



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN
ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL**

**MEJORA DE LA EFICIENCIA EN
PLANTA A TRAVÉS DEL
MANTENIMIENTO**

AUTOR: BORONAT SOLER, TAMARA

TUTOR: MARIN GARCÍA, JUAN ANTONIO

Curso Académico: 2013-14



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
3. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL	8
3.1. Descripción de la empresa.....	8
3.2. Localización y dimensiones de la fábrica.....	9
3.3. Descripción del proceso productivo.....	10
4. INTRODUCCIÓN AL LEAN MANUFACTURING	16
4.1. Definición y campo de aplicación del Lean Manufacturing.....	16
4.2. Principios del Lean Manufacturing.....	17
4.3. Tipos de despilfarros.....	18
4.4. Técnicas Lean.....	22
4.5. Fases de implementación de las técnicas Lean en la empresa.....	24
5. RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS	26
5.1. Detalle del área productiva de estudio.....	26
5.2. Toma de datos del proceso productivo.....	43
6. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN EN PLANTA	57
6.1. Mapa de la Cadena de Valor (VSM).....	57
6.2. Elaboración del VSM actual.....	58
6.3. Análisis de resultados.....	69
7. PLAN DE MEJORA	73
7.1. Introducción.....	73
7.2. Técnicas de calidad.....	73
7.3. Ciclo PDCA.....	74
7.4. Cero defectos.....	76
7.5. Implantación del PDCA para elaborar el plan de mejora.....	77
8. IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA	78
8.1. Introducción.....	78
8.2. Mejora continua o kaizen.....	79
8.3. TPM (Mantenimiento productivo Total).....	80
8.4. Análisis DAFO.....	82
8.5. Descripción del sistema de mantenimiento de la empresa.....	83
8.6. Análisis del sistema de mantenimiento de la empresa.....	103
8.7. Plan de acción para mejorar la eficiencia del departamento de mantenimiento.....	104
9. ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA ORGANIZACIÓN	102
9.1. Presupuesto.....	108
9.2. Conclusión.....	110
10. BIBLIOGRAFÍA	111



Listado de esquemas

Esquema 1: Plano de la planta. Fuente: elaboración propia (2013).

Esquema 2: Actividades productivas de estudio. Fuente: elaboración propia (2013).



Listado de tablas

Tabla 1: Listado de bombos y características. Fuente: elaboración propia (2013).

Tabla 2: Datos Previos sección molturación húmeda. Fuente: elaboración propia (2013).

Tabla 3: Datos Previos sección secado. Fuente: elaboración propia (2013).

Tabla 4: Datos Previos secciones mezclado-ensado. Fuente: elaboración propia (2013).

Tabla 5: Resumen Datos Previos. Fuente: elaboración propia (2013).

Tabla 6: Datos de la referencia. Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 7: Cálculo del tiempo takt. Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 8: Cálculo del DTD. Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 9: Cálculo de indicadores. Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 10: Plan de mejora. Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 11: Implantación mejora continua en el departamento de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 12: Matriz DAFO del sistema de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 13: Plan de acción para mejorar la eficiencia del sistema de mantenimiento..

Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 14: Tabla 14: Presupuesto de implantación y ahorro estimado. Fuente: Elaboración Propia (2013).

Listado de imágenes

Imágenes 1, 2 y 3: Detalle de la descarga de un bombo. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imágenes 4 y 5: Ficha de molturación (control visual). Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 6: Almacén previo a la sección de molturación húmeda. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imágenes 7 y 8: Detalle de aspiración de esmalte y secado en turbosecador. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 9: Almacén exterior. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imágenes 10: Almacén de fábrica. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 11: almacén intermedio. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 12: Mezcladora bicónica y mezcladora en V de 2000 Kg. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 13: Mezcladoras en V (una pequeña, dos de 1000 Kg). Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 14: Aspiración de los sacos de serigrafía y carga en el silo. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 15: Envasado en sacos. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 16: Robot Worky apilando sacos. Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Imagen 17: Flejadora FIS y producto terminado. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 18: Almacén de Stock de producto terminado. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imágenes 19 y 20: Almacén de envíos. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 21: Informe de averías de la sección de molturación húmeda. Fuente: software Rosmiman (2013).

Imagen 22: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección molturación).

Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 23: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección secado).

Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 24: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección mezclado).

Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 25: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección envasado).

Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 26: Descarga del bombo 17. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 27: Almacén del depósito en el exterior. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 28: Etiqueta del depósito en el almacén exterior. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 29: Aspiración de depósito y secado en turbosecador. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 30: Big Bag en almacén intermedio. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 31: Referencia envasada, flejada y retractilactilada. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 32: Pedido listo para envío (en almacén de envíos). *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 33: Almacén de stock. *Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

Imagen 34: Seguimiento primera bombada de la referencia EPS-06328.
Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 35: Seguimiento segunda bombada de la referencia EPS-06328.
Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 36: VSM actual. Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 37: Informe de averías y reparaciones por equipo. Fuente: Software Rosmiman (Julio de 2013).

Imagen 38: Parte preventivo de la sección de Hornos Continuos. Fuente: Archivo de partes preventivos del Dpto. de Mto. (Julio de 2013).

Imagen 39: Plantilla de revisión de equipo. Fuente: Archivo de revisiones del Dpto. de Mto. (Julio de 2013).

Imágenes 40 y 41: vista frontal y en planta de VIBROTIP.

Fuente: <http://www.vibrobal.com/index.php/analizadores-de-vibracion/27-vibrotip/>

Imagen 42: Histórico de sustituciones de motores.

Fuente: Archivo de Mantenimiento Predictivo del Dpto. de Mto. (Julio de 2013).

Imagen 43: Medidas de vibraciones de motores.

Fuente: Archivo de Mantenimiento Predictivo del Dpto. de Mto. (Julio de 2013).

Imagen 44: Cámara termográfica Fluke Ti9.

Fuente: <http://www.fluke.com/fluke/eses/thermal-cameras/>

Imagen 45: Fragmento de informe de inspección térmica. Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 46: Procedimiento para el uso del equipo técnico. Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 47: Procedimiento sobre comportamiento en caso de emergencia.

Fuente: Elaboración propia (2013).

Imagen 48: Cuadro de mandos del software Rosmiman.

Fuente: software Rosmiman (Julio de 2013)



1. INTRODUCCIÓN.

El siguiente documento presenta un diagnóstico de la situación en planta de una empresa dedicada al sector cerámico.

El diagnóstico fue realizado durante el transcurso de dos meses de prácticas en el departamento de mantenimiento de la empresa.

El objetivo principal del trabajo es poner en práctica los conocimientos adquiridos por el alumno durante el Grado de Organización Industrial para mejorar la eficiencia de los departamentos de mantenimiento y producción de la empresa.

La metodología empleada para alcanzar dicho objetivo se estructura en los siguientes puntos:

1. Recolección de datos en planta, síntesis de la información y diagnóstico de la situación actual.
2. Monotorización de indicadores e identificación de áreas conflictivas (cuellos de botella, baja eficiencia de las máquinas, fuentes de desperdicios, etc.).
3. Análisis de alternativas y selección de la herramienta más adecuada para la problemática existente, de entre aquellas que se han estudiado en la carrera.
4. Elaboración de un plan de acción para aplicar dichas herramientas, haciendo hincapié en la forma de incorporarlas a la realidad de la empresa y los resultados esperados.
5. Realización de un presupuesto en el que se estimará el coste real que este proceso supondría para la empresa, así como los ahorros que podrían suponer las medidas propuestas, de cara a obtener información sobre la rentabilidad de la inversión.

Debido a la naturaleza de la actividad que se realiza en la planta las herramientas que se van a exponer en el presente trabajo pertenecen fundamentalmente al contexto del Lean Manufacturing (producción ajustada).

Es importante señalar que, a causa de la magnitud de las actividades productivas de la fábrica objeto de estudio y a las limitaciones de tiempo y recursos, la propia empresa ha definido una zona acotada del área de producción, sobre la cual se va a realizar el diagnóstico.

De esta manera solamente se va a realizar el seguimiento de los “Pedidos Internos”, que corresponden un pequeño porcentaje del volumen de producción total de la fábrica, pero son una pieza clave de estudio, puesto que pasan por todas las secciones productivas hasta que se obtiene el producto final listo para ser almacenado o enviado al cliente (el resto de pedidos se envía al cliente en forma de producto semielaborado, que se termina de procesar en las fábricas destino).



2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El objetivo final del proyecto es aplicar las herramientas estudiadas a lo largo de la carrera en el contexto de la Producción Ajustada a un caso real, para mejorar la eficiencia del sistema productivo de la fábrica donde se realiza el diagnóstico.

Para ello se introducen los conceptos relativos al Lean Manufacturing y algunas herramientas que son aplicables en el contexto de la empresa, orientadas a maximizar el aporte de valor sobre el producto y minimizando al mismo tiempo los costes de llevar a cabo dichas actividades.



3. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL.

3.1. Descripción de la empresa.

El objeto de estudio del presente documento es una fábrica perteneciente a un grupo empresarial multinacional, con sede central en España, dedicado a suministrar productos, servicios, soluciones y tendencias de futuro para el sector cerámico (azulejos, vajillas, sanitarios) y para el sector del vidrio.

Constituido como una pequeña empresa familiar, el grupo centró su actividad inicial en la fabricación y distribución de fritas y esmaltes cerámicos. Progresivamente fue ampliando su campo de actuación a los colorantes cerámicos, materias primas, minería, metales preciosos, bolas y revestimientos de alúmina de alta densidad, y recientemente, a la tecnología de inyección de tintas cerámicas.

La trayectoria del grupo, marcada por una estrategia basada en la diferenciación a través de la innovación y en la globalización, le permitió una rápida expansión tanto en el ámbito comercial como en el tecnológico, lo que le ha permitido alcanzar el liderazgo mundial en su sector. De hecho, algunas de las innovaciones desarrolladas por el grupo provocaron una profunda transformación del sector cerámico, lo que permitió que este material compitiera con éxito en el mundo de la arquitectura y el interiorismo con otros materiales como la madera, el mármol, la piedra natural o el vidrio.

En la actualidad, el Grupo está presente en 23 países y distribuye sus productos y servicios a más de 100. Ha sabido encajar el desplome de la demanda nacional motivada por la crisis inmobiliaria y financiera, reorientando su crecimiento al exterior, y actualmente genera un volumen de negocio de 600 millones de euros y da empleo a más de 3000 personas.

Además cuenta con reconocimiento internacional y varios premios que respaldan su posición de empresa puntera y emprendedora.

Hay dos aspectos fundamentales en la mentalidad del grupo que han hecho posible esta situación:

Por un lado su apuesta por la innovación y el desarrollo tecnológico incluso durante la crisis económica, lo que le ha llevado a ir más allá en cuanto al mundo de la decoración y el diseño cerámico, convirtiéndose en creadores de tendencias y líderes tecnológicos en su sector.

Por otro lado la oferta de una amplia gama de productos y servicios le ha permitido adaptarse a las necesidades particulares de sus clientes, siendo la asistencia técnica personalizada uno de los grandes pilares en los que apoya su éxito.

3.2. Localización y dimensiones de la fábrica.

La empresa, de carácter global, dispone de filiales en más de 23 países y sigue creciendo.

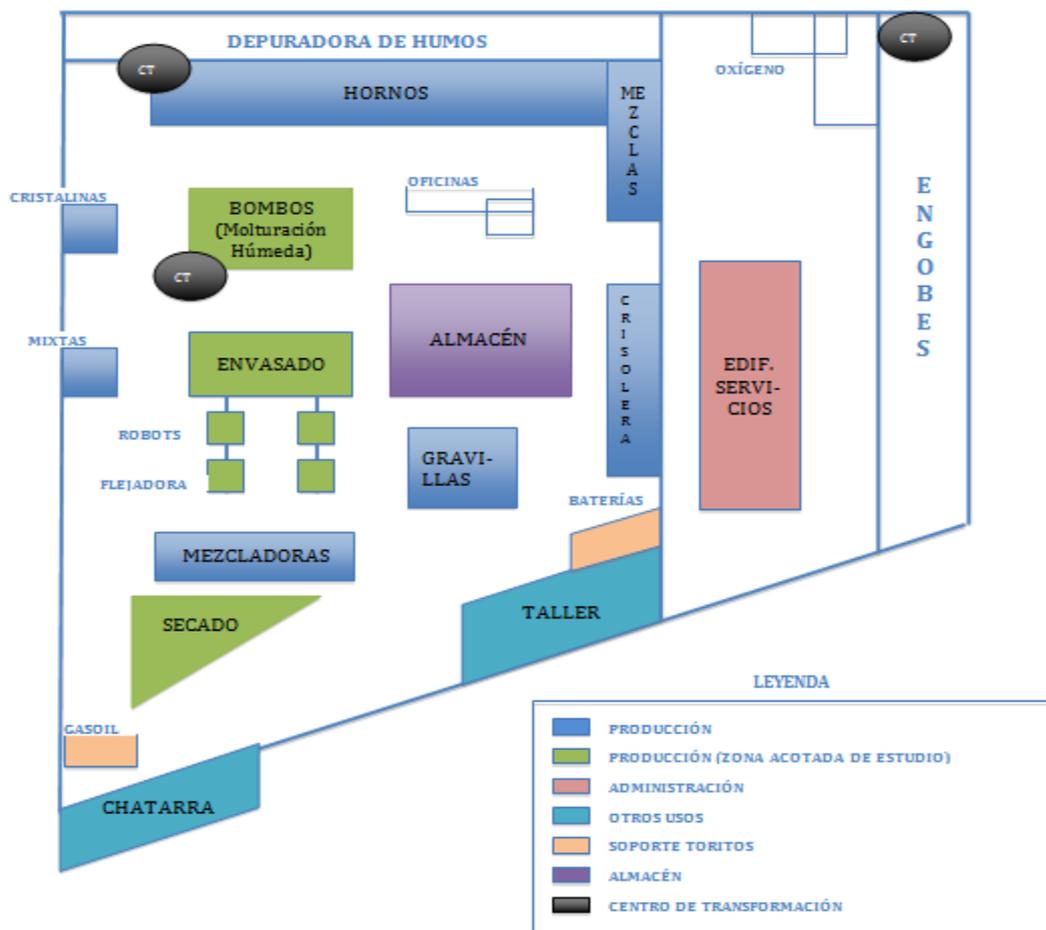
El presente estudio se centrará en su sede central, situada en Alcora (Castellón).

En ella, la empresa dispone de diversas fábricas especializadas y diferenciadas por su función (producción de fritas y esmaltes, elaboración de colorantes, inyección de tintas cerámicas, etc.).

En concreto, la planta sobre la que se va a realizar el diagnóstico, es una fábrica de producción de fritas y esmaltes, que cuenta con un total de 400 trabajadores en plantilla, trabajando a tres turnos en temporada alta, durante 5 días a la semana.

Es necesario precisar que el estudio se realizó durante los meses de verano, en los que la demanda decrece considerablemente y, por ello, sólo se trabaja a dos turnos.

Con objeto de obtener una mejor visualización de la planta y el proceso productivo se ha realizado un plano donde se especifican las diferentes secciones de la fábrica.



Esquema 1: Plano de la planta. Fuente: elaboración propia (2013).

3.3. Descripción del proceso productivo.

Introducción.

Durante el siguiente subapartado se describen brevemente las principales secciones por las que pasa la materia prima desde su recepción en planta hasta el final de su ciclo de producción.

Existen dos zonas productivas bien diferenciadas:

- una totalmente automatizada en la que el producto semielaborado no necesita de ningún transporte manual para desplazarse por las diferentes secciones de la planta;
- otra semi-automatizada, con maquinaria especializada y almacenes intermedios entre secciones.

Recepción de la materia prima.

La materia prima llega en sacos, que son pesados (para ver si coinciden con el pedido realizado) y de los que se extrae una muestra para analizarla en el laboratorio.

Si la muestra es correcta al saco se le asocia un documento con código de barras en el que se recoge toda la información.

Proceso automatizado.

La zona productiva totalmente automatizada engloba dos secciones principales: la sección de hornos y la sección de mezclas.

Para llevar a cabo la planificación de la producción en estas secciones se realizan unas estimaciones de previsión de la demanda apoyándose en los pedidos que se han realizado y en datos históricos de la demanda.

En base a eso se programan las cantidades a producir, ya que una vez puesto en marcha un horno no sale rentable producir en pequeñas cantidades o lotes (demanda bajo pedido).



- *Sección de mezclas.*

Se trata de un proceso totalmente automatizado.

El transporte se realiza mediante tuberías de aire comprimido y la cantidad y el tipo de material necesario para la fabricación de cada tipo de frita se controla en base a unas fórmulas integradas en el software de cada sub-sección (dosificación, envíos).

Dosificación.

La materia prima se carga en los silos de acuerdo a una triple protección (código de barras + candado + pipeta con código binario).

Estos silos conducen a una báscula cónica en la que se pesan por separado las cantidades justas de materia prima requeridas para fabricar cada tipo de frita.

A través de una válvula la materia prima llega al pulmón.

Envíos.

Cuando el sensor del pulmón detecta que hay más de 2 Kg/cm² de material otra válvula se abre para, mediante ayuda de aire comprimido que entra por una tubería, transportar el material hacia el distribuidor.

Sólo hay una tubería para los 18 hornos. El distribuidor se encarga de enviar la materia prima concreta a cada horno.

Una vez salen del distribuidor las materias primas llegan a la mezcladora de palas. Allí los componentes que han sido pesados por separado se mezclan y son llevados finalmente al silo de cada horno.

Es importante tener en cuenta los siguientes datos para comprender la criticidad de esta sección:

- La sección de mezclas se comporta como cuello de botella puesto que se debe pesar cada material por separado. Y sólo hay una báscula y un pulmón para los 18 hornos.
- Además, es una sección crítica pues una parada larga por avería o mantenimiento puede parar toda la producción.
- Se trata de una sección sobredimensionada debido a su criticidad. Además, cada año durante la parada de mantenimiento (en Diciembre) se revisa minuciosamente y cualquier imperfección en un componente implica la sustitución inmediata de la pieza.
- Debido a la crisis actualmente sólo están operativos la mitad de los hornos, por lo que su capacidad no es algo conflictivo en estos momentos (de hecho casi todo el trabajo podría realizarse prácticamente en un solo turno).



- *Sección de hornos.*

Se trata de un proceso completamente automatizado.

Cada horno dispone de un silo donde se almacena la materia prima necesaria para hacer cada tipo de frita (ya pesada y mezclada).

Un sensor controla la cantidad de material de la tolmeta del horno, de acuerdo a que si en algún momento no se encuentra en torno al 80% de su capacidad un tornillo sinfín transporta más material desde el silo hasta la tolmeta.

De la tolmeta el material pasa al alimentador del horno, que va empotrado contra la propia pared del horno y suministra material al ritmo impuesto por un variador de velocidad.

El material se dispone dentro del horno formando una especie de montaña, que es quemada a media altura por la llama del quemador.

El material fundido se desplaza y cae en forma de lengua a 1500 °C en un vibroextractor prácticamente lleno de agua a 45 °C (el agua se refrigera constantemente en las torres de refrigeración externas y se recircula por tuberías, para poder mantener dicha temperatura en el interior del vibroextractor).

El material fundido en contacto con el agua se cristaliza de forma instantánea y amorfa, y constituye un nuevo producto conocido como frita.

La frita se transporta mediante una noria y se deposita en big bag (sacos grandes), donde se almacena a la espera de ser reprocesada según el producto final que se quiera conseguir.

Proceso semi-automatizado.

A partir de aquí sólo se fabrica bajo pedido, por lo que el producto intermedio no permanece mucho tiempo en almacén (días).

