de rodillo discriminador rugoso	U.A.	30/06/2019	01/07/2019	SI	
2.1	Pedir al proveedor que corte las esquinas de los separadores	M.E.	30/06/2019	01/07/2019	SI	
10	Transmitir al proveedor de cartón que no aprieta tanto los flejes	M.E.	30/06/2019	01/07/2019	SI	
5	Revisar la sensibilidad del sensor planta 1 o ponerle un soplo. Cambiar inclinación	U.A.	01/07/2019	01/07/2019	SI	
23	Estandarizar el cambio de formato	Jefes de turno	10/04/2019	26/04/2019	SI	

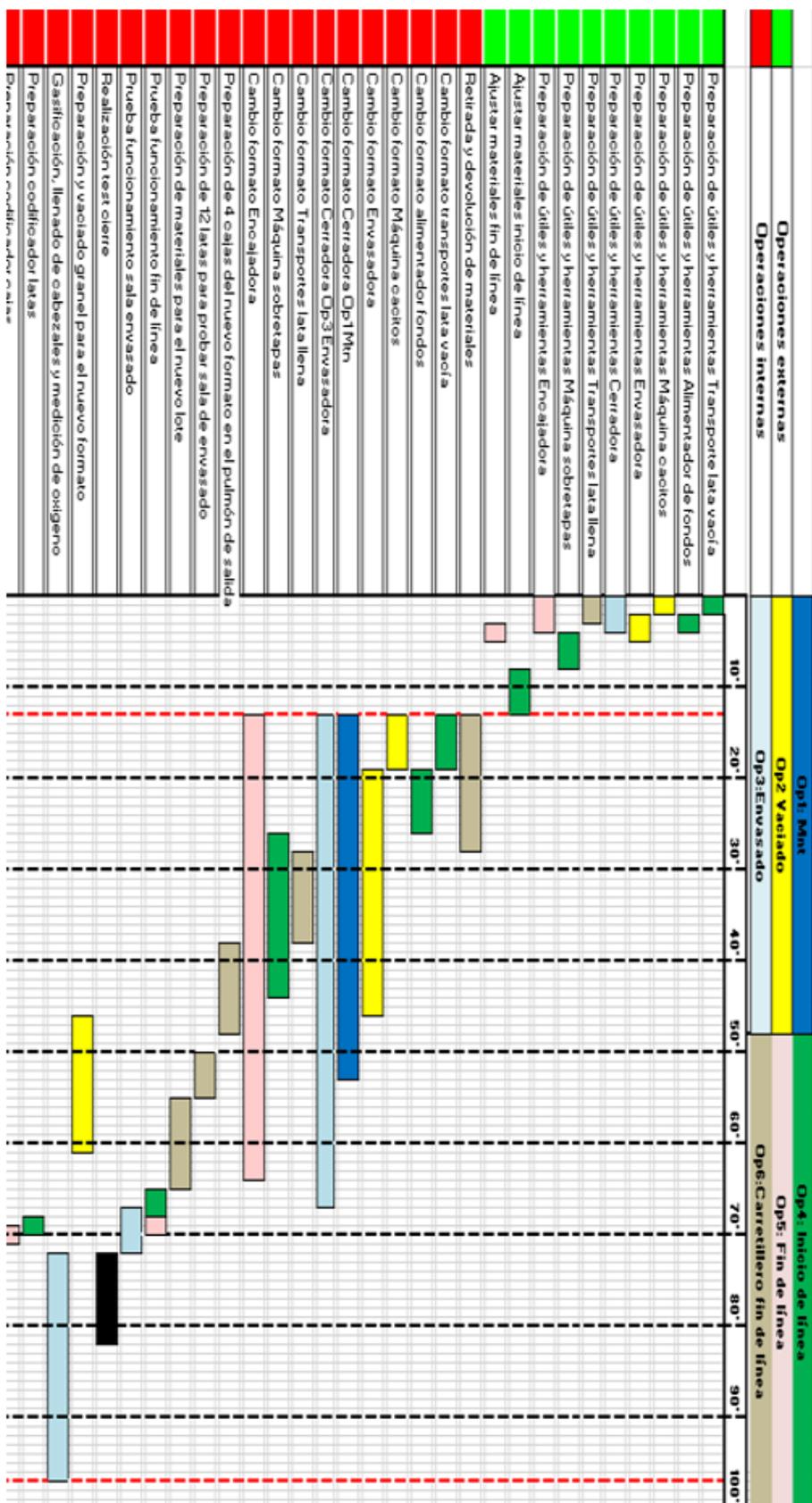


Figura A1: Duración del cambio de formato de la línea de envasado tras las mejoras.

Semana del ___ al ___		REGISTRO AUTOMANTENIMIENTO DIARIO Y SEMANAL ENVASADORA				
Tareas automantenimiento diario		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Limpiar exterior de puertas y policarbonatos						
Inspeccionar el depósito de recogida de polvo y vapor						
Limpiar el polvo acumulado en las membranas de las boquillas.						
Limpiar filtro del tomamuestras de gas de la tova de llenado						
Comprobar el nivel de aceite de la bomba de vacío						
Limpiar y desinfección de los guantes de nitrilo						
Limpiar el tubo central de vacío						
Chequear de sellos y uniones de la tova de pregrasado						
Tareas automantenimiento semanal		Realizado/fecha				
Realizar las comprobaciones de mantenimiento diario						
Limpiar los filtros y el depósito de recogida de polvo						
Limpiar el depósito receptor de vacío						
Limpiar de filtros del sistema de extracción de gas						
Comprobar funcionamiento de la bomba de extracción de gas						
Comprobar funcionamiento de la válvulas de las tuberías de extracción de gas						
Comprobar funcionamiento de los sensores de extracción de gas						
Comprobar funcionamiento y limpiar la puerta de aislamiento entre PUF y JBT						
Limpiar las válvulas de retención y llenado						
Comprobar el funcionamiento de los enchufamientos						
Comprobar el funcionamiento de las paradas de emergencia						
Comprobar el funcionamiento de los sensores de la máquina y de la línea						
Comprobar los transportes y partes generadas de la máquina						
Comprobar sellos de la tova y ventilación						
Comprobación de diagramas de las válvulas de retención y llenado						
Cambio de la soga y el filtro del analizador Check Point II.						
Tova pregrasado		Observaciones:				
Comprobar el correcto escape de gas de la tova de pregrasado						
Limpiar del filtro de extracción						
Limpiar y chequear de los inyectores de gas						
Limpiar y chequear de los sensores de oxígeno						

Firma	
Revisado	

Figura A2: Registro de automantenimiento diario y semanal de la envasadora