Es precisamente esta zona productiva la que se va a estudiar para la aplicación de técnicas Lean Manufacturing, y resulta especialmente interesante debido a dos cuestiones fundamentales:

- En primer lugar al ser una zona de escasa automatización el recorrido que el producto efectúa es susceptible de ser revisado y la flexibilidad a la hora de escoger diferentes alternativas es mayor.
- En segundo lugar este tipo de herramientas han sido especialmente diseñadas para mejorar la eficiencia de los sistemas productivos en el contexto de la producción ajustada.

La zona productiva semi-automatizada engloba cinco secciones principales: composiciones, molturación húmeda, secado, mezclado y envasado (estas dos últimas están íntimamente ligadas puesto que están supeditadas al mismo responsable).

- *Sección de composiciones.*

En esta sección nos encontramos con una estructura similar a la parte de Dosificación, de mezclas, constituida por los silos y la báscula.

Cada silo contiene un tipo de frita diferente, que en sí misma no constituye un producto final, sino que se tiene que mezclar con otras fritas y algún otro tipo de componente (p.e.: 3 fritas distintas + caolín).

De nuevo según unas fórmulas integradas en el software de la sección se suministra una cantidad determinada de cada material (pesada en la báscula).

El producto de esta mezcla tiene dos destinos diferentes:

- La mayor parte de la producción se envía directamente al cliente en sacos de material granulado.
- La otra parte se transporta hasta la sección de molturación húmeda, cuyo producto final es el esmalte.

En función del tipo de composición podemos encontrarnos con diferentes secciones dentro de composiciones: cristalinas, mixtas, engobes, etc. La maquinaria es la misma, pero se diferencian en las fórmulas, por lo que se realizan en zonas distintas para evitar contaminaciones.



- *Sección de molturación húmeda.*

El producto intermedio proveniente de composiciones se encuentra almacenado en sacos. Los operarios de esta sección en función del producto final que quieran obtener introducen una cantidad de producto concreta (entre 1000 y 12000 Kg) en el bombo.

El bombo es un cilindro cuyas paredes están recubiertas de un material muy duro llamado alúmina. Más o menos hasta la mitad de su eje de giro contiene bolas de alúmina que se encargarán de machacar el material.

Se introduce la composición en el bombo y también se introduce agua. La única condición es que este material se encuentre por encima del eje de giro. Se inicia el proceso de molturación durante un período determinado de tiempo (en función del producto que se desea obtener).

Una vez se ha obtenido el producto resultante de molturación húmeda (esmalte) se toma una muestra para analizarla en el laboratorio.

Dicha muestra (o galga) se compara con la “galga de comparación”, teniéndose en cuenta parámetros como la textura, el color, etc.

Si el producto obtenido no es el deseado se vuelve a molturar (retrabajo) hasta que se consiguen las características deseadas.

En esta sección no se producen apenas rechazos, normalmente con el retrabajo es suficiente.

Cuando el producto final obtiene el visto bueno puede destinarse a dos usos:

- Es enviado directamente al cliente en formato esmalte (este es el uso mayoritario).
- Se trata como *pedido interno* y de nuevo se almacena a la espera de ser reprocesado y obtener así un nuevo producto.

En este trabajo se va a analizar el proceso que parte de este segundo grupo.

- *Sección de secado.*

Esta sección se compone de unas máquinas llamadas turbosecadores, donde se procede a la deshidratación del esmalte, dando lugar a un producto conocido como serigrafía.

El esmalte procedente de la sección anterior es almacenado en el exterior de la fábrica en unos depósitos. Cuando se obtienen los resultados del control de calidad anterior se programa el secado.

El material en forma de barbotina (emulsión formada por frita y agua) entra en la cámara de gas del turbosecador (a 300°C) junto a aire comprimido, produciéndose el “secado de la gota”.

Una vez se obtiene la serigrafía esta vuelve a almacenarse en sacos o big bag, que son transportados por toritos hasta un almacén intermedio. Se toma una muestra del big bag para realizar un segundo control de calidad.

Si el producto es bueno se almacena en el interior de la fábrica o se lleva directamente a la siguiente sección para ser procesado.

- *Secciones de mezclado-ensvasado.*

Se trata de la última etapa del proceso productivo, y hay que tener en cuenta que el producto intermedio le llega de dos formas distintas:

- Por un lado se tienen las serigrafías resultantes del proceso de MOLTURACIÓN HÚMEDA + SECADO.
- De forma paralela a este proceso se lleva a cabo la producción de las granillas (que no se estudian). Las granillas básicamente son fritas secas y molidas, clasificadas por granulometrías definidas de acuerdo con la necesidad de cada usuario.

Una vez en la sección, el producto intermedio puede ser directamente envasado o puede mezclarse previamente con otros componentes en unas mezcladoras (hay mezcladoras para granillas y otras para serigrafías).

Una vez se tiene el producto deseado los operarios los depositan en unos robots que se encargan de envasarlos de forma automática. Una vez envasados pasan a las flejadoras, donde se les da una forma compacta en pallets listos para ser almacenados y enviados al cliente.

4. INTRODUCCIÓN AL LEAN MANUFACTURING.

4.1. Definición y campo de aplicación del Lean Manufacturing.

“El Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios” (Hernández y Vizán, 2013).

Podría decirse que Lean consiste en la aplicación sistemática de un conjunto de herramientas que persiguen la mejora de los procesos centrándose en la eliminación de los desperdicios asociados a la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.

El objetivo principal es identificar todo aquello que no aporta valor al cliente y eliminarlo. Para alcanzar este objetivo las técnicas Lean cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación.

Según los resultados de un estudio realizado por Aberdeen Group entre 300 empresas estadounidenses implantadoras de técnicas Lean, los beneficios de aplicar esta filosofía son evidentes (todas mostraron reducciones del 20% al 50% en costes de fabricación).

El origen de esta filosofía ha de remontarse al sistema de producción Just In Time (JIT) desarrollado por Toyota en la década de los 50, siendo la industria del automóvil pionera en su aplicación. Cabe preguntarse entonces si estas técnicas tienen sentido en una industria tan diferente como puede ser el sector cerámico.

La respuesta la encontramos en la propia definición del Lean Manufacturing, que va más allá de la aplicación de una serie de técnicas concretas, siendo la clave del modelo “generar una nueva cultura tendente a encontrar la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación, tanto a nivel de puesto de trabajo como a nivel de línea de fabricación, y todo ello en contacto directo con los problemas existentes para lo cual se considera fundamental la colaboración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios” (Hernández y Vizán, 2013).

Los conceptos del Lean Manufacturing son, por tanto, aplicables a diferentes tipos de organizaciones, siempre y cuando se adapte el método a cada caso concreto. Este dato también es mencionado por Hernández y Vizán (2013) cuando afirman que, en la última década, industrias en los sectores de la alimentación, farmacéutica o bienes de equipo han adoptado con éxito dicho modelo.

“El secreto está en la actitud, persistente en el tiempo, de perseguir e implementar acciones de mejora y eliminación de actividades que no aportan valor añadido, con pleno apoyo de la dirección y de empleados, adaptadas a las circunstancias específicas de cada empresa, para el incremento de la productividad, la reducción de plazos de entrega, el aumento de la calidad y la reducción de costes” (Hernández Y Vizán, 2013).

4.2. Principios del Lean Manufacturing.

Los principios sobre los cuales se articula todo el entramado de técnicas Lean se centran en dos factores principales:

El factor humano y la manera de pensar, en el que destacan los siguientes principios:

- Trabajar en planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- Promover equipos y personas multidisciplinares.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

El factor operacional:

- Identificar y eliminar funciones y procesos innecesarios.
- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas en la superficie.
- Utilizar sistemas en los que la demanda tire de la producción (sistemas “Pull”) para evitar la sobreproducción.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.

Muchos de estos factores son ya tenidos en cuenta en la mayor parte de las organizaciones. Quizás la clave del Lean Manufacturing consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “despilfarro”.

En este sentido, hay que señalar que desde un enfoque Lean toda actividad que no aporte un valor añadido al producto por el cual el cliente esté dispuesto a pagar es un despilfarro, si bien hay determinados procesos que aportan valor indirectamente (procesos de soporte) y aunque no generen un valor agregado por sí mismos también son necesarios.

Por eso es tan importante clasificar y eliminar de forma sistemática los desperdicios a través de tres sencillos pasos:

1. Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de los procesos de la empresa.
2. Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
3. Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

4.3. Tipos de despilfarro.

Tal y como mencionan Hernández y Vizán (2013) la mejor forma de entender estos principios es identificar los diferentes tipos de despilfarros sobre los que se centra el Lean Manufacturing, siendo “el reconocimiento de los desperdicios de cada empresa el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas”.

Despilfarro por exceso de almacenamiento:

Los inventarios se contemplan como una de las formas de despilfarro más clara porque esconden ineficiencias y problemas crónicos (esconden productos y materiales obsoletos, defectuosos o caducados; necesitan cuidados, mantenimiento, vigilancia, gestión e incurrir en otros costes difíciles de contabilizar).

El despilfarro por almacenamiento es resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas.

CARACTERÍSTICAS

- Excesivo espacio en almacén.
- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Rotación baja de existencias.
- Costes de almacén elevados.
- Excesivos medios de manipulación.

CAUSAS

- Procesos con poca capacidad.
- Cuellos de botella no identificados.
- Tiempos de cambios de máquina o preparación de trabajo demasiado largos.
- Previsiones de venta erróneas.
- Sobreproducción.
- Reprocesos por defectos de calidad en el producto.

ACCIONES LEAN

- Nivelación de la producción.
- Distribución del producto en una sección específica.
- Sistema JIT.
- Monotorización de tareas intermedias.

Despilfarro por sobreproducción:

Resultado de fabricar más cantidad de la requerida o invertir en equipos con mayor capacidad de la necesaria.

Se trata de un desperdicio crítico porque genera pérdidas cuando parece que todo está funcionando correctamente (consumo inútil de tiempo y recursos).

“En muchas ocasiones la causa de este tipo de despilfarro radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso” (Hernández y Vizán, 2013).

CARACTERÍSTICAS

- Gran cantidad de stock.
- Equipos sobredimensionados.
- Tamaño grande de lotes de fabricación.
- Ausencia de plan para la eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipamiento obsoleto.
- Necesidad de mucho espacio para almacenaje.

CAUSAS

- Procesos poco fiables y poco capaces.
- Automatización escasa.
- Tiempos de cambio y preparación elevados.
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
- Falta de comunicación.

ACCIONES LEAN

- Implementación del sistema “pull” mediante Kanban.
- Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
- Nivelación de la producción.

Despilfarro por tiempo de espera:

Tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente.

CARACTERÍSTICAS

- El operario espera a que la máquina u otro operario termine.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.

CAUSAS

- Métodos de trabajo no estandarizados.
- Desequilibrios de capacidad.
- Maquinaria inapropiada.
- Operaciones retrasadas por ausencia de material.
- Baja coordinación entre operarios.
- Tiempos de preparación de máquina/cambios de utillaje elevados.

ACCIONES LEAN

- Nivelación de producción. Equilibrado de la línea.
- Automatización con un toque humano (Jidoka).
- Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
- Adiestramiento polivalente de operarios.

Despilfarro por transporte y movimientos innecesarios:

Resultado de un movimiento/manipulación del material innecesario. Es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores.

CARACTERÍSTICAS

- Contenedores demasiado grandes, pesados o difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- Equipos de manutención circulan vacíos por la planta.

CAUSAS

- Gran tamaño de lotes.
- Layout obsoleto.
- Procesos poco flexibles.
- Programas de producción no uniformes.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivos almacenes intermedios.
- Baja eficiencia de operarios y máquinas. Reprocesos frecuentes.



ACCIONES LEAN

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
- Trabajadores polivalentes.
- Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos.

Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos.

CARACTERÍSTICAS

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Calidad cuestionable.
- Flujo de proceso complejo.
- Recursos humanos adicionales para inspección y reprocesos.
- Espacio y técnicas extras para el reproceso.
- Maquinaria poco fiable.
- Baja motivación de los operarios.

CAUSAS

- Movimientos innecesarios.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios.
- Formación o experiencia inadecuada.
- Técnicas o utillajes inapropiados.
- Proceso productivo deficiente o mal diseñado.

ACCIONES LEAN

- Automatización con toque humano (Jidoka).
- Estandarización de las operaciones.
- Implementación de elementos de aviso o señales de alarma.
- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Implantación de mantenimiento preventivo.
- Producción en flujo continuo (eliminación de manipulaciones de las piezas).
- Control visual: kanban, 5s y andon.
- Mejora del entorno del proceso.

4.4. Técnicas Lean.

El Lean Manufacturing se materializa a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños.

Dichas técnicas se pueden implementar por separado o de forma conjunta, atendiendo a las necesidades concretas de la empresa. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea.

Los autores Hernández y Vizán (2013) clasifican las principales técnicas Lean en tres grupos:

Técnicas de "obligado cumplimiento".

Pertenecen a este grupo aquellas herramientas que por su simplicidad, claridad y posibilidad de implementación deberían estar presentes en cualquier empresa.

MEJORA CONTINUA O KAIZEN. Es el concepto clave por excelencia del sistema Lean, y más que una técnica concreta se trata de una filosofía de trabajo consistente en luchar continuamente contra el desperdicio, cuestionándose sistemáticamente la manera en la que funcionan los engranajes de la empresa a todos los niveles y buscando oportunidades de mejora en todo momento.

Para que se lleve a cabo es necesario involucrar y motivar a todo el personal de la empresa (no importa el nivel jerárquico), de manera que se cree una actitud positiva hacia el cambio y se persiga a diario la búsqueda de nuevas ideas y pequeñas mejoras incrementales.

LISTAS DE CHEQUEO. Las oportunidades de mejora más comunes provienen de despilfarros que dependen de la propia organización. Una forma sencilla y útil de identificar estas oportunidades consiste en responder a una serie de listas de preguntas estandarizadas, que involucran a todas las áreas y funciones de la producción (factor humano, organización del puesto de trabajo, almacén, gestión del flujo de trabajo, estandarización del proceso, control de resultados...).

LAS 5 S. Técnica usada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

SMED. Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.

ESTANDARIZACIÓN. Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.

TPM. Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.



CONTROL VISUAL. Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objeto facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.

Técnicas aplicables a cualquier situación.

Pueden aplicarse a cualquier situación pero exigen un mayor compromiso y cambio cultural de las personas involucradas (directivos, mandos intermedios y operarios).

JIDOKA. Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.

TÉCNICAS DE CALIDAD. Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la eliminación y reducción de defectos.

SISTEMAS DE PARTICIPACIÓN DEL PERSONAL (SPP). Sistemas organizados de grupos de trabajos de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

Técnicas específicas.

Cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. Exigen más recursos para llevarlas a cabo.

HEIJUNKA. Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten la evolución hacia la producción en flujo, pieza a pieza.

KANBAN. Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

4.5. Fases de implementación de las técnicas Lean en la empresa.

Más allá del poder de estas técnicas, las acciones para su implementación deben centrarse en el compromiso de la empresa en invertir en personal y promover la cultura de mejora continua.

“El pensamiento lean implica una transformación cultural profunda, de manera que empezar con un planteamiento modesto basado en pocas técnicas para generar un mini-éxito es la manera correcta de afrontar inicialmente el conocimiento e implantación de las otras técnicas lean” (Hernández y Vizán, 2013).

En el presente trabajo se va a proceder a preparar el área de producción acotada por la empresa para la implementación de las herramientas Lean más oportunas, de acuerdo a las siguientes fases (que se corresponden con los capítulos del trabajo de fin de grado):

1. Recogida y análisis de datos.

El éxito de la implantación dependerá, en gran medida, de la fiabilidad de los datos de partida. Se precisa información sobre los productos (referencias, componentes, cantidades...) y los procesos (operaciones, equipos, capacidad, tiempos...).

Durante este capítulo del trabajo se procederá, en primer lugar, a describir las características relevantes de aquellas secciones productivas objeto de estudio: personal, maquinaria, turnos, existencia de almacenes (previos, intermedios y de producto acabado).

Posteriormente se procederá a la toma de datos clave del proceso productivo.

2. Diagnóstico de la situación en planta.

Para la implantación de herramientas útiles y necesarias es preciso realizar un diagnóstico completo de las secciones productivas, de cara a identificar aquellas áreas críticas susceptibles de ser modificadas y mejoradas, y las herramientas más oportunas para llevar a cabo la resolución de los problemas.

Dicho diagnóstico se realizará representando toda la información recogida y analizada hasta el momento por medio de un Mapa de la Cadena de Valor (VSM), herramienta visual que representa los flujos de materiales y de información del proceso desde el aprovisionamiento hasta el cliente.



3. Diseño del plan de mejora.

De acuerdo al análisis de los resultados del diagnóstico anterior, se plantearán diversas propuestas de mejora encaminadas a reforzar los aspectos críticos de la planta, así como los objetivos que se pretenden lograr y las medidas específicas que deberán tomarse para alcanzarlos.

4. Implantación del plan de mejora.

Durante este capítulo se procederá a la implantación de algunas de las medidas propuestas a la vista de los resultados del diagnóstico de la planta.

Por limitaciones de tiempo y recursos no todas las medidas propuestas comenzaron a aplicarse durante el transcurso de los dos meses de prácticas, si bien la empresa cuenta con el plan de acción elaborado por el alumno para continuar o iniciar dichas medidas en el momento que estime oportuno.

5. Análisis del impacto en la organización.

El último capítulo consistirá en una previsión de los beneficios que la aplicación de las mejoras propuestas supondrían para la empresa.

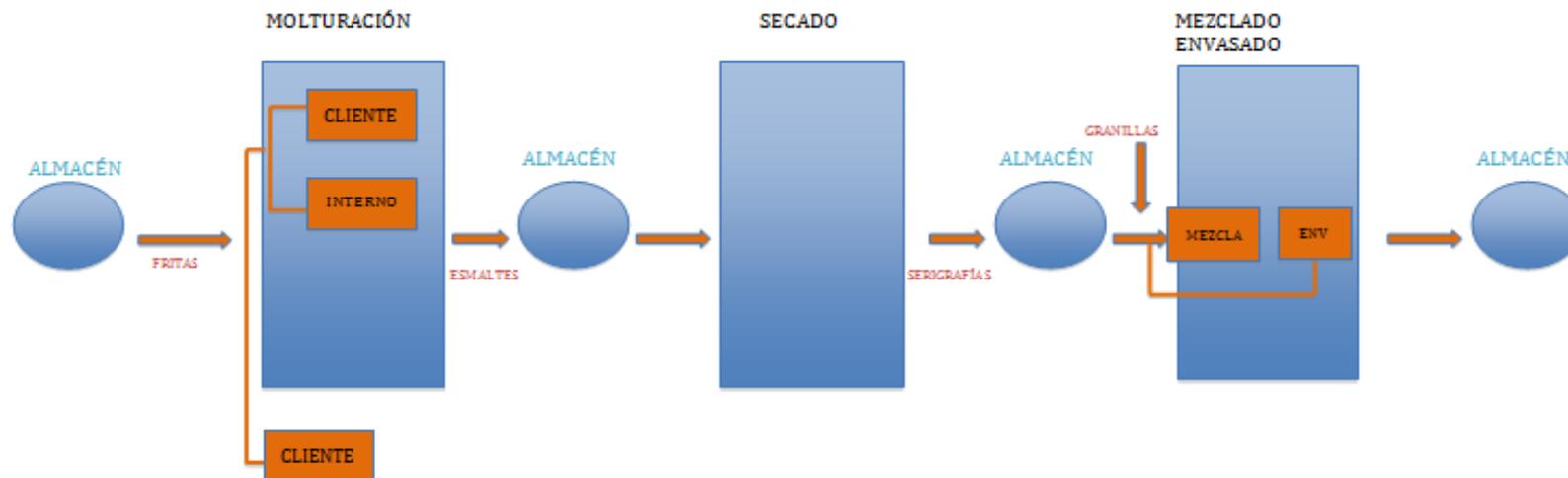
Además se elaborará un presupuesto del coste que supondría llevarlas a la práctica (inversión en reingeniería de proceso y formación del personal), y una estimación de los ahorros en costes futuros que podrían conllevar, para obtener de esta forma una visión más clara y concreta de la idoneidad o no de adoptar las herramientas del Lean Manufacturing en la empresa objeto de estudio.

5. RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS.

5.1. Detalle del área productiva de estudio.

El área de estudio definida por la empresa comprende las actividades por las que pasan los denominados “pedidos internos” y engloba los procesos de molturación húmeda, secado, mezclado (para algunas familias de productos) y envasado.

A continuación se presenta un esquema del recorrido que hace el “pedido interno” durante su elaboración y, posteriormente, se describirá brevemente las condiciones de trabajo de cada sección.



Esquema 2: Actividades productivas de estudio. Fuente: elaboración propia (2013).

Detalle de la sección de molturación húmeda.

En esta sección se distinguen dos tipos de pedidos:

- *Pedido externo* (mayor volumen de producción).

El jefe de sección de la sección recibe un pedido y en función de la capacidad disponible en ese momento acepta e incluye en el programa el pedido o se negocian otras cantidades/fechas.

Los pedidos llegan a recepción vía telefónica.

- *Pedido interno*.

Todas las mañanas hay una reunión diaria entre el jefe de planta y los encargados de las tres secciones de fabricación de pedido interno: molturación, secado y envasado.

Los pedidos le llegan al encargado de la sección de envasado y envíos mediante un software de gestión de pedidos (en ocasiones también llegan por teléfono vía recepción).

En dicha reunión se planifica la producción en función de los últimos pedidos y de la programación establecida para todo el mes.

El programa se actualiza de forma diaria y manual. Cuando se tiene el programa de producción diario se introduce en un ERP al que tienen acceso los operarios de la sección.

Cuando se acepta un pedido inmediatamente se transmiten dos órdenes de fabricación:

- La primera es la orden de composición, que se dirige a la mezcladora encargada de procesar la familia de productos a la que pertenece el pedido. En esa sección se pesan las cantidades justas de materia prima necesarias para realizar el producto y se almacenan en un big bag en la sección del bombo correspondiente. Cada bombo tiene una sección asociada en almacén (espacios en una estantería en función del tamaño del bombo). Si hay un bombo para el cual no hay espacio suficiente en almacén, se retrasa la orden. Cada big bag tiene una etiqueta con una serie de datos (cód. de referencia, fecha de lanzamiento de orden, etc.) y además se cierra con una cuerda de un color determinado, que varía en función de la familia de productos a las que pertenezca el producto almacenado en su interior (controles visuales).
- La segunda es la orden de molturación, que implica la disponibilidad de un bombo para cargarlo con la composición almacenada en la sección del bombo y con el porcentaje adecuado de agua, de nuevo si el bombo en el que debe realizarse el pedido (por cantidad/composición) está ocupado se retrasa la orden.

En la sección de molturación se trabaja de lunes a viernes a dos turnos de ocho horas con descanso de media hora cada turno (aunque por la noche también se moltura).

Realmente el viernes por la noche no se moltura, el sábado por la mañana es el técnico de guardia el encargado de iniciar la molturación, de esta forma el material molturado permanece durante menos tiempo en el contenedor, facilitando las posteriores tareas de descarga y limpieza.

Hay tres etapas diferenciadas en esta sección:

- En el turno de la tarde se lleva a cabo el proceso de carga de los bombos. Mediante el terminal los operarios pueden ver los bombos que se han de cargar durante el día y aparecen en verde aquellos cuya composición se ha terminado y está en almacén, por lo que pueden cargarse ya, y en rojo los que aún no están disponibles.
- Una vez se ha cargado el material en el bombo debe introducirse en el programa la cantidad de horas que durará la molturación, que se realizará durante la noche. El % de agua necesaria en la molturación (depende de las cantidades, del tipo de producto, etc.) entre otros datos (rechazo, densidad, etc.) son suministrados directamente por el laboratorio de control en función del pedido.
- En el turno de mañana (que comienza a las 6) se lleva a cabo la descarga del material de bombos que han terminado la molturación. Dicha descarga se realiza si los parámetros de control (rechazo, densidad, viscosidad) se encuentran dentro de los límites deseados. Para ello debe realizarse un control de calidad de unos quince minutos de duración por bombo. No todos acaban a la vez de molturar, lógicamente se comienzan a descargar los que terminan antes. En función del tipo de producto se descargan en carritos de color azul (no contaminante^(*)) o naranja (contaminante). Si el carrito necesario para la descarga no está disponible se retrasa la orden.

(*) Los productos no contaminantes son aquellos para los que alguna traza de una fabricación anterior en bombo no supone cambios significativos en cuanto a los niveles de calidad exigidos por el cliente. El tiempo de cambio de lote (limpieza del bombo) es menor en este caso.

El cuello botella de esta sección es el análisis de la muestra. Una vez se ha molturado el material, se toma una pequeña muestra y se lleva al laboratorio de control donde se realiza una galga para compararla con la referencia. Pero la cocción de la pieza se realiza en un horno de la planta piloto. En función de la familia de producto se requieren unas temperaturas en el horno por lo que hay un horario para cada tipo de pieza. Y estas deben esperar. Si la pieza cocida es buena el producto se lleva al almacén exterior. Si las condiciones finales no son las deseadas debe molturarse el producto durante más tiempo (reproceso), normalmente el operario actúa en base a su experiencia.



*Imágenes 1, 2 y 3: Detalle de la descarga de un bombo.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

El ciclo habitual del proceso de molturación para pedido externo implica tres días desde que el cliente realiza el pedido (si éste se acepta inmediatamente se emite la orden de fabricación) hasta que el producto es entregado. El primer día se carga el bombo y se moltura, el segundo se descarga el producto, se analiza y se almacena en expediciones. El tercer día se envía al cliente.

En el caso de pedidos internos el tiempo de ciclo es de dos días (carga-molturación-descarga-análisis-almacén).

No suelen producirse productos defectuosos, pero cuando esto ocurre generalmente tiene que ver con alguna contaminación del bombo debido a una limpieza mal hecha.

Lo que sí tienen lugar son retrabajos, generalmente en forma de una segunda molturación o mezcla con otros componentes.

Actualmente existe un ratio de calidad del 98,5%.

En cuanto a las averías, cuando se identifica un problema en un bombo se programa la producción en uno de características similares mientras que éste es revisado o reparado; por lo que no se paraliza la producción.



REFERENCIA	KG. DE	% AGUA	LITROS	HORAS	OPERARIO		
EPB-03049	5.000,00	25,00	1.250	12-00	2º Turno		
FORMA: 31		37%					
MATERIA PRIMA EN DEPÓSITO:							
REFINER RELAJ:	KG. DE	0,00	OPERARIO				
	TORNADO:	0,00	DE:				
REVISOR TAMA COMPARE:			EMP36748 - 18,02				
CONDICIÓN DEBIL TAMA (P):			EMP36438F - 33,44				
			EMP36419 - 21,02				
			EMP36449 - 21,49				
CONEXIONES DE DISCARINA							
RECHAZO	DENSIDAD	VELOCIDAD	TAMPO MP	TELA TAMPO	ELECTRO		
4,00 - 5,00	1,80 - 1,82	TOLAN - MLAN	T-6	120	82		
HORA	RECHAZO	DENSIDAD	VELOCIDAD	TIEMPO	AGUA	T.P.F.	OPERARIO
5:7	185	182	110	25'	100		Hex
5							
INDICACIONES SOBRE LA SECARIA							
REFERENCIA	RECHAZO	DENSIDAD	VELOCIDAD	HORAS	OPERARIO		
B-07					Hex		
INDICACIONES DEL PRODU							
INDICACIONES SECARIA							
CARRO CRIST.							
ESTACIONADO Y LIMPIEZA							
SECCION DE MOLTURACIONES			ESTACIONADO TORNADO				
LUGAR DE MANTENIM.							

Imágenes 4 y 5: Ficha de molturación (control visual).

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).



Imagen 6: Almacén previo a la sección de molturación húmeda.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

MÁQUINAS

Los bombos se dividen en 7 grupos. El listado de bombos así como sus características es el siguiente:

GRUPO	Nº BOMBO	CARGA (Kg)
1	1	100
1	2	150
1	3	150
1	4	150
1	5	150
3	6	150
2	7	300
2	8	400
2	9	500
2	10	500
3	11	800
3	12	500
3	13	800
4	14	1000
4	15	1000
4	16	2500
4	17	4000
5	18	3000
5	19	3000
5	20	2000
5	21	2000
6	22	5000
6	23	5000
6	24	5000
6	25	5000
7	26	25
7	27	25
7	28	10000
7	29	10000
3	30	400
3	31	400
7	32	10000

Tabla 1: Listado de bombos y características. Fuente: elaboración propia (2013).

Detalle de la sección de secado.

En esta sección distinguimos dos tipos de productos:

- Frita húmeda para secar, con una demanda de 200 toneladas diarias.
- Pedido interno de molturación (serigrafías).

Todas las mañanas hay una reunión diaria entre el jefe de planta y los encargados de las tres secciones de fabricación de pedido interno: molturación, secado y envasado. Los pedidos le llegan al encargado de la sección de envasado y envíos mediante un software de gestión de pedidos (en ocasiones también llegan por teléfono vía recepción). En dicha reunión se planifica la producción en función de los últimos pedidos y de la programación establecida para todo el mes.

El programa se actualiza de forma diaria y manual y se introduce en un ERP al que tienen acceso los operarios de la sección.

Una vez se realiza el análisis del producto molturado en bombos y se da el visto bueno se programa el secado en función de la prioridad del pedido (fecha de entrega) y de la capacidad de la sección (disponibilidad de las máquinas). En la selección de la máquina se tienen en cuenta características como la compatibilidad del producto recién procesado en la máquina y el que se ha de programar (de esta forma se disminuyen contaminaciones y tiempos de cambio o mantenimiento).

De la sección de bombos el esmalte se transporta en depósitos hasta un almacén exterior donde no suelen estar más de 10-15 días (pedidos urgentes apenas permanecen 1-2 días, pedidos no urgentes pueden llegar a permanecer un mes). Cuanto más tiempo llevan almacenados mayor riesgo hay de que los materiales se depositen en el fondo del depósito, lo que dificulta su aspiración en el secadero, pero no se deteriora la calidad del producto final.

En la sección de secado se trabaja de lunes a viernes, a dos turnos de 8 horas cada uno (con descanso de media hora), un operario por turno.

Las máquinas que operan en esta sección son:

- Turbosecadores (3). Realizan el 95% de las funciones de secado. El producto final obtenido tras el secado es un polvo fino (serigrafía).
- Atomizador. Tiene asignado un porcentaje del 3-4% y de él se sacan granulometrías más gruesas.
- Flash. Solo tiene asociado un 0,-% de la producción anual (el último año produjo 2000 Kg únicamente). Generalmente se trabaja contra stock y es una máquina casi obsoleta (apenas se reciben pedidos que deban ser procesados en ella). Las especificaciones del producto final obtenido son más severas que en las anteriores máquinas, por lo que se obtiene un porcentaje bajo (sobre el 20%) de producto bueno, reciclándose el resto para otros fines.



El trabajo se centrará en la funcionalidad de los turbosecadores, que concentran casi la totalidad de la producción.

Previamente a la carga de un turbosecador se deben realizar unas operaciones de limpieza para evitar contaminaciones en los productos procesados:

- Si el producto que se va a procesar pertenece a la misma familia que el que acaba de ser procesado esta limpieza no es exhaustiva y puede durar unos 30 minutos. En el caso de procesarse el mismo producto no hace falta realizar limpieza.
- Si los productos difieren considerablemente (pertenencia a distintas familias) debe realizarse una operación de limpieza que minimice el riesgo de contaminación, cuya duración puede ser de hora y media. En ocasiones esta limpieza se realiza con un tipo de frita especial que resulta bastante compatible con todas las familias de productos y que se seca especialmente para preparar la máquina para otras tiradas y evitar que ésta esté parada (el turbosecador está en marcha durante todo el turno). Dicho proceso se denomina chapapote.
- Una vez se han realizado las operaciones de limpieza el depósito se transporta a la zona de secado, donde una tubería se introduce en su interior y aspira el líquido hasta el turbosecador. Una vez el esmalte es secado pasa por un filtro de mangas y luego por un tamiz para evitar que el producto final contenga trazas de otros materiales.
- Este se almacena directamente en big bag que son depositados en el almacén intermedio, situado enfrente de la sección de secado, en el que por motivos de capacidad permanecen entre 1-2 días.
Dicho almacén tiene capacidad para 4 Big Bags* 17 Filas= 68 Big Bags.
- El siguiente paso es tomar una muestra del producto final obtenido y verificar su calidad.

Tras la inspección este producto se transporta a un almacén más grande (con espacio de 4 estanterías* 7 huecos/est.* 12 Big Bags/hueco= 336 Bigs Bags) que ya forma parte de la sección de envasado, o si el pedido es urgente se transporta directamente a la sección de envasado.

Normalmente no se producen productos defectuosos, pero cuando esto ocurre generalmente tiene que ver con alguna contaminación de la máquina debido a una limpieza mal hecha.

No obstante el producto al haber pasado ya una inspección en bombos tiene probabilidades mínimas de resultar defectuoso, y cuando esto sucede puede mezclarse con producto bueno para refinarse.



*Imágenes 7 y 8: Detalle de aspiración de esmalte y secado en turbosecador.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*



Imagen 9: Almacén exterior.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).



Imágenes 10 y 11: Almacén de fábrica (izquierda) y almacén intermedio (derecha).

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).



Detalle de la secciones de mezclado-ensvasado.

En ambas secciones se trabaja de lunes a viernes, dos turnos a 8 horas cada turno (con descanso de media hora por turno).

Hay tres operarios para las dos: dos trabajan en una sección mientras el otro se ocupa de la restante, en función del trabajo pendiente en cada una.

Los pedidos quedan registrados mediante un software de gestión.

Todas las mañanas el almacén automático muestra los productos en stock y las cantidades disponibles de cada uno. En función de estos datos se programa la producción para cubrir las necesidades de los pedidos programados previamente.

El programa se actualiza de forma diaria y manual. Cuando se tiene el programa de producción diario se introduce en un ERP al que tienen acceso los operarios de la sección.

Mezclado.

En esta sección se lleva a cabo la mezcla tanto de serigrafías como de granillas, aunque el presente documento se nos centra en el primer grupo.

Hay que aclarar que no todos los pedidos de serigrafía pasan por esta sección, sólo aquellos cuyo producto final es resultado de la mezcla de dos serigrafías distintas.

Esta sección dispone de 5 máquinas mezcladoras de distintas capacidades:

- Mezcladora bicónica de 5000 Kg. Carga y descarga de 30 minutos.
 - Mezcladoras en V de distinta carga (2000 Kg, 1000 Kg...).
- En total hay 4. Los tiempos de carga y descarga de todas son de 30 minutos también, salvo de la mezcladora pequeña, cuya limpieza se puede realizar a mano y dura 10 minutos.

En esta sección se producen 1000 Kg/día de media de producto mezclado. Cada mezcla dura entre 30-45 min, pero depende de la carga y del material.

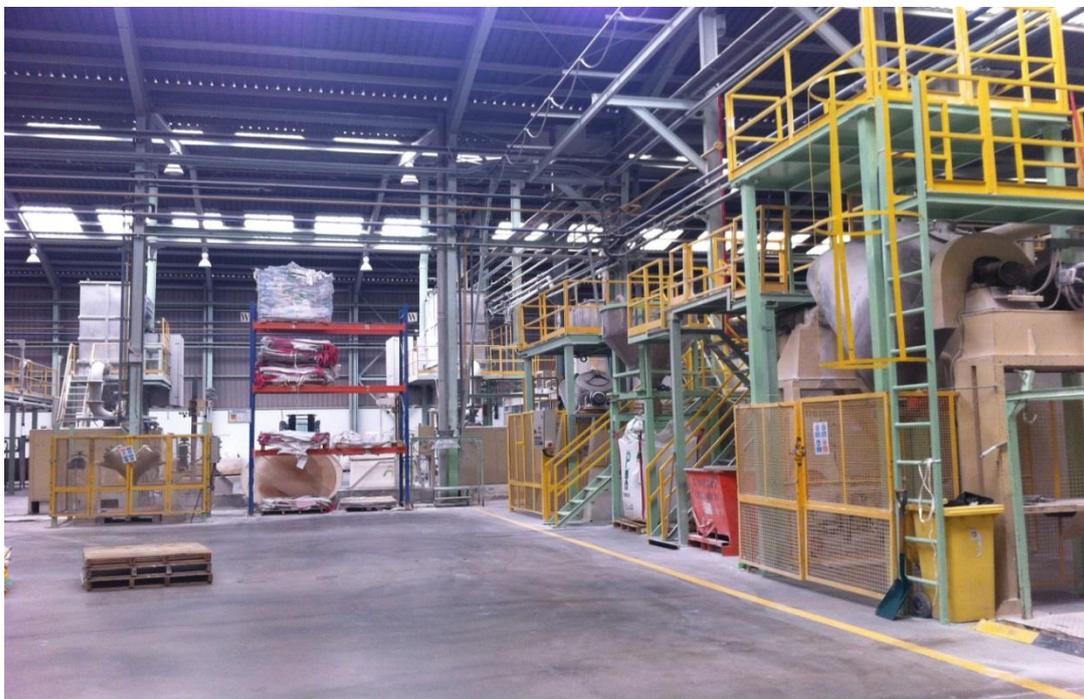
Se procura programar la producción buscando afinidad entre lotes fabricados (por familia) para disminuir el riesgo de contaminación y los tiempos de cambio de lote.

Una vez se tiene el producto mezclado se debe tomar una muestra para analizarla. El análisis se tiene en un plazo máximo de 24 horas, ya que el producto se almacena en la misma sección. Normalmente no hay defectos puesto que este material ya ha atravesado dos controles anteriores de calidad. Sin embargo si nos encontramos con retrabajos.

En función del pedido el producto bueno se lleva directamente al almacén de envíos o a la sección de ENVASADO.



*Imagen 12: Mezcladora bicónica y mezcladora en V de 2000 Kg.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*



*Imagen 13: Mezcladoras en V (una pequeña, dos de 1000 Kg).
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*



Envasado.

En esta sección se lleva a cabo el envasado del producto terminado mediante robots, y el flejado de los envases en grupos compactos listos para enviar.

Hay una envasadora automática para serigrafía (las restantes envasadoras se utilizan para otros productos).

El proceso de envasado consta de varias partes diferenciadas:

- Aspiración de los sacos de serigrafía hasta cargar el silo.
Descarga del silo y envasado en sacos 40x30x10 (largo x ancho x alto).
- Robot worky se encarga de apilar los sacos.
- Flejadora FIS se encarga de plastificar los sacos y dejar el producto en su formato final compacto, listo para enviar al cliente.

Todo este proceso está automatizado y el transporte del producto se realiza por cinta transportadora.

Los operarios saben qué Big Bag deben envasarse y en qué orden mediante el ERP del terminal de la sección.

Una vez más el orden está relacionado con la compatibilidad del producto previo y el producto actual (para minimizar tiempos de cambio).

Además se tiene cierto almacén de stock (1000 Kg de cada referencia).

Dicho almacén dispone de 18 estanterías con 4 huecos.

Una vez se tiene el producto envasado éste se almacena en el almacén de envíos listo para su expedición. Dicho almacén cuenta con 18 filas en las que caben 24000 kilos/fila de producto terminado.



*Imagen 14: Aspiración de los sacos de serigrafía y carga en el silo.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*



*Imagen 15: Envasado en sacos.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*



Imagen 16: Robot Worky apilando sacos.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).



Imagen 17: Flejadora FIS y producto terminado.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).



Imagen 18: Almacén de Stock de producto terminado.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).



Imágenes 19 y 20: Almacén de envíos.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

5.2. Toma de datos del proceso productivo.

Para realizar un buen diagnóstico de la planta se precisa recopilar información precisa sobre cada una de las actividades que intervienen en el proceso productivo, para ello el alumno elaboró una serie de plantillas para la recogida de datos, basándose en los vídeos que el grupo de investigación ROGLE, perteneciente a del Departamento de Organización de Empresas de la Universidad Politécnica de Valencia, pone a disposición pública en su página web ("<http://riunet.upv.es/>").

Los datos expuestos en los siguientes subapartados sobre las secciones objeto de estudio fueron tomados por el alumno durante el mes de julio.

La mayor parte de los datos se recogieron en planta, otros, como el tiempo dedicado a realizar reparaciones en los equipos, se obtuvieron gracias a los informes guardados en Rosmiman (el software de soporte para la gestión del mantenimiento de la empresa).

Datos del proceso de Molturación Húmeda.

Tiempo de ciclo.

Para empezar se calculó el tiempo de ciclo del proceso de la siguiente manera:

Se obtuvo el tiempo de molturación gracias al software de soporte de la sección, del que se extrajo información sobre las horas molturadas durante todo el mes.

Desde: 01/07/2013-----Hasta: 31/07/2013

Horas molturación: 3510

Teniendo en cuenta las toneladas de frita que pueden procesarse en un día (se ha considerado la carga admisible en cada bombo y se ha tenido en cuenta que cada bombo realizará no más de una molturación por día) se obtuvo un tiempo igual a:

$$3510 \text{ (h/mes)} / [20 \text{ (días/mes)} * 74 \text{ (T/día)}] = \underline{\underline{2.156 \text{ h/T}}}$$

Una vez se tenía este tiempo, obtener el tiempo de ciclo fue fácil, pues a las horas de molturación media de la sección por tonelada había que sumarles el tiempo que se tardaba en cargar y descargar el bombo, suministrado por el encargado de la sección. De esta forma:

$$\underline{\underline{TC = t. Carga + t. Proceso + t. Descarga = 0.125 + 2.156 + 1 = 3,3 \text{ h/T}}}$$

Tiempo de mantenimiento correctivo y preventivo.

A continuación se calculó el tiempo por mantenimiento que la sección había ocasionado.

En primer lugar se obtuvo el tiempo total de mantenimiento correctivo gracias a los informes del software Rosmiman (software de soporte para la gestión del mantenimiento) sobre las averías por equipo (que incluyen fecha y tiempo de reparación).



RELACION DE AVERIAS / PDS POR EQUIPO

De Equipo TMOLT1, A Equipo TMOLT32, De Fecha 01/07/2013, A Fecha 29/07/2013

AVER_EQU.RPT
Fecha: 29/07/2013
Hora: 12:37:50
Página 1 de 1

T15 BOMBO Nº15

Id	Fecha Inicio	Fecha Cierre	Estado	Tipo Trab.	Descripción / Causa / Accion
17.782	08/07/2013 12.33	08/07/2013 13.13	CERRADA	MCOR	D: BOMBOS. B15 AVISO DE ARRANQUE DIFICULTOSO
Avería:	OTR	OTRAS			
Causa:	USO	MAL USO			C: SE PASA NOTA DEL SABADO 6 QUE EL BOMBO ARRANCO BASTANTE MAL CARGA BAJA 1000 KG
Acción:	OTR	OTRAS			A: SE COMPRUEBA QUE HOY A ARRANCADO BIEN EN EL RECHAZO COMENTADO CON LOS OPERARIOS ESTO COMENTAN QUE LAS CARGAS POR DEBAJO DE LOS 1500 KG CUESTA ARRANCAR EL BOMBO
Acción Corr	0	NINGUNA			
18.041	11/07/2013 13.37	12/07/2013 05.58	CERRADA	MCOR	D: BOMBOS. B15 LLAVE 1 1/2" AIREACION ROTA
Avería:	HIDRA	HIDRAULICA			
Causa:	DESG	DESGASTE			C: LA LLAVE DE AIREACION NO CIERRA DEL TODO
Acción:	SUST	SUSTITUIR			A: SE SUSTITUYE LA LLAVE DE 1 1/2"
Acción Corr	0	NINGUNA			
18.514	19/07/2013 11.47	19/07/2013 12.46	CERRADA	MCOR	D: GRIFO ROTO
Avería:	MEC	MECANICA			
Causa:	ROT	ROTURA			C:
Acción:	SUST	SUSTITUIR			A: CAMBIAR GRIFO 1 1/2"
Acción Corr	0	NINGUNA			
18.809	25/07/2013 16.45	25/07/2013 21.17	CERRADA	MCOR	D: PATINAN CORREAS
Avería:	MEC	MECANICA			
Causa:	OTR	OTRAS			C: CORREAS DESTENSADAS
Acción:	OTR	OTRAS			A: TENSAR CORREAS
Acción Corr	0	NINGUNA			

Imagen 21: Informe de averías de la sección de molturación húmeda. Fuente: software Rosmiman (mes de Julio de 2013).

	A	B	C	D	E	F
1	AVERÍAS					
3	Nº Bombo	Día inicio	Hora Inicio	Día Final	Hora Final	Dur. Avería
4	10	05/07/13	06:37	05/07/13	07:15	0:38
5	14	19/07/13	11:08	19/07/13	12:45	1:37
6	15	08/07/13	12:33	08/07/13	13:13	0:40
7		11/07/13	13:37	12/07/13	05:58	16:31
8		19/07/13	11:47	19/07/13	12:46	0:59
9		25/07/13	16:45	25/07/13	21:17	4:33
10	16	16/07/13	14:44	16/07/13	16	1:16
11		16/07/13	16:01	17/07/13	16:16	0:15
12	17	05/07/13	19:23	05/07/13	19:44	0:21
13	19	18/07/13	09:07	18/07/13	09:22	0:15
14	2	02/07/13	20:54	02/07/13	21:29	0:35
15		22/07/13	17:08	23/07/13	14:51	21:43
16	20	12/07/13	08:40	12/07/13	08:57	0:17
17		19/07/13	12:22	19/07/13	12:56	0:34
18	21	08/07/13	06:38	08/07/13	06:50	0:12
19	22	17/07/13	13:17	17/07/13	13:47	0:03
20	25	09/07/13	08:45	09/07/13	09:17	0:32
21		17/07/13	13:35	17/07/13	13:49	0:14
22	28	09/07/13	13:27	10/07/13	07:48	17:21
23		17/07/13	12:00	17/07/13	12:10	0:01
24	29	01/07/13	17:29	01/07/13	17:45	0:16
25		01/07/13	08:00	01/07/13	17:45	9:45
26		03/07/13	08:00	03/07/13	17:49	9:49
27		04/07/13	08:00	04/07/13	17:27	9:27
28		22/07/13	10:29	22/07/13	11:17	0:48
29		23/07/13	19:28	23/07/13	20:59	1:31
30	30	18/07/13	10:10	18/07/13	11:58	1:48
31	32	01/07/13	17:45	01/07/13	19:21	1:36
32		02/07/13	16:26	02/07/13	16:42	0:16
33		05/07/13	19:02	05/07/13	19:23	0:21
34		15/07/13	11:12	15/07/13	13:44	2:32
35		18/07/13	15:24	18/07/13	16:17	0:53
36	TOTAL					131:39:00

Imagen 22: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección molturación).

Fuente: Elaboración propia (2013).

Se realizó el cómputo de las horas totales empleadas en reparaciones mediante una hoja de cálculo y se obtuvo el tiempo total de mantenimiento correctivo durante el mes de julio:

T. Mantenimiento Correctivo = 131,39 horas

En segundo lugar se estimó el tiempo destinado al mantenimiento preventivo de la siguiente manera:

1. Se tiene en cuenta el tiempo destinado por el mecánico encargado de la sección al mantenimiento rutinario, que es 1,5 h /día.
2. También se tienen en cuenta las revisiones. Con periodicidad mensual, y una duración de 2-3 horas por equipo o grupo de bombos (hay 7 grupos en total).
3. Si sumamos todos obtenemos:

Preventivo diario = 1,5 (h /día) * 20 (días/ mes) =30 (h/mes)

Revisiones = 7 grupos * 2,5 (h/grupo) = 17,5 h

T. Mantenimiento Preventivo = Preventivo diario + Revisiones = 30 + 17,5 = **47,5 horas**



El resto de información se ha obtenido tanto de la descripción detallada de la sección (turnos, operarios, almacén...), como de los indicadores que se calculan mensualmente (productividad, tasa de calidad).

Se rellena de esta forma la siguiente plantilla de datos del proceso:

PROCESO: Molienda

DATOS PROCESO	
Demanda total de las referencias que pasan por ese proceso (T/mes)	850-1000
Almacén anterior	Almacén BOMBOS máx 24 h; 92 BB ⁽¹⁾
Almacén posterior	Almacén Ext.; 146 depósitos ⁽²⁾
TAKT ⁽³⁾ (h/T)	1,2
Días trabajo mes	20
Turnos por día	2
Horas disponibles por turno	7,5
Nº operarios (directos/indirectos)	4 Mañana/ 3 Tarde
Productividad (kilo/hora hombre)	316,88
Productividad (kilo/ hora máquina)	339
Tiempo de ciclo (h/T) -sin inspección-	3,3
Tiempo de cambio de lote (h)	0,75
Tamaño de lote mínimo/ económico/ habitual	Según pedido
Calidad	98,5
Tiempo de mantenimiento de la último mes	47,5
Avería último mes	131,39



FLUJO DE INFORMACIÓN	
Tipo de programación de la producción (secuenciador/ manual/ Kanban)	Manual
Periodicidad programa (diario/semanal)	Diario
Cómo llega dicha información (ERP/ teléfono/ papel/ mail)	ERP
Siguiente paso (Almacén)	Inspección + Alm. Exterior
Nombre proceso siguiente	Secado

GUÍA PARA IDENTIFICAR MEJORAS (BASADA EN HERRAMIENTAS GOAL)	
El puesto de trabajo está estandarizado	Algo
Existe cierto grado de SMED ⁽⁴⁾	Sí, programación basada en compatibilidad de familias de productos
Los operarios participan en el mantenimiento	No
Existe algún nivel de estandarización en el trabajo	Sí (procedimientos de trabajo) ⁽⁵⁾
Existen controles visuales	Sí (ficha de molturación por cada bombo en proceso) ⁽⁶⁾
Se trabaja en equipo	Sí

Tabla 2: Datos Previos sección molturación húmeda. Fuente: elaboración propia (2013).

Para facilitar la comprensión de los datos es preciso hacer ciertas aclaraciones:

- (1) BB es la abreviatura de Big Bag o Saco Grande, unidad de almacenamiento físico de la frita que equivale a 1000 Kg de frita.
- (2) El depósito es la unidad de almacenamiento físico del esmalte, equivale también a 1000 Kg de esmalte.
- (3) El takt time se refiere al ritmo en el cual debe fabricarse un producto para satisfacer la demanda.

Se obtiene dividiendo el tiempo total del que se dispone para producir el producto entre la demanda total:

$$\mathbf{TAKT} = (4 \text{ semanas} * 5 \text{ días} * 2 \text{ turnos} * 7,5 \text{ horas}) / (1000 \text{ T}) = \mathbf{0.3 \text{ h} / \text{T}}$$

Es importante destacar que el Takt es mucho menor que el tiempo de ciclo, lo que en la cadena de montaje tradicional supondría que no se dispone del tiempo suficiente como para satisfacer la demanda.

Esto, en este caso concreto no es así, debido a que el producto que se está estudiando no se fabrica en cadena, como ocurre con la fabricación de piezas, sino a menudo de forma simultánea (es el caso de cuando se cargan en un mismo bombo varias toneladas, o cuando se están utilizando varios bombos al mismo tiempo).

NOTA: No se ha podido hacer el cálculo del tiempo del ciclo considerando máquinas en paralelo porque no se puede prever cuántos bombos (y de qué tonelaje) estarán funcionando al mismo tiempo en cada momento hasta que no se ha recibido el pedido.

(4) SMED es el acrónimo de Single-Minute Exchange of Die: cambio de herramienta en un solo dígito de minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o iniciación de procesos debería durar no más de 10 minutos.

En este caso, programar la producción en función de las familias de producto se traduciría en reducir el tiempo empleado en limpiar el bombo para evitar posibles contaminaciones (por restos de fritas que no pertenezcan al producto destino).

(5) Los procedimientos de trabajo establecen pautas de actuación que se deben cumplir de forma precisa y sistemática, cada vez que se realiza la actividad definida en el procedimiento. Son una forma de estandarizar los procesos que se llevan a cabo en la sección.

(6) Las fichas de molturación son un documento que se pone en un tablón, en el panel correspondiente al bombo en el que se ha llevado a cabo la molturación, y en donde se recogen diversos parámetros (nombre de la referencia, Kgs. Molturados, tiempo de molturación, fecha de inicio y de final de proceso, etc.).

Datos del proceso de Secado.

De forma análoga al proceso anterior, se recogen los datos para el proceso de secado.

Tiempo de ciclo.

$$TC = t. \text{Carga} + t. \text{Proceso} + t. \text{Descarga} = 0,25 + 2,5 + 1,5 = 4,25 \text{ h/T}$$

En este caso, como se sabe que los tres turbosecadores funcionan de forma simultánea el verdadero tiempo de ciclo será el anterior dividido entre tres (por estar las tres máquinas funcionando en paralelo):

$$\underline{TC} = 4,25 \text{ (h/T)} / 3 = \underline{1,42 \text{ h / T}}$$

Tiempo de mantenimiento correctivo y preventivo.

	A	B	C	D	E	F
1	REPARACIONES					
3	Turbosecadero	Día inicio	Hora Inicio	Día Final	Hora Final	Dur. Avería
4	1	02/07/13	15:05	02/07/13	15:36	0:31
5	1	12/07/13	21:09	12/07/13	22:11	1:02
6	1	16/07/13	21:34	17/07/13	16:17	19:17
7	1	23/07/13	15:07	23/07/13	20:56	5:05
8	3	03/07/13	06:42	03/07/13	07:02	0:20
9	3	12/07/13	21:08	12/07/13	21:09	-
10	3	15/07/13	08:14	16/07/13	05:53	21:39
11	3	23/07/13	15:45	23/07/13	20:55	5:10
12	TOTAL					53:04:00

Imagen 23: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección secado).

Fuente: Elaboración propia (2013).

T. Mantenimiento Correctivo = 53,04 horas

El tiempo total de mantenimiento preventivo se estima de la siguiente manera:

1. Se tiene en cuenta el tiempo destinado por el mecánico encargado de la sección al mantenimiento rutinario, que es 1,5 h / día.
2. También se tienen en cuenta las revisiones. Con periodicidad mensual, y una duración de 2-3 horas por turbosecador (hay 3 en total).

Si sumamos todo obtenemos:

$$\text{Preventivo diario} = 1,5 \text{ (h / día)} * 20 \text{ (días/ mes)} = 30 \text{ (h/mes)}$$

$$\text{Revisiones} = 3 \text{ turbosecadores} * 2,5 \text{ (h/turbosecador)} = 7,5 \text{ h}$$

$$\underline{\text{Mantenimiento Preventivo}} = \text{Preventivo diario} + \text{Revisiones} = 30 + 7,5 = \underline{37,5 \text{ h}}$$



PROCESO: Secado

DATOS PROCESO	
Demanda total de las referencias que pasan por ese proceso (T/mes)	240
Almacén anterior	Alm. EXT. máx 10-15 días; 146 depósitos
Almacén posterior	Alm. Inter. 1-2 días máximo; 68 BB
TAKT (h/T)	1,25
Días trabajo mes	20
Turnos por día	2
Horas disponibles por turno	7,5
Nº operarios (directos/indirectos)	1
Productividad (kilo/hora hombre)	300
Productividad (kilo/ hora máquina)	332
Tiempo de ciclo (h/T) -sin inspección-	1,42
Tiempo de cambio de lote (h)	1,5 (30-45 min limpieza + chapapote ⁽¹⁾)
Tamaño de lote mínimo/ económico/ habitual	mín. 400-500 Kg
Calidad	-
Tiempo de mantenimiento de la último mes	37,5
Avería último mes	53,04

FLUJO DE INFORMACIÓN	
Tipo de programación de la producción (secuenciador/ manual/ Kanban)	Manual
Periodicidad programa (diario/semanal)	Diario
Cómo llega dicha información (ERP/ teléfono/ papel/ mail)	ERP
Siguiente paso (Almacén)	Inspección + Alm.Inter./ Inspección + Alm. Envasado
Nombre proceso siguiente	Mezclado+Envasado/ Envasado

GUÍA PARA IDENTIFICAR MEJORAS (BASADA EN HERRAMIENTAS GOAL)	
El puesto de trabajo está estandarizado	Algo
Existe cierto grado de SMED	Sí, programación basada en compatibilidad de familias de productos
Los operarios participan en el mantenimiento	No
Existe algún nivel de estandarización en el trabajo	Sí (Procedimientos de trabajo)
Existen controles visuales	No
Se trabaja en equipo	No (1 operario por turno)

Tabla 3: Datos Previos sección secado. Fuente: elaboración propia (2013).

(1) Para evitar contaminaciones la limpieza del turbosecador va a acompañada de la puesta en marcha con material no contaminante que elimina los restos que puedan quedar de esmalte. Dicho material es conocido como chapapote, y es necesario sobre todo cuando se va a proceder al secado de un esmalte de diferente tipo o familia al esmalte predecesor. Teniendo en cuenta que el pequeño porcentaje de no calidad tiene que ver con la contaminación de los esmaltes durante la producción la limpieza es de vital importancia para garantizar la eficiencia del proceso y la satisfacción de los clientes.

Precisamente la calidad del producto es un tema al que se le presta gran atención, por ello antes de iniciar el procesado del material en curso se realizan sucesivas inspecciones (una al final y al principio de cada proceso). Pero no en todas las partidas de un mismo producto, razón por la cual no se ha considerado el tiempo destinado al análisis de la muestra para obtener los tiempos de ciclo de ninguno de los procesos. Además, a menudo estas pruebas requieren adaptarse a un horario específico que hace que el tiempo de demora crezca considerablemente, a la espera de los resultados.

Cabe mencionar que el Takt Time es ligeramente menor que el tiempo de ciclo, lo que implica que pueden haber ciertos retrasos al satisfacer la demanda en determinados encargos porque el ritmo de producción es más lento de lo que debería.

No obstante, se dispone de inventario de seguridad de los diferentes tipos de productos para estas ocasiones,

Datos de los procesos de Mezclado-Envasado.

Por último se recopilan los datos de las secciones de mezclado y envasado, que se han decidido estudiar de forma simultánea.

Los datos del proceso de la sección de mezclas son los siguientes:

Tiempo de ciclo.

$$\text{TC} = t. \text{Carga} + t. \text{Proceso} + t. \text{Descarga} = 0,5 + 0,625 + 0,5 = \underline{\underline{1,625 \text{ h/T}}}$$

El uso de un tipo u otro de mezcladora depende del tipo de serigrafía que se vaya a mezclar, razón por la cual no se considera que las máquinas actúen en paralelo (sólo hay una máquina para cada tipo).

	A	B	C	D	E	F
1	REPARACIONES					
3	Máquina	Día inicio	Hora Inicio	Día Final	Hora Final	Dur. Avería
4	M. Bicónica	19/07/13	19:39	19/07/13	19:45	0:06
5	M. V grande	16/07/13	08.17	26/07/13	20.28	9 días y 12 h
6	Filtro	19/07/13	07:07	19/07/13	12:52	5:45
7	Filtro Ser.	30/07/13	17.57	30/07/13	18:02	0:05
8	TOTAL					17:56:00

Imagen 24: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección mezclado).

Fuente: Elaboración propia (2013).

Tiempo de mantenimiento correctivo y preventivo.

El tiempo total de mantenimiento correctivo que ha ocasionado la sección durante el mes de julio (sin contar los 9 días imputados a la mezcladora en V grande, que fueron de espera por el material) es el siguiente:

T. Mantenimiento Correctivo = 17,56 horas

El tiempo total de mantenimiento preventivo se estima de la siguiente manera:

1. Se tiene en cuenta el tiempo destinado por el mecánico encargado de la sección al mantenimiento rutinario, que es 1,5 h /día (durante los 20 días del mes).
2. En cuanto a las revisiones, no se tiene constancia de que se realicen periódicamente revisiones a las mezcladoras.

T. Mantenimiento Preventivo = Preventivo diario + Revisiones = 30 h

En cuanto al proceso de envasado se tiene la siguiente información:

Tiempo de ciclo.

$$\text{TC} = t. \text{Carga} + t. \text{Proceso} + t. \text{Descarga} = 0 + 1 + 0,017 = \underline{1,2 \text{ h/T}}$$

Tiempo de mantenimiento correctivo y preventivo.

1	REPARACIONES					
3	Máquina	Día inicio	Hora Inicio	Día Final	Hora Final	Dur. Avería
4	Env. Aut. Serigraf.	15/07/13	13:23	16/07/13	05:55	16:32
5		23/07/13	10:01	23/07/13	14:05	2:04
6		31/07/13	12:11	31/07/13	13:25	1:14
7	Env. Manual Soler	02/07/13	15:36	02/07/13	16:26	1:10
8		15/07/13	19:42	15/07/13	21:17	2:25
9		19/07/13	19:21	19/07/13	19:38	0:17
10	TOTAL					23:42:00

Imagen 25: Hoja de cálculo con la relación de averías y su duración (sección envasado).

Fuente: Elaboración propia (2013).

Tiempo de mantenimiento correctivo: 23:42 h

Tiempo de mantenimiento preventivo: 30 h (sin revisiones rutinarias, la máquina no para durante ninguno de los turnos).



PROCESO	MEZCLADO	ENVASADO
DATOS PROCESO		
Demanda total de las referencias que pasan por ese proceso (T/mes)	179,4	240
Almacén anterior	Alm. In. Fáb. (336 BB); Alm. Inter.	Alm. In. Fáb. (336 BB); Alm. Inter. Mezclas
Almacén posterior	Sección (antes de envíos)	Alm. Envíos
TAKT (h/T)	2,51	1,88
Días trabajo mes	20	20
Turnos por día	2	2
Horas disponibles por turno	7,5	7,5
Nº operarios (directos/indirectos)	1,5	1,5
Productividad (kilo/hora hombre)	-	102,16
Productividad (kilo/ hora máquina)	-	153,24
Tiempo de ciclo (h/T) -sin inspección-	1,625	1,2
Tiempo de cambio de lote (h)	30 min + chapapote	1 min (serigrafías)
Tamaño de lote mínimo/ económico/ habitual	mín. 25 Kg	mín. 25 Kg
Calidad	-	99,4
Tiempo de mantenimiento de la último mes	30	30
Avería último mes	17,56	23,42
FLUJO DE INFORMACIÓN		
Tipo de programación de la producción (secuenciador/ manual/ Kanban)	Manual	Manual
Periodicidad programa (diario/semanal)	Diario	Diario
Cómo llega dicha información (ERP/ teléfono/ papel/ mail)	ERP	ERP
Siguiente paso (Almacén)	Envasado, Almacén Fábrica, Almacén Envíos	Almacén Envíos
Nombre proceso siguiente	Envasado	-

GUÍA PARA IDENTIFICAR MEJORAS (BASADA EN HERRAMIENTAS GOAL)		
El puesto de trabajo está estandarizado	Algo	Algo
Existe cierto grado de SMED	No	Sí, programación basada en compatibilidad de familias de productos
Los operarios participan en el mantenimiento	No	No
Existe algún nivel de estandarización en el trabajo	Sí (Procedimientos)	Sí (Procedimientos)
Existen controles visuales	No	No
Se trabaja en equipo	Sí	Sí

Tabla 4: Datos Previos secciones mezclado-ensvasado. Fuente: elaboración propia (2013).

Cabe destacar que en las dos secciones el tiempo de ciclo es menor que el tiempo takt, lo que significa que el ritmo de producción es más rápido que el necesario para satisfacer la demanda. Eso puede traducirse en ineficiencias de diversa índole (mayores costes de almacenamiento, no utilización de la capacidad total disponible de la máquina...).

No obstante, la holgura no siempre es un problema, ya que el tiempo takt hace referencia al ritmo de producción necesario para satisfacer una demanda promedio, pero dicha demanda promedio es una estimación, pudiéndose dar el caso de que la demanda real sea mayor y por lo tanto el takt disminuya, acercándose al tiempo de ciclo actual.

Es decir que siempre que se mantengan holguras razonables estas pueden suponer una ventaja para responder ante picos de demanda altos e inesperados.

En la sección de envasado la diferencia entre el takt time y el tiempo de ciclo es mínima, siendo bastante considerable en la sección de mezclas (a priori no conviene una holgura tan amplia). No obstante esto tiene una sencilla explicación, y es que no todas las serigrafías pasan por el proceso de mezcla (no es necesario la mezcla para obtener muchos de los productos que forman parte del pedido interno de la empresa, que es en el que se centra el trabajo). Esto ocasiona que las máquinas de esta sección a menudo estén paradas, pero como según el tipo de serigrafía se requiere de un tipo de mezcladora en particular no parece posible reducir el número de máquinas (hay una de cada tipo y tamaño).

Resumen de los datos previos.

Datos del proceso global

Pedido interno (sin fritas ni granillas)

DATOS PROCESO (para análisis de divergencias)	Molturación	Secado	Mezclado	Envasado
Demanda total de las referencias	850-1000 T mes	240 T mes	179,4 T mes	240 T mes
Almacén anterior	Alm. BOMBOS máx 24 h; 92 BB	Alm. EXT. máx 10-15 días; 146 dep.	Alm. In. Fáb. (336 BB); Alm. Inter.	Alm. In. Fáb.; Alm. Inter. Mezclas
Almacén posterior	Almacén Ext.; 146 depósitos	Alm. Inter.1-2 días máximo; 68 BB	Sección (antes de env.)	Alm. Envíos
TAKT (h/T)	0,3	1,25	2,51	1,88
Días de trabajo mes	20 (L-V)	20 (L-V)	20 (L-V)	20 (L-V)
Turnos por día	2	2	2	2
Horas disponibles por turno	7,5	7,5	7,5	7,5
Nº operarios (directos/indirectos)	4 M/ 3T	1	1,5 (2op./1 op.)	1,5 (2op./1 op.)
Productividad (kilo/hora hombre)	316,88	300		102,16
Productividad (kilo/ hora máquina)	339	332		153,24
Tiempo de ciclo (h/T) -sin inspección-	3,3 h/ T	1,42 h/T	1,625 h/T	1,2 h/T
Tiempo de cambio de lote	45 min	1,5 h (30-45 min limpieza + chapapote)	30 ´ + chapapote	1 ´(serigrafía); 10 ´ (granillas)
Tamaño de lote mínimo/ económico/ habitual	según pedido	mín. 400-500 Kg	mín 25Kg.	mín 25Kg.
Calidad	98,5			99,4
Tiempo de mantenimiento último mes (h)	47,5	37,5	30	30
Avería último mes (h)	131,39	53,07	17,56	23,42
Tipo de programación prod. (secuenciador/ manual/ Kanban)	ERP + manual (reunión)	ERP + manual (reunión)	ERP + manual (reunión)	ERP + manual (reunión)
Periodicidad programa (semanal/diario)	diario	diario	diario	diario
Cómo llega el programa (ERP/ teléfono/ papel/ mail)	ERP	ERP	ERP	ERP

Tabla 5: Resumen Datos Previos. Fuente: elaboración propia (2013).

6. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN EN PLANTA.

6.1. Mapa de la cadena de valor (VSM).

El VSM es una herramienta utilizada en Lean Manufacturing para analizar los flujos de materiales e información que se requieren para poner a disposición del cliente un producto o servicio.

En él se representan los procesos necesarios para la transformación de materias primas o semielaborados en producto terminado (flujo de materiales) y el modo en que se transmite la información entre estos procesos para indicar qué cantidad de producto se debe producir o suministrar y cuándo debe empezar a solicitarse a los proveedores internos o externos (flujo de información).

Algunos de estos procesos aportan valor añadido y otros no. El mapa de la cadena de valor nos muestra la proporción de unos y de otros y también datos de los indicadores clave de cada proceso.

De este modo puede utilizarse como una herramienta de planificación y control de la empresa, como una herramienta de diagnóstico o como una herramienta de comunicación que facilita la gestión del cambio en la empresa a través de estrategia de mejora continua.

Para implementar el VSM en nuestra área de producción se deben seguir los siguientes pasos:

1. Se identifica la familia de productos a estudiar y se realiza el seguimiento de una o varias referencias pertenecientes a dicha familia para obtener una visión exacta de su recorrido a través de las diferentes secciones.
2. A cada una de las operaciones o procesos se le asignan indicadores o medidas de desempeño que permitan conocer y visualizar el estado actual del proceso.
3. Se realiza un esquema de todo el recorrido (VSM) incluyendo datos relevantes sobre tiempos y procesos.

De esta forma se puede disponer de información útil de un solo vistazo, además de alcanzar una comprensión global sobre el ciclo de producción y las actividades y recursos que involucra.

El objetivo principal de utilizar esta técnica es identificar sobre el mapa todo aquello que no aporta valor para el cliente. Suelen buscarse principalmente los 7 desperdicios definidos en el contexto del Lean Manufacturing.

La gran ventaja del VSM con respecto a otras técnicas de mejora continua es que busca oportunidades de mejora que tengan un impacto sobre toda la cadena, y no en procesos aislados.

6.2. Elaboración del VSM actual

Seguimiento de la referencia.

Generalmente el VSM suele iniciarse con la incorporación de la materia prima a la fábrica de la mano de un proveedor externo (que puede formar parte o no del grupo empresarial).

Por razones prácticas sólo se dispone de información de una zona acotada de las actividades productivas de la fábrica (que es el objeto del presente estudio) y, por lo tanto, se va a considerar que el flujo comienza justo en el proceso de molturación húmeda, y que el proveedor es la sección anterior (composiciones).

Para realizar el seguimiento se va a utilizar una herramienta muy utilizada en el estudio de métodos y tiempos: el cursograma analítico, para el cual se han realizado en Excel unas plantillas. Dicho cursograma constituirá la hoja de ruta de la referencia estudiada.

El cursograma analítico es una representación gráfica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante un proceso o procedimiento, y comprende información considerada adecuada para el análisis, como por ejemplo: tiempo transcurrido y distancia recorrida.

El objetivo de dicho seguimiento será alcanzar una visión clara y precisa del flujo de materiales y de información que se lleva a cabo en cada proceso (tiempo de operación, tiempos de espera, anomalías, retrabajos, etc.) sobre la referencia escogida.

1. Identificación de la familia de productos.

El producto escogido como objeto de estudio pertenece a la familia de las serigrafías, en concreto la de especial fundente lustre.

En la siguiente tabla se recogen los datos de la referencia y sobre las cantidades a producir:

DATOS REFERENCIA	
Código producto final	EPS-06328 MOLT1
Familia de productos	Serigrafías: especial fundente lustre
Dimensiones	Depósito/Big Bag
Peso	1000 Kg cada depósito/Big Bag
Demanda (mes/ semana / día)	8000 Kg
Cantidad de materia prima	8000 Kg
Cantidad de producto terminado	8000 Kg

Tabla 6: Datos de la referencia. Fuente: Elaboración propia (2013).

2. Breve descripción del recorrido.

La materia prima, proveniente de la sección de composiciones, se encuentra en el almacén de bombos almacenada en Big Bags (con capacidad de hasta 1000 Kg) hasta la fecha en la que se encuentra programada su molturación (de acuerdo a un plan semanal).

Se tienen programadas dos bombadas de la referencia EPS-06328 MOLTI, cada una de 4000 Kg, una prevista para el 29 de Julio y otra para el 30 del mismo mes, con el objetivo de que el pedido de 2000 Kg del cliente pueda realizarse a principios de Agosto (los 6000 Kg restantes se producen como stock).

Una vez se carga el bombo se procede a realizar la molturación, transcurridas las horas necesarias se procede a la descarga del esmalte en un depósito, que será transportado al almacén exterior.



*Imagen 26 (esquina izquierda superior): Descarga del bombo 17.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

*Imagen 27 (esquina derecha superior): Almacén del depósito en el exterior.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

*Imagen 28 (debajo): Etiqueta del depósito en el almacén exterior.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

El producto permanece en el almacén exterior hasta la fecha programa para el secado del esmalte (siempre y cuando el resultado de los análisis sea satisfactorio).

Una vez llega el momento, se transporta hasta la sección de secado, se colocan las mangueras de aspiración en el depósito y se seca en el turbosecador.

Cada depósito tarda 2,5 h en ser aspirado y secado, obteniéndose la serigrafía que se almacena en Big Bags en el almacén intermedio (situado enfrente de la sección).



Imagen 29: Aspiración de depósito y secado en turbosecador.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).



Imagen 30: Big Bag en almacén intermedio.

Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).

Según la programación, los Big Bag se transportan hacia la sección de envasado directamente desde el almacén intermedio (este tipo de producto no requiere pasar por el proceso de mezclas), para que se lleve a cabo el envasado, flejado y retractilado de la serigrafía.

Por último se etiqueta y se transporta al almacén de envíos, donde permanecerá hasta que llegue el camión de reparto y sea enviada al cliente.



*Imagen 31 (izquierda): Referencia envasada, flejada y retractilactilada.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).
Imagen 32 (derecha): Pedido listo para envío (en almacén de envíos).
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*

- Sólo 2000 Kg de producto se enviarán finalmente al cliente.
- Los 2000 Kg restantes de la primera bombada se almacenan como stock, en un almacén que hay al lado de la sección de envasado.
- Los 4000 Kg de la segunda bombada se llevan directamente desde el almacén intermedio de secado hasta el almacén de la fábrica (sin envasar).



*Imagen 33: Almacén de stock.
Fuente: Fotografía en planta sujeta a confidencialidad de la empresa (2013).*



3. Cursograma analítico.

	A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M
1	HOJA DE RUTA 1ª BOMBADA											
2	Referencia: EPS-06328											
3	Nº orden: 201323719		Cantidad:	4000 Kg								
4	Fecha: 29-7-13		Depósitos:	4								
5	Cliente: Sección molturación											
6	Familia de productos: Serigrafía especial fundente lustre											
8	ACTIVIDADES											
9	Transporte desde almacén bombos	29/07/13	4	100 (25 BB)	40 min							
10	Carga bombo 17	29/07/13	1		18 horas							
11	Molturación	30/07/13	1		15 min							
12	Análisis muestra (rechazo, densidad, viscosidad)	30/07/13	1	10	1:30 horas							
13	Descarga (1)	30/07/13	1		Horario (2)							
14	Inspección laboratorio control	30/07/13	1	30								
15	Transporte hasta almacén exterior	30/07/13	4	800 (200 d)	6 horas							
16	Espera resultado inspección y programación	30/07/13	-		13 horas							
17	Almacén exterior (hasta fecha programada de secado)	30/07/13	-									
18	Transporte hasta secado	31/07/13	3	260 (60d)	45 min (15' d)							
19	Colocar mangueras aspiración	31/07/13	3		7:30h(2:30 h/d)							
20	Secar	31/07/13	3									
21	Transporte hasta almacén intermedio	31/07/13	3	60 (20 BB)								
22	Análisis muestra seca, espera resultados	31/07/13	1									Rtos. Al día siguiente
23	Paro de máquina, limpieza sección, fin de turno	31/07/13	1		1 hora							
24	Transporte hasta secado	01/08/13	1	60								
25	Colocar mangueras aspiración	01/08/13	1		15 min							
26	Secar	01/08/13	1		2:30 h							
27	Transporte hasta almacén intermedio	01/08/13	1	20								
28	Almacén intermedio	01/08/13	-		(3ª OB.)							
29	Transporte hasta envasado	01/08/13	4	512(128 BB)								
30	Envasado	01/08/13	4		2: 15 horas							7:00-9:15
31	Transporte hasta almacén envíos	01/08/13	2	50(25BB)								
32	Almacén envíos	01/08/13	-									
33	ENVÍO AL CLIENTE (GLAZURA)	08/08/13	2									
34	TOTAL (inicio proceso-producto final almacenado y listo para envío)											
35	TOTAL (inicio proceso-envío producto final al cliente)											
36												
37	Observaciones:											
38	Secado sólo 1 turno en Julio											
39	(1) + 30' almuerzo											
40	(2) Cocción galga en horno CIT (según la Tª a las 15,16 o 17 h)											
41	(3) Mientras el último depósito se estaba secando ya han enviado los otros 3 sacos a envasar											
42	(4) 2000 Kg envasados para el cliente (1000 Kg por empaquetado), el resto para stock											
43												

Imagen 34: Seguimiento primera bombada de la referencia EPS-06328. Fuente: Elaboración propia (2013).



	A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L
1	HOJA DE RUTA 2ª BOMBADA										
2	Referencia: EPS-06328										
3	Nº orden: 201323835										
4	Fecha: 30-7-13										
5	Cliente: Sección molturación										
6	Familia de productos: Serigrafía especial fundente lustre										
7											
8	ACTIVIDADES	Fecha	Cantidad	Distancia (pasos)	Tiempo						
9	Transporte desde almacén bombos	30/07/13	4	100 (25 BB)							
10	Carga bombo 17	30/07/13	1		30 min						
11	Molturación	31/07/13	1		17 horas						
12	Análisis muestra (rechazo, densidad, viscosidad)	31/07/13	1	10 pasos	15 min						
13	Espera descarga (1)	31/07/13	-		2:15 horas						
14	Descarga (2)	31/07/13	1		1:30 horas						
15	Inspección laboratorio control	31/07/13	1	30 pasos	Horario (3)						
16	Transporte hasta almacén exterior	31/07/13	4	800 (200 d)							
17	Espera resultado inspección y programación	31/07/13	-		6 horas						
18	Almacén exterior (hasta fecha programada de secado)	31/07/13	-		13 horas						
19	Transporte hasta secado	01/08/13	3	260 (60d)							
20	Colocar mangueras aspiración	01/08/13	3		45 min (15' d)						
21	Secar	01/08/13	3		7:30h(2:30 h/d)						
22	Transporte hasta almacén intermedio	01/08/13	3	60 (20 BB)							
23	Análisis muestra seca, espera resultados	01/08/13	1								
24	Paro de máquina, limpieza sección, fin de turno	01/08/13	1		1 hora						
25	Transporte hasta secado	02/08/13	1	60							
26	Colocar mangueras aspiración	02/08/13	1		15 min						
27	Secar	02/08/13	1		4 h						6:30-10:30
28	Transporte hasta almacén intermedio	02/08/13	1	20							
29	Almacén intermedio (4)	02/08/13	-								10:30-19:00
30	Transporte hasta Alm. Fábrica	02/08/13	4								
31	Almacén fábrica	02/08/13	4		2: 15 horas						
32	TOTAL (Inicio proceso-producto final almacenado fábrica)	4 DÍAS									
33											
34	Observaciones:										
35	Secado sólo 1 turno en Julio										
36	(1) Carro de descarga prod. Contaminante ocupado										
37	(2) La descarga del último depósito ha tardado más (10:47- 11:25 h) porque el tamiz se ha taponado										
38	(3) Cocción galga en horno CIT (según la Tª a las 15,16 o 17 h)										
39	(4) Op. De mañanas de vacaciones. Op. De tarde transportará los sacos hasta el almacén										

Imagen 35: Seguimiento segunda bombada de la referencia EPS-06328. Fuente: Elaboración propia (2013).



Cálculo de indicadores.

Los indicadores que se van a tener en cuenta en este trabajo son los siguientes:

- **Ratio de calidad o FTT (First Time Through).**

Representa el porcentaje de unidades que completan un proceso de producción y cumplen con las especificaciones de calidad a la primera, sin ser reprocesadas o desechadas.

$$FTT = (\text{Kgs. Entrantes} - \text{scrap} - \text{retrabajos}) / \text{Kgs. entrantes}$$

- **Eficiencia global del equipo (OEE).**

Es una medida de la capacidad de una máquina para realizar una operación de acuerdo con los estándares de calidad, en la frecuencia deseada y sin interrupciones.

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{FTT}$$

Disponibilidad: tiempo disponible de la máquina (descontando averías, ajustes y paradas de la máquina).

$$\text{Disponibilidad} = \text{t. operativo (tiempo disponible - paradas)} / \text{tiempo disponible}$$

$$\text{Eficiencia} = (\text{Tiempo Ciclo} * \text{Kgs. Entrantes}) / \text{t. operativo}$$

- **Fabricación según programa (BTS).**

Mide la corrección con la que una planta ejecuta los planes de producción para producir los volúmenes correctos de producto, en el día correcto y en la secuencia correcta.

$$BTS = \text{Rendimiento Volumen} * \text{Rendimiento Mix} * \text{Rendimiento Secuencia}$$

$$\text{Rendimiento Volumen} = \text{Kgs. Reales} / \text{Kgs. Programados}$$

$$\text{Rendimiento Mix} = \text{Kgs. Producidos para el mix} / \text{Kgs. Reales}$$

$$\text{Rendimiento Secuencia} = \text{Kgs. Producidos en secuencia} / \text{Kgs. Producidos para el mix.}$$



- **Ratio de valor añadido (RVA).**

Mide la proporción en la que se está destinando el tiempo total de producción en agregarle valor al producto.

$$RVA = \text{Tiempo de Valor Añadido} / DTD$$

El tiempo en el que se le agrega valor al producto es el sumatorio de todos los tiempos de ciclo de los procesos.

El DTD (tiempo de muelle a muelle) es el tiempo transcurrido desde la descarga de la materia prima hasta el embarque de productos terminados para su envío.

$DTD = \text{Inventario de MP} + \text{Inventario de obra en curso} + \text{Tiempo de producción} + \text{Inventario de producto terminado}.$

NOTAS PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES

1. Como la familia de productos a los que pertenece la referencia no pasa por el proceso de mezcla, el VSM realizado no contemplará este proceso, luego no se han calculado los indicadores correspondientes sobre él.
2. Los indicadores se han calculado sobre una hoja Excel de datos para facilitar los cálculos (resultados expuestos en la tabla 9).
3. Para el cálculo del RVA se ha necesitado obtener el DTD, también mediante la herramienta Excel, de la forma que se explica en la página siguiente.

Cálculo del DTD

En primer lugar se calcula el TAKT time, que resultará necesario para obtener el tiempo al que equivalen los kg que se dispone de inventario en los almacenes.

El TAKT se calculará dividiendo la demanda total esperada (datos de pedido interno) en el mes de Julio entre el tiempo disponible (2 turnos de 7,5 h durante 20 días).

CÁLCULO TAKT JULIO	
DEMANDA TOTAL	240000
TIEMPO DISPONIBLE	300
TAKT (h/Kg)	0,00125

Tabla 7: Cálculo del tiempo takt. Fuente: Elaboración propia (2013).

Posteriormente se calcula el inventario (en horas) multiplicando los Kg disponibles en cada almacén por dicho tiempo Takt.

Dichas operaciones se exponen en la tabla 8.

Hay que tener en cuenta que, en el momento en que los cálculos fueron realizados, se encontraba en almacén el siguiente material:

- 13 sacos de 1000 Kg en el almacén de bombos.
- 64 depósitos en almacén exterior de peso variable (desde 500 Kg hasta 1000 Kg).
- 9 sacos de 1000 Kg en el almacén intermedio después de secaderos.
- 229 paquetes de peso variable (entre los 1000 Kg) en el almacén de envíos.

	ALM. BOMBOS	MOLTURACIÓN	ALM. EXTERIOR	SECADO	ALM. INTERMEDIO	ENVASADO	ALM. ENVÍOS
T CICLO (h/Kg)		0,0033		0,00142		0,0012	
Kg	13000		64000		9000		229000
T ALMACÉN (h)	16,25	0	80	0	11,25	0	286,25
TIEMPO (h)	16,25	0,0033	80	0,00142	11,25	0,0012	286,25
DTD	393,756						

Tabla 8: Cálculo del DTD. Fuente: Elaboración propia (2013).

CÁLCULO DE INDICADORES (Julio)

		Molienda	Secado	Envasado
Cálculo FTT	Kgs. Entrantes [órdenes de fabricación]	1109000	28667	87
	Merma	0,05	0,066	0
	Kgs. Producidos [OF]	1053550	26774,978	87
	Scrap (Kgs.) [OF]	1600	0	0
	Retrabajos (Kgs.) [OF]	150	1300	0
	FTT	0,9983	0,9514	1
Cálculo OEE	FTT	0,9983	0,9514	1
	Paradas Mantenimiento (h/mes)	47,5	37,5	30
	Paradas Averías (h/mes)	131,39	53,07	23,42
	Total Paradas (h/mes)	179,15	90,566	53,42
	Total Paradas (h/día)	8,9575	4,5283	2,6710
	Total Paradas (h/día*equipo)	0,2799	1,5094	2,6710
	T. Disp. (Descantar Descansos) (h/día)	23	7,5	15
	T.operativo (T. Disp.-Paradas) (h/día)	22,7201	5,9906	12,3290
	Disponibilidad	0,9878	0,7987	0,8219
	T. Ciclo (h/T)	3,3	1,42	1,2
	T. Ciclo (h/Kg)	0,0033	0,00142	0,0012
	Kgs. Entrantes/día	55450	1433,35	12000
	T.operativo (T. Disp.-Paradas) (h/día)	22,7201	5,9906	12,3290
	Eficiencia	8,0539	0,3398	1,1680
	OEE	0,9862	0,2582	0,96
Cálculo BTS	Kgs. Programados [OF programadas]	1109000	28667	87
	Kgs. Reales [OF reales]	1051950	26774,978	87
	Rto. Volumen	0,9486	0,9340	1,0000
	Kgs. Producidos para el mix [OF mix]	1051950	26774,978	87
	Kgs. Reales [OF reales]	1051950	26774,978	87
	Rto. Mix	1	1	1
	Kgs. Producidos en secuencia [OF sec]	1051800	25474,978	87
	Kgs. Producidos para el mix [OF mix]	1051950	26774,978	87
	Rto. Secuencia	0,9999	0,9514	1
	BTS	0,9484	0,8887	1
Cálculo RVA	T. Ciclo (h)	0,0033	0,00142	0,0012
	DTD (h)	393,76 (16 días)		
	RVA	1,50347E-05		

Tabla 9: Cálculo de indicadores. Fuente: Elaboración propia (2013).

Observaciones:

Las mermas son el porcentaje de producto que queda depositado en la máquina y se pierde con la limpieza.

Dibujo del VSM actual.

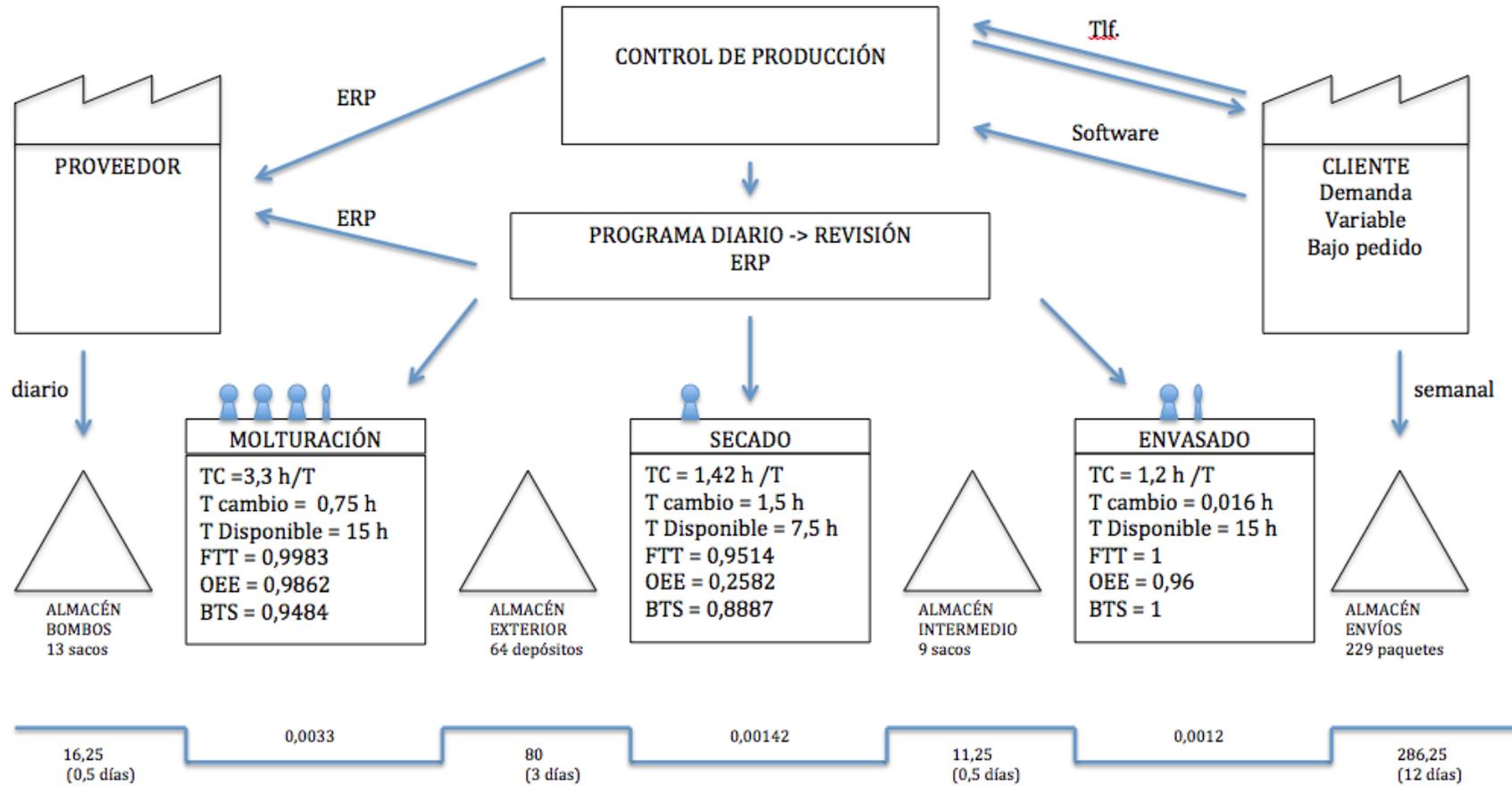


Imagen 36: VSM actual. Fuente: Elaboración propia (2013).

6.3. Análisis de resultados.

1. A la vista del VSM se aprecia claramente que el **cuello de botella** es la sección de secado.
El OEE es considerablemente bajo (0,2582) y el producto semielaborado se acumula en el almacén previo a la espera de poder ser procesado en esta sección.
2. Haciendo un análisis global de la cadena se observan buenos valores de los indicadores clave (los más altos sin duda dentro del **FTT**, debido sobre todo al gran cuidado que se tiene con respecto a la limpieza de las máquinas para evitar contaminaciones y a las sucesivas inspecciones realizadas, tras cada procesado, para verificar que el producto semielaborado no está contaminado).
3. En cuanto a la eficiencia de las máquinas (**OEE**), tanto la sección de molturación como la de envasado tienen un alto índice.

En la sección de molturación, pese a las cuantiosas averías que se producen (es la sección que mayor tiempo de mantenimiento correctivo consume, concretamente 131,39 horas en el mes de julio), se dispone de suficientes bombos como para no tener que parar la producción mientras se realiza el mantenimiento, y además se realizan molturaciones durante la noche, por lo que la sección es capaz de afrontar la demanda de producción diaria sin notables problemas.

No obstante, los gastos incurridos en mantenimiento correctivo (tanto por coste de personal como por los materiales) son altos y la primera propuesta de mejora está encaminada a reducir las averías.

Precisamente parece útil en este caso (ya que implica una escasa inversión que se justifica en el ahorro de costes que puede implicar) utilizar uno de los pilares del TPM (Mantenimiento Productivo Total), el **Mantenimiento Autónomo**, consistente en formar a los operarios de la sección para que lleven a cabo sencillas operaciones rutinarias (fundamentalmente de limpieza e inspección, pero en determinados casos pequeñas reparaciones que no implican necesidades de repuestos).

De esta forma se puede prevenir el deterioro de los equipos y componentes de los mismos realizando una serie de actividades que incluyen:

- Limpieza diaria.
- Inspección de los puntos clave del equipo (en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación...).
- Lubricación básica periódica de los puntos clave del equipo.
- Pequeños ajustes.
- Reportar todos los fallos que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse (acelerando el proceso de mantenimiento correctivo y facilitando la labor de los mecánicos).

4. En cuanto al **BTS** se observan buenos niveles incluso en la sección de secado (aunque no se debería permitir un nivel de desempeño inferior al 90%).

En todas las secciones, la principal causa de no respetar el orden de programación de las órdenes de fabricación son los retrabajos.

La sección cuyo BTS se encuentra por debajo del valor mínimo que vamos a permitir es la de secado, y gracias al software se ha podido comprobar que la mayor parte de los retrabajos en esta sección fueron causados por incorrecciones en la programación (el producto que debía secarse en la máquina Flash acababa en los turbosecaderos y no adquiría la granulometría esperada, por lo que era necesario llevar a cabo un reproceso costoso).

Se trata de un error humano y podría prevenirse si el operario tuviera que rellenar una plantilla confirmando el plan suministrado por el ERP.

Dicha plantilla constaría de datos relacionados con el proceso (máquina en la que se debe procesar, tiempo de procesado, confirmación de que se ha realizado la descontaminación previa del equipo) y con la referencia (código, cantidad, familia a la que pertenece).

Se trataría de un proceso rutinario que podría servir para prevenir el error humano, y además para registrar la información y en caso de defectos poder encontrar más fácilmente el origen del problema.

5. Se puede apreciar que hay una desincronización con respecto al momento en el que se tiene listo el pedido en el almacén de envíos y en el que éste se embarca para ser enviado al cliente (más del 70% del DTD involucra al inventario del almacén de envíos).

La producción ajustada (no sólo en cantidad sino también en tiempo) reduce considerablemente los costes de almacén y los costes de oportunidad que suponen disponer del producto terminado antes de lo necesario.

Como ya se ha comentado anteriormente nos encontramos ante una demanda variable, bajo pedido, que permite realizar una planificación semanal de lo que se va a producir.

Mejorar el flujo de información entre los clientes y la empresa, de forma que se integren en el ERP del grupo las necesidades productivas a largo plazo de los clientes, permitiría la elaboración de estimaciones de demanda futura y realizar una planificación a más largo plazo, de forma que se consiguiera ajustar el intervalo de tiempo entre el momento en que se inicia el procesado de un pedido y el que el pedido se envía al cliente.

Para ello deben mantenerse buenas relaciones con los clientes, de forma que se pueda llevar a cabo una política de transparencia e intercambio de información que podría traducirse en un aumento de la eficiencia de los procesos.

Es importante que estas relaciones se basen en una premisa que debe estar clara en todo momento: si el proveedor obtiene buenos resultados y es más competitivo en sus operaciones suministrará precios más competitivos a los clientes (en un corto plazo), por lo que los resultados de los clientes también mejorarán (a menor coste, mayor margen de beneficios) y, a largo plazo, es posible que introduzca mejoras en los procesos y en los métodos, lo que se traducirá en un producto de mayor calidad.

6. No obstante, como ya se ha comentado al principio, el mayor problema reside en la eficiencia de las máquinas de la sección de secado.

Un OEE tan pequeño es inaceptable. Por eso hay que estudiar minuciosamente de donde puede venir el problema.

Para empezar, un dato que hay que tener en cuenta es que en el mes de Julio en la sección de secado sólo se trabaja a un turno, luego si cada depósito tarda 2 horas y media en descargarse y en total se tienen disponibles 7,5 horas los tiempos de espera de los depósitos restantes en el almacén previo a secado se incrementan considerablemente, ya que se tiene una disponibilidad del 79 %.

Además, durante dicho turno sólo trabaja un operario que debe transportar los depósitos desde el almacén exterior hasta la sección, colocar las mangueras de aspiración, programar la máquina y limpiar toda la sección, antes de finalizar el turno, (lo que le lleva una hora que hay que reducir al tiempo disponible para el procesado).

Pero sin duda, el factor más crítico tiene que ver con el rendimiento de las máquinas de la sección, de tan sólo un 34% (es la principal causa de que el OEE sea tan bajo).

Como ya se explicó en el capítulo introductor al Lean Manufacturing, una de las técnicas Lean que pueden aplicarse a todo tipo de empresas con una inversión mínima es el **TPM (Mantenimiento Productivo Total)**.

Se trata de un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de los empleados, para lo cual reeduca a las personas para orientarlas hacia la prevención y la mejora continua, aumentando así la capacidad de los procesos sin inversiones adicionales.

Actualmente la empresa objeto de estudio incorpora algunas de las bases del TPM. Será necesario un análisis detallado del sistema de mantenimiento de la empresa para ver en qué medida se ha implementado el TPM y las oportunidades de mejora existentes.

Realizando mejoras que aumenten el grado y la calidad de implantación del TPM en la empresa se podrá aumentar la eficiencia de las máquinas, es decir, el OEE.



Será necesario mantener un control sobre dicho indicador, monotorizando sus fluctuaciones para verificar que las medidas propuestas están solventando los problemas planteados.

Si finalizado un tiempo razonable tras la aplicación de las medidas de mejora no se consigue incrementar razonablemente el OEE de la sección (como mínimo este valor debería estar comprendido entre el 75% y el 85%) deberán plantearse medidas más agresivas al respecto, como la inversión en equipo nuevo (habrá que analizar el coste de la inversión y cuantificar las pérdidas que ocasiona la baja eficiencia de la maquinaria en la sección de secado, que pueden no ser significativas para llevar a cabo un desembolso económico elevado).



7. PLAN DE MEJORA.

7.1. Introducción.

Con la ayuda del análisis de los resultados del apartado anterior se ha elaborado un plan de mejora que incide en aquellas cuestiones críticas para garantizar la eficiencia de los procesos estudiados.

Dicho plan consiste en una sencilla aplicación del círculo de Deming o circuito PDCA, una técnica de calidad de las introducidas en el apartado del Lean Manufacturing.

Dicho circuito incluye una descripción del problema actual y la consiguiente mejora propuesta para solucionarlo, además de exponer unos objetivos medibles (de esta forma se puede monitorizar el proceso para ver de qué forma la implantación de las mejoras está obteniendo los resultados esperados) así como las medidas que se van a llevar a cabo para conseguirlos.

7.2. Técnicas de calidad.

La garantía de alta calidad es un pilar básico en el contexto Lean Manufacturing. Dicha calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas “bien a la primera” en todas sus áreas para obtener la satisfacción de los clientes, tanto internos como externos. El esfuerzo continuo mediante el despliegue de técnicas de calidad constituye una buena manera de asegurar la calidad de los procesos.

“En esta situación, cada empleado se convierte en un inspector de calidad, no habiendo distinción entre los operarios de la línea y el personal del departamento de calidad”. (Hernández y Vizán, 2013).

De esta manera la reparación de los defectos puede realizarse inmediatamente después de la localización del problema.

La búsqueda de soluciones aplicables para cada caso industrial no es sencilla y depende de la creatividad de las personas involucradas en el diseño y control de un proceso evitar que se produzcan defectos.

Para alcanzar estos objetivos, el Lean Manufacturing propone un uso intensivo de las técnicas de calidad (TQM), destacando entre ellas los chequeos de autocontrol, la matriz de autocalidad, el análisis 6-sigma, el análisis PDCA y la implantación de planes cero defectos.

Por su simplicidad y su utilidad se ha utilizado el análisis PDCA para realizar el seguimiento del plan de acción propuesto.

Se explican también brevemente en qué consisten los chequeos de autocontrol y la implantación de planes cero defectos, porque se han planteado como alternativas de herramientas Lean a implantar en el plan de acción.

Se han desestimado las otras herramientas debido a los siguientes motivos:

- Los chequeos de autocontrol permiten que sea el mismo operario que ejecuta las operaciones de fabricación el encargado de realizar la inspección de calidad. Pero el producto semielaborado que obtenemos en el proceso productivo objeto de estudio (en forma de barbotina o esmalte) requiere de análisis en laboratorio para garantizar la calidad del mismo, ya que sus defectos no pueden apreciarse a simple vista.
- El análisis 6-sigma es un proceso complejo y requiere personal dedicado a tiempo completo.
- La matriz de autocalidad no parece necesaria en este caso porque el FTT de los procesos es bastante elevado. No es una prioridad para la empresa un análisis en profundidad de los escasos defectos existentes, puesto que, además, éstos con frecuencia ya están localizados (generalmente se deben a una contaminación del producto semielaborado y gracias a los análisis de las muestras se puede saber el motivo del fallo, que a su vez queda registrado en el software de soporte de la producción).

7.3. Ciclo PDCA.

El análisis PDCA, conocido también como círculo de Deming, es considerado una de las técnicas fundamentales para identificar y corregir defectos.

En el entorno Lean Manufacturing, el ciclo Planificar-Ejecutar-Verificar-Actuar debe guiar todo el proceso de mejora continua (tanto en mejoras drásticas como en pequeñas mejoras incrementales).

Las siglas del ciclo PDCA son en sí mismas una descripción sobre la metodología a utilizar para su implementación en la empresa.

P(Plan): Diagnosticar los problemas (tras un análisis del proceso actual que evidencie sus debilidades), definir los objetivos y la estrategia para abordarlos.

D(Do): Ejecutar el plan (o en su defecto, simularlo).

C(Control): Analizar los resultados y sacar conclusiones.

A(Act): Ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar un nuevo plan si no se han cubierto los objetivos (si se han cubierto los objetivos hay que asegurar lo obtenido mediante estandarización y formación).



La metodología aplicada para implementar el ciclo PDCA será explicada a continuación (los últimos puntos no han podido realizarse por falta de tiempo):

1. Análisis de la situación inicial. Se tomará como punto de partida el diagnóstico de la planta realizado previamente. Los problemas a resolver serán los identificados tras el análisis del VSM.
2. Planificación y estudio de la viabilidad. Finalizado el diagnóstico se analizan los resultados obtenidos, se detectan los puntos susceptibles de mejora y las técnicas a utilizar. Para esta fase se utilizan indicadores (ya se han definido previamente en el mapeo de la cadena de valor), se cuantifican sus valores iniciales (realizado también en el apartado anterior) y se definen los objetivos a alcanzar para poder valorar la evolución después de la implantación.
3. Selección de un área piloto para la mejora, valorando la viabilidad técnica y económica (de no ser viables las mejoras se buscarán otras alternativas).
4. Implantación inicial. En este sentido no todas las propuestas de mejora van a poder ser implantadas, o al menos no en su totalidad, debido a restricciones temporales.
5. Verificación de la efectividad de las mejoras. Se vuelven a utilizar las técnicas definidas para la evaluación inicial con el fin de volver a obtener nuevos valores de los indicadores y, de esa manera, ver si se han logrado los objetivos propuestos (de no ser así se deben investigar las causas y realizar otras propuestas).
Lo ideal (de haber tenido más tiempo) hubiera sido realizar el VSM de la situación en planta tras la aplicación de las mejoras, para ver si se habían cumplido los objetivos y, de ser así, estandarizar las mejoras y las técnicas para su mantenimiento (sobre todo en cuanto a formación del personal).
6. Extender las mejoras realizadas al resto de las líneas o áreas de producción.

7.4. Cero defectos.

El objetivo final de cualquier herramienta de la calidad es la obtención de cero defectos bajo una óptica que englobe los elementos clave de las fábricas (operarios, materiales, máquinas, método e información).

Un plan global que utilice técnicas Lean para el cumplimiento del objetivo de cero defectos podría incluir las siguientes actividades (entre otras):

- Entrenamiento básico del personal (operarios). El capital humano es el más importante de entre los activos de la empresa y al que se le puede sacar más rendimiento. La correcta formación del mismo evitará errores y defectos gracias al entrenamiento en temas relacionados con la calidad y la importancia del seguimiento de estándares.
- Entrenamiento en habilidades múltiples (operarios). Muchos defectos son consecuencia de la falta de conocimientos. Cuanto más entrenamiento y formación mayores posibilidades de que los operarios puedan asumir con efectividad el autocontrol, además de agilizar procesos dependientes de otros departamentos, como el mantenimiento de las máquinas de su puesto de trabajo.
- Control visual (información). En muchas ocasiones se recoge gran cantidad de información sobre defectos para realizar análisis cuantitativos que quedan archivados sin mayor uso, lo que supone un desperdicio de recursos. La representación gráfica de los datos analíticos, sin embargo, podría resultar de ayuda a los trabajadores para explorar el significado de dichos datos.
- Mantenimiento preventivo (máquinas). Es necesario garantizar que los equipos de la fábrica se encuentran en perfectas condiciones operativas, para ello los operarios deben aprender ciertas pautas rutinarias de actuación para el mantenimiento del equipo propio, basándose en las técnicas TPM. Además, la mejor prevención de defectos es la que detecta y corrige los errores antes de que se produzcan los defectos (reduce los costes de reparaciones, aporta capacidad de anticipación y resulta más efectivo en el proceso de toma de decisiones).
- Operaciones estandarizadas (método). Dondequiera que hayan operarios que tengan dudas con respecto a cómo actuar ante una situación concreta hay posibilidad de que se produzcan defectos. La estandarización de los procesos y procedimientos es un elemento clave para asegurar la eficacia de las operaciones.
- 5S. Ninguna de las herramientas anteriores será totalmente eficaz si no se garantizan unas condiciones de seguridad, limpieza y orden adecuadas en el puesto de trabajo. La aplicación de las 5 S se convierte en uno de los principales cimientos sobre los que aplicar el resto de técnicas Lean.

Algunas de estas actividades se tendrán en cuenta en los sucesivos capítulos del trabajo, como posibles alternativas para aplicar un proceso de mejora continua en la empresa.

7.5. Implantación del PDCA para elaborar el plan de mejora.

La tabla 10 recoge los resultados de aplicar la metodología explicada anteriormente sobre el ciclo PDCA al caso de estudio que se plantea en este trabajo.

En ella quedan resumidos los problemas identificados durante el diagnóstico de la planta productiva, la alternativa planteada para solventar/mejorar la problemática planteada, los objetivos medibles (mediante los indicadores definidos en la elaboración del VSM) que se pretenden alcanzar con esas mejoras y las medidas que se van a llevar a cabo para ello.

Se ha subrayado en negrita el problema más crítico identificado en el diagnóstico de la planta, así como las medidas que han sido propuestas para abordarlo, las cuales se desarrollarán en profundidad en el capítulo siguiente (Implantación del plan mejora).

PROBLEMA	MEJORA	OBJETIVO	MEDIDAS
Elevado mantenimiento correctivo en la sección de molturación.	Capacitar a los operarios para implantar un sistema de Mantenimiento Autónomo.	Reducir un 25% el tiempo de mantenimiento correctivo al mes (< 100 horas).	<ul style="list-style-type: none"> • Cursos de capacitación técnica. • Elaboración de plantillas rutinarias diarias donde queden recogidas todas las actividades de mantenimiento autónomo a realizar.
Retrabajos en la sección de secado a causa de errores humanos.	Implantar un autocheck rutinario, cada vez que el operario efectúe la programación de un orden de trabajo en la máquina.	BTS por encima del 90 % en la sección de secado.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de plantillas de autocontrol donde se confirmen los datos relevantes del procesado de una orden de fabricación.
Demasiado inventario en almacén de envíos.	Disponer de información sobre las necesidades productivas futuras del cliente (Producción ajustada a la demanda).	ERP extendido (SCM, gestión de la cadena de suministro).	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un presupuesto para adquirir un software SCM. • Involucrar a clientes y proveedores sólidos. • Capacitación técnica del personal de la empresa para el uso eficiente del software.
Eficiencia global de las máquinas excesivamente baja en la sección de secado (OEE<26%).	Incrementar la disponibilidad y el rendimiento de las máquinas de la sección.	<ul style="list-style-type: none"> • OEE entre el 75% y el 85%. • Disminución de inventario previo al proceso (no más de un día). 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diagnóstico completo del Sistema de Mantenimiento de la empresa (análisis del sistema mediante matriz DAFO). • Estudiar de qué manera incorporar técnicas básicas del TPM para mejorar el OEE. • Monitorear los indicadores de eficiencia de la sección crítica y comprobar si las medidas implantadas dan resultado.

Tabla 10: Plan de mejora. Fuente: Elaboración propia (2013).



8. IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA.

8.1. Introducción.

En los capítulos anteriores se ha realizado un diagnóstico de las actividades productivas de la fábrica mediante la elaboración del VSM actual y el cálculo de indicadores de eficiencia.

El análisis de los resultados obtenidos concluye que existe un problema crítico en cuanto a la eficiencia de las máquinas (en particular los de la sección de secado, en la que se ha obtenido un OEE por debajo del 26 %). Se trata de una situación preocupante que puede ser fuente de múltiples despilfarros (exceso de inventario, demoras de proceso, incumplimiento de los plazos de entrega, etc.).

En el plan de mejora propuesto en el apartado anterior se planteó la posibilidad de incorporar técnicas del TPM (Mantenimiento Productivo Total) de cara a mejorar la eficiencia de las máquinas (aumento del OEE debido al incremento de la disponibilidad y el rendimiento, debido a la reducción de paradas y averías).

La implantación del plan de mejora en cuestión se llevará a cabo siguiendo la siguiente metodología:

1. En primer lugar se realizará un estudio detallado del sistema de mantenimiento de la empresa para ver de qué manera se están aplicando ya técnicas relativas al TPM u otras herramientas del contexto Lean (como la mejora continua o kaizen).
2. En segundo lugar se llevará a cabo un análisis DAFO del sistema de mantenimiento actual para identificar las fortalezas y debilidades del mismo, y percibir oportunidades de mejora.
3. Por último, en base a los resultados del análisis, se llevará a cabo un plan de acción para mejorar la eficiencia del departamento de mantenimiento.
Dicho plan de mejora se realizará haciendo uso del ciclo PDCA, tal y como ya se ha explicado previamente.

Los tres primeros apartados del capítulo actual sirven de introducción teórica a las herramientas que van a utilizarse en la metodología previamente explicada.

8.2. Mejora continua o kaizen.

La mejora continua es uno de los conceptos clave en los que se apoya el Lean Manufacturing y consiste en la lucha persistente contra el desperdicio.

Tal y como dicen Hernández y Vizán (2013) “el pilar fundamental para ganar esa batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido denominando espíritu Kaizen, verdadero impulsor del éxito del sistema Lean en Japón.

La palabra Kaizen significa “cambio para mejorar”, y se trata fundamentalmente de un cambio en la actitud de las personas. “Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, lo que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito” (Hernández y Vizán, 2013).

Dicho espíritu lleva asociado una dirección de la empresa que implica una filosofía de cambio constante hacia mejores prácticas (Mejora continua).

La realidad en el entorno empresarial muestra que, a pesar de que parezca en la mayoría de los casos una filosofía lógica y de sentido común, la aplicación de la mejora continua no es un proceso sencillo, sobre todo en empresas que muestran una jerarquía rígida y una cultura empresarial profundamente arraigada. La complejidad reside fundamentalmente en dos factores, por un lado es necesario la involucración de todo el personal (desde los directivos hasta los operarios pasando por los mandos intermedios) y la concienciación de que con una cultura orientada a la mejora continua se obtendrán verdaderos beneficios; por otro lado el rechazo al cambio es un obstáculo evidente, especialmente en aquellas empresas donde las prácticas actuales siguen dando buenos resultados.

El espíritu Kaizen se refleja en la frase “todo se puede mejorar”, y consiste en un progreso, paso a paso, con pequeñas innovaciones y mejoras, realizado por todos los empleados (incluidos los directivos), que se van acumulando y que conducen a una garantía de calidad y una mejora de la eficiencia general de los procesos.

Llega un momento en que los incrementos derivados de la introducción de pequeñas mejoras incrementales son poco significativos, entonces debe producirse una inversión o cambio de la tecnología utilizada, pudiendo ser necesario utilizar técnicas de reingeniería o cambios en el diseño del producto para obtener mejoras radicales.

No obstante, y aunque la creación de una nueva manera de hacer las cosas siempre suscita enemigos y opositores, la mejora continua es un factor fundamental para que los beneficios de aplicar las herramientas Lean sean persistentes en el tiempo.

8.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM).

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados.

Para ello se propone los siguientes objetivos:

- Maximizar la eficacia del equipo. Esto se consigue mediante el esfuerzo conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pérdidas” que restan eficacia a los equipos (tiempos muertos por avería o preparación/ajustes, pérdida de velocidad por paradas cortas o velocidad reducida, defectos en proceso y retrabajos, menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable).
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil de los equipos, que se inicia en el momento de diseño de la máquina y que incluirá, a lo largo de toda su vida, acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o actualizaciones.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
- Implicar activamente a todos los empleados, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

Una consecuencia importante de la implantación del TPM es que los operarios se responsabilizan del mantenimiento básico de sus equipos (**mantenimiento autónomo**) para conservarlos en buen estado de funcionamiento y realizar un control permanente para identificar anomalías antes de que causen averías.

El mantenimiento autónomo incluye técnicas rutinarias de limpieza, lubricación e inspección visual; con el tiempo y la adquisición de competencias y experiencia los operarios pueden llegar a identificar las causas de fallo en sus equipos y realizar pequeños ajustes y reparaciones. Por ello es tan importante la formación del personal.

El proceso de implantación del TPM se puede desplegar en las siguientes fases:

1. Fase preliminar. Modelizar e informatizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.
2. Situar la línea en su estado inicial (en condiciones de su puesta en marcha: limpia, sin manchas de aceite, grasa o polvo, libre de residuos, etc.).
3. Eliminar fuentes de suciedad y zonas de difícil acceso, que son aquellas que, aunque se limpien de forma continua, siguen generando suciedad.
4. Aprender a inspeccionar el equipo. Formación del personal para realizar mantenimiento autónomo.
5. Mejora continua. El personal ya aplica las técnicas del TPM de forma autónoma y plantea propuestas de mejora en máquinas, orientadas a mejorar la eficiencia de los equipos (bajo supervisión de los responsables, que reconocen esta labor).
En esta fase cobra mucha importancia la identificación de las causas de averías.



Iniciado un programa TPM, la calidad de su proceso de implantación debe ser supervisada por el departamento de mantenimiento, en relación a costes, planificación y realización de actividades y planteamiento de objetivos futuros.

Resulta imprescindible definir un sistema de indicadores accesible y fiable para medir y evaluar el desempeño y las desviaciones respecto a los objetivos planificados.

En este sentido, el indicador clave para evaluar la eficiencia del equipo, y que cobra vital importancia en el TPM, es el OEE (Índice de eficiencia global del equipo).

El OEE se calcula diariamente para un equipo o un grupo de máquinas y establece una comparación entre la cantidad de producto que podría haberse producido si todo hubiera ido perfectamente y la cantidad de producto final sin defectos que realmente se ha obtenido.

El OEE es resultado del producto de tres índices:

- Disponibilidad (fracción del tiempo que el equipo está operando realmente, reflejando las pérdidas por averías y paradas).
- Eficiencia (mide el nivel de funcionamiento del equipo contemplando las pérdidas por tiempos muertos, paradas menores y pérdidas para una velocidad operativa más baja que la de diseño).
- Calidad (fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad, reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de productos con defectos).

Disponer de un OEE de un 60%, por ejemplo, implica que por cada 100 kg de producto bueno que podrían haberse producido solo se han obtenido 60 Kg. Por ello se trata de un índice que hay que examinar con severidad (un nivel bueno del OEE debería estar situado por encima del 85%).

El cálculo del OEE es interesante porque en él se evalúan todos los parámetros fundamentales de la producción industrial, y porque la mejora de la eficacia de los equipos /instalaciones permite el incremento de la eficiencia de todo el sistema.

8.4. Análisis DAFO.

El análisis DAFO es una herramienta diagnóstica sencilla y eficaz para decidir sobre el futuro.

Dicho análisis ayuda a plantear las acciones que se deberían poner en marcha para aprovechar las oportunidades detectadas y preparar la organización o sistema contra las amenazas teniendo conciencia de sus debilidades y fortalezas.

El principal objetivo de un análisis DAFO es ayudar a una organización o sistema a encontrar sus factores estratégicos críticos, para una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos la mejora continua: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades, y eliminando o reduciendo las amenazas.

Se basa en dos pilares básicos: el análisis interno y el análisis externo del sistema.

- **Análisis interno.** Se analizan los recursos propios, sus procesos y su estrategia.

El objetivo es identificar:

Fortalezas: recursos y destrezas que ha adquirido la empresa o sistema, ¿en qué se diferencia de la competencia? ¿Qué es lo que sabe hacer mejor?

Debilidades: factores en los cuales se posee una posición desfavorable respecto a la competencia.

- **Análisis externo.** Estudio del entorno. El objetivo es identificar:

Oportunidades: posibles acciones que al emprenderlas pueden suponer una fuente de ventaja competitiva.

Amenazas: factores de riesgo para la empresa o sistema. Si son reconocidas a tiempo pueden esquivarse o convertirse en oportunidades.

Una vez identificadas las amenazas, oportunidades, fortalezas y debilidades de la organización/sistema se puede construir la Matriz DAFO, que permite visualizar y resumir la situación actual y definir una estrategia futura.



8.5. Descripción del sistema de mantenimiento de la empresa.

Introducción.

La descripción del sistema de mantenimiento de la empresa se estructura de la siguiente forma:

El primer punto consiste en una descripción detallada del plan de mantenimiento que se lleva a cabo en la empresa, a saber, la definición de los diferentes tipos de mantenimiento que se realizan, así como la manera en la que se aplican en el contexto de la empresa y su función dentro del plan de mantenimiento.

En el segundo y tercer puntos se describen brevemente los recursos (humanos y técnicos) con los que cuenta el departamento de mantenimiento para llevar a cabo sus actividades.

El cuarto punto está dedicado a hablar de los procedimientos de mantenimiento, documentos de vital importancia tanto por su función práctica (como elemento facilitador de información y consulta, así como de estandarización de actividades y de prevención de riesgos laborales) como por su obligatoriedad desde el punto de vista legal.

El quinto punto versa sobre la reciente incorporación de un software de soporte para la gestión del mantenimiento, exponiendo brevemente las aplicaciones potenciales que tiene y de qué forma se están integrando en las actividades del departamento.

En el sexto punto se analiza el grado de implantación del proceso de mejora continua en el departamento de mantenimiento.



Plan de mantenimiento.

Correctivo.

El mantenimiento correctivo es realizado por mecánicos propios y por empresas subcontratadas cuando se produce fallo o rotura en alguna máquina o sistema perteneciente a la instalación (eléctrica, mecánica, hidráulica) o al recinto y edificios de la planta.

Cuando se detecta un mal funcionamiento y ha de efectuarse una reparación ésta se coordina de acuerdo a un sistema de priorización de actividades.

De esta forma las reparaciones más urgentes se realizan en primer lugar, de forma inmediata en los casos en los que la prolongación del fallo pueda conllevar un paro en la producción, y las reparaciones menos urgentes se realizan de forma conjunta con las restantes acciones de mantenimiento.

Dichas actividades de reparación se gestionan mediante órdenes de trabajo emitidas por el jefe de mantenimiento. Los mecánicos reciben estas órdenes de trabajo mediante un terminal electrónico situado en la fábrica y que está vinculado al sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador o de forma oral, mediante reuniones con el jefe de mantenimiento o llamadas telefónicas (cada uno cuenta con un móvil de empresa que llevan en todo momento).

Además se pueden encontrar dos situaciones cuya política de actuación en cuanto a mantenimiento correctivo es bastante distinta:

- En caso de que reparar la avería no implique un paro en la producción (bien porque se pueda hacer de forma inmediata sin interferir en las actividades productivas, bien porque no esté directamente relacionada con ellas) la reparación se realiza lo más pronto posible (cuando se dispongan de los recursos técnicos y humanos necesarios).
- Si para reparar la avería es necesario parar la producción, y en caso de poder prolongar dicha situación (bien porque el fallo no es grave, bien porque no afecta a las actividades cotidianas) se planifica su reparación en la parada técnica de la fábrica, momento en el que se produce un paro total de las actividades productivas de la misma.

En ambos casos quedan registradas las averías y reparaciones de todas las instalaciones de la fábrica, así como las horas de trabajo que implicó su reparación, costes y materiales utilizados durante la misma.

El registro de toda esta información permite que la empresa pueda disponer de informes de mantenimiento correctivo para llevar a cabo el control de los costes, por sección y equipo.



Equipo : **TMOLT15 BOMBO Nº15**

N.º PdS	Fecha Inicio		Fecha Cierre		Estado	Tipo Trab.	Descripción / Causa / Acción
17.782	08/07/2013	12.33	08/07/2013	13.13	CERRADA	MCOR	D: BOMBOS. B15 AVISO DE ARRANQUE DIFICULTOSO
Avería:	OTR	OTRAS					
Causa:	USO	MAL USO					C: SE PASA NOTA DEL SABADO 6 QUE EL BOMBO ARRANCO BASTANTE MAL CARGA BAJA 1000 KG
Acción:	OTR	OTRAS					A: SE COMPRUEBA QUE HOY A ARRANCADO BIEN EN EL RECHAZO COMENTADO CON LOS OPERARIOS ESTO COMENTAN QUE LAS CARGAS POR DEBAJO DE LOS 1500 KG CUESTA ARRANCAR EL BOMBO
Acción Corr	0	NINGUNA					

18.041	11/07/2013	13.37	12/07/2013	05.58	CERRADA	MCOR	D: BOMBOS. B15 LLAVE 1 1/2" AIREACION ROTA
Avería:	HIDRA	HIDRAULICA					
Causa:	DESG	DESGASTE					C: LA LLAVE DE AIREACION NO CIERRA DEL TODO
Acción:	SUST	SUSTITUIR					A: SE SUSTITUYE LA LLAVE DE 1 1/2"
Acción Corr	0	NINGUNA					

18.514	19/07/2013	11.47	19/07/2013	12.46	CERRADA	MCOR	D: GRIFO ROTO
Avería:	MEC	MECANICA					
Causa:	ROT	ROTURA					C:
Acción:	SUST	SUSTITUIR					A: CAMBIAR GRIFO 1 1/2"
Acción Corr	0	NINGUNA					

18.809	25/07/2013	16.45	25/07/2013	21.17	CERRADA	MCOR	D: PATINAN CORREAS
Avería:	MEC	MECANICA					
Causa:	OTR	OTRAS					C: CORREAS DESTENSADAS
Acción:	OTR	OTRAS					A: TENSAR CORREAS
Acción Corr	0	NINGUNA					

Imagen 37: Informe de averías y reparaciones por equipo. Fuente: Software Rosmiman (Julio de 2013)

Preventivo.

Rutinario.

El mantenimiento rutinario de la empresa lo llevan a cabo principalmente los mecánicos de la fábrica, pero también, en menor medida, los operarios de las diferentes secciones (en algunas secciones se están comenzando a aplicar técnicas del Mantenimiento Autónomo).

Todos los días el mecánico da una vuelta por las distintas secciones de las que es responsable para comprobar (gracias a los partes de incidencia y a las conversaciones con los operarios) que todas las instalaciones funcionan correctamente.

La correcta capacitación de los operarios en el mantenimiento de sus propios equipos agiliza la labor de los mecánicos a la hora de detectar los fallos puntuales de la instalación.

Así mismo cada mañana se efectúa una reunión en la que el jefe de mantenimiento informa a los mecánicos de las eventualidades que puedan haberse producido, además de llevar cierto control sobre el estado de las órdenes de trabajo asignadas a cada mecánico, así como de los problemas que hayan podido surgir.

Sistemático.

El mantenimiento programado o sistemático se refiere a una serie de actividades que se han de llevar a cabo de forma periódica para garantizar el buen estado de las instalaciones.

Consiste principalmente en revisiones e inspecciones periódicas de los equipos así como de actividades de mantenimiento básicas que se han de realizar cada cierto tiempo. Lo llevan a cabo los mecánicos y da lugar a dos tipos de documentos que se almacenan en la base de datos de mantenimiento:

- Partes preventivos.

Mensualmente cada una de las cuatro fábricas recoge en unas plantillas las actividades de mantenimiento realizadas y las anotaciones oportunas (de niveles, medidas...) que se indican en éstas.

Cada plantilla se corresponde con una sección de una de las fábricas, y en ella están registrados el nombre del mecánico que ha realizado la revisión y la fecha. Dicha información se almacena en la base de datos de mantenimiento, ordenadas según mes y año.

- Revisiones de equipos.

Se realizan cada cierto tiempo (en función de la instalación este intervalo de tiempo varía) y consiste en verificar que los componentes de los equipos se encuentran en buen estado de funcionamiento y limpieza.

Además de la información relativa al estado de cada equipo la plantilla recoge también los datos del mecánico que realizó la revisión y la fecha en la que esta se llevó a cabo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO "HORNO CONTINUOS CF-1"		01-jun-13																												ANEXO Apéndice	
DESCRIPCION DE LA TAREA	TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
REVISION , ENGRASE Y TENSADO DE CADENAS DE NORIAS				X		X		X			X		X		X			X		X		X			X		X		X		
REVISIÓN Y AJUSTE DE QUEMADORES DE LENGUA				X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
REVISIÓN ALIMENTADORES				X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
LIMPIEZA DE IMANES DE ALIMENTADORES						X							X							X							X				
REVISIÓN RODAMIENTOS RINFINFR SILO-TOLVA				X																											
REVISIÓN FUGAS MATERIAL SINFINES SILO-TOLVA				X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
REVISION DE SOPORTES Y REFRIGERACION DE PIROMETROS				X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
LIMPIEZA Y REVISION DE TOMAS DE PRESION DE HORNO				X							X							X							X						
REVISIÓN Y AJUSTE SERVOS DE COMBUSTIÓN, TIRO Y DILUCIÓN												X															X				
REVISIÓN MANGUITOS RECUPERADOR Y VENTIL. DE COMBUSTIÓN Y DE TIRO					X							X							X							X					
REVISIÓN MIRILLAS MONTÓN Y QUEMADOR PRINCIPAL							X						X								X							X			
REVISIÓN TFI AS SEPARADORES DE FRITA				X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
REVISION Y LIMPIEZA ORIFICIO QUEMADORES LATERALES								X														X									
REVISION MANGAS FILTROS MEZCLADORAS																				X											
REVISION DE CHIMENEAS Y CAJONES CENIZAS								X							X								X						X		
LIMPIEZA CUADROS ELÉCTRICOS Y REVISIÓN ALUMBRADOS SECCIÓN																															
FLORIAN / PABLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Imagen 38: Parte preventivo de la sección de Hornos Continuos. Fuente: Archivo de partes preventivos del Dpto. de Mto. (Julio de 2013)



REVISIÓN GENERAL BOMBOS						
FECHA: 14-05-13		REALIZADO POR: PEDRO				
PUNTOS A REVISAR	BOMBO Nº:1	BOMBO Nº:2	BOMBO Nº:3	BOMBO Nº:4	BOMBO Nº:5	BOMBO Nº:
Electroválvula general entrada agua limpia	OK					
Electroválvula general entrada agua reciclada	OK					
Electroválvula entrada agua bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Filtro entrada agua bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Manguera carga agua bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Tapa plataforma superior	OK	OK	OK	OK	OK	
Sensor tapa plataforma superior	OK	OK	OK	OK	OK	
Estado y cierre puertas cerramiento	OK	PESTILLO SUELTO. OK	OK	OK	OK	
Sensor puertas cerramiento	OK	OK	OK	OK	OK	
Tapa carga bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Tapa descarga bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Bulón / Grifo	OK	OK	OK	OK	OK	
Rodamientos bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Rodamientos transmisión						
Correas bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Correas motor						
Motor / Reductor	OK	OK	OK	OK	OK	
Tensores motor	OK	OK	OK	OK	OK	
Válvula y manguera baldeo agua limpia	OK					
Válvula y manguera baldeo agua reciclada	OK					
Válvula, enchufe rápido y manguera aire comprimido	OK					
Estructura, pilares y plataforma superior	OK	OK	OK	OK	OK	
Patatas sujeción bombo	OK	OK	OK	OK	OK	
Embudo carga bombo	OK					

Imagen 39: Plantilla de revisión de equipo. Fuente: Archivo de revisiones del Dpto. de Mto. (Julio de 2013)

Predictivo.

El mantenimiento predictivo puede considerarse una parte del mantenimiento preventivo, porque consiste en determinar el estado de la instalación durante el uso de ésta (y sin necesidad de haberse dado ningún tipo de fallo previo). Es una forma de anticiparse a los fallos, que puede considerarse como una inspección más.

No obstante la empresa en cuestión discierne entre ambos tipos de mantenimiento.

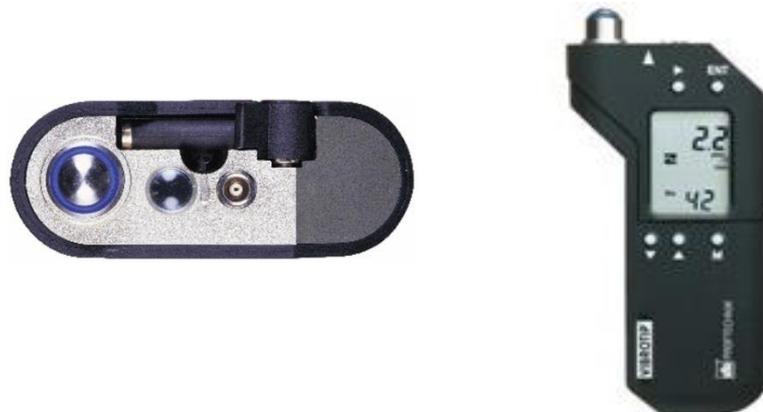
Hay dos grandes áreas de actividad en cuanto a mantenimiento predictivo, y ambas se llevan a cabo de forma anual:

- Análisis de las vibraciones de los motores de los ventiladores de la sección de hornos.

Es una de las secciones más importantes y es necesario garantizar el buen funcionamiento de sus instalaciones puesto que cualquier fallo inesperado puede provocar un paro en la producción.

Cada horno cuenta con cuatro motores y se analizan las vibraciones de todos ellos en régimen de máxima potencia y tomando la media de cuatro medidas en cada punto de medición. Dependiendo del tipo de motor pueden haber entre dos, cuatro, seis u ocho puntos de medición.

Para llevar a cabo las mediciones se cuenta con un colector de datos básico portátil y sencillo de manejar, el VIBROTIP, que dispone de memoria para guardar las últimas mediciones realizadas y además tiene otras funcionalidades, debido a que incorpora sensores integrados para los 5 parámetros de condición de máquina más importantes (severidad de vibración, condición de rodamiento, velocidad de rotación, temperatura y cavitación de bombas).



Imágenes 40 y 41: vista frontal y en planta de VIBROTIP.

Fuente: <http://www.vibrobal.com/index.php/analizadores-de-vibracion/27-vibrotip>

Una vez se han realizado las medidas, la empresa cuenta con unas plantillas en Excel que automáticamente indican, en función de los colores de las casillas (verde si es una medición excelente, amarillo si es aceptable y roja si se sale de rango), si la medida entra dentro del rango aceptable (en función del tipo de motor, tamaño y potencia).

Cuando existen dentro de un mismo motor varias medidas fuera de rango se ha de contactar con una empresa externa especializada en la reparación de los motores, que los desmonta, se los lleva para reparar y los vuelve a montar en la empresa.

En la base de datos se encuentran las medidas de las vibraciones de todos los motores de todos los años en los que se ha realizado mantenimiento predictivo, así como un histórico de los motores que se han sustituido y el año en el que esto ocurrió, para poder detectar anomalías relacionadas con problemas de fondo no detectados (por ejemplo, que un motor se haya cambiado dos años seguidos puede no estar relacionado con un mal estado del motor, sino con la base en la que éste se apoya en planta o las condiciones del entorno).

B Nº HORNO	C TIPO VENTILADOR	D I AÑO					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
HORNO 21	VENT. COMBUSTIÓN						
	VENT. TIRO						
	VENT. PRINCIPAL				X		
	VENT. INTERCAMBIADOR						
HORNO 22	VENT. COMBUSTIÓN						
	VENT. TIRO						
	VENT. PRINCIPAL				X		
	VENT. INTERCAMBIADOR			X			
HORNO 23	VENT. COMBUSTIÓN						
	VENT. TIRO			X			
	VENT. PRINCIPAL						
	VENT. INTERCAMBIADOR						
HORNO 24	VENT. COMBUSTIÓN						
	VENT. TIRO						
	VENT. PRINCIPAL				X		
	VENT. INTERCAMBIADOR						
HORNO 25	VENT. COMBUSTIÓN						
	VENT. TIRO						
	VENT. PRINCIPAL						
	VENT. INTERCAMBIADOR						
HORNO 26	VENT. COMBUSTIÓN				X		
	VENT. TIRO			X			
	VENT. PRINCIPAL						
	VENT. INTERCAMBIADOR			X			
.....	VENT. COMBUSTIÓN						
	VENT. TIRO						

Imagen 42: Histórico de sustituciones de motores.

Fuente: Archivo de Mantenimiento Predictivo del Dpto. de Mto. (Julio de 2013)

N193				
A	B	C	D	E
HORNO 21				
06/08/2012	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION 3	MEDIA
V. COMBUSTION (18 kW)				
PUNTO 1	3,1	2,7	2,7	2,83
PUNTO 2	2,9	2,9	3,1	2,97
PUNTO 3	2,9	3	3	2,97
PUNTO 4	3,1	2,9	3,2	3,07
V. TIRO (4,8 kW)				
PUNTO 1	6	4,9	6	5,63
PUNTO 2	2,8	2,4	2,6	2,60
PUNTO 3	3,5	5	4,8	4,43
PUNTO 4	3,5	2,3	2	2,60
V. PRINCIPAL (18,5 kW)				
PUNTO 1	2,1	2,2	2,6	2,30
PUNTO 2	2,8	4,2	3,7	3,57
PUNTO 3	2,8	2,7	2,7	2,73
PUNTO 4	3,1	3,1	3,1	3,10
PUNTO 5	3,5	3,2	4,5	3,73
PUNTO 6	2	1,9	2	1,97
PUNTO 7	1,3	2,8	1,2	1,77
PUNTO 8	4,1	2,7	3,3	3,37
V. REFRIGERACION (11 kW)				
PUNTO 1	4,1	4,8	3,9	4,27
PUNTO 2	2,5	2,7	2,6	2,60
PUNTO 3	2,5	2,5	2,4	2,47
PUNTO 4	4,8	4,5	4,5	4,60
PUNTO 5	4,7	4,1	3,6	4,13
PUNTO 6	2,1	3	1,8	2,30

N193				
A	B	C	D	E
HORNO 22				
06/08/2012	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION 3	MEDIA
V. COMBUSTION (18 kW)				
PUNTO 1	1,8	1,5	1,8	1,70
PUNTO 2	2,1	2,3	2,2	2,20
PUNTO 3	1,6	1,8	1,8	1,73
PUNTO 4	1,3	1,3	1,3	1,30
V. TIRO (4,8 kW)				
PUNTO 1	2,3	2,4	2,4	2,37
PUNTO 2	2,1	2,3	2,3	2,23
PUNTO 3	2,4	2,5	2,3	2,40
PUNTO 4	2,6	2,1	2,2	2,30
V. PRINCIPAL (18,5 kW)				
PUNTO 1	3,4	3,2	3,2	3,27
PUNTO 2	5,2	5,2	5,1	5,17
PUNTO 3	6,4	7	6,9	6,77
PUNTO 4	2,9	3,3	2,7	2,97
PUNTO 5	3,3	4,5	4,5	4,10
PUNTO 6	3	2,9	2,9	2,93
PUNTO 7	4,9	4,4	4,6	4,63
PUNTO 8	3,8	3,7	3,5	3,67
V. REFRIGERACION (11 kW)				
PUNTO 1	9,9	9,6	9,4	9,63
PUNTO 2	14	13,5	13,7	13,73
PUNTO 3	11,5	12,7	12	12,07
PUNTO 4	6,4	6,6	6,6	6,53
PUNTO 5	6,1	5,5	5,4	5,67
PUNTO 6	4,4	4,1	4,3	4,27

Imagen 43: Medidas de vibraciones de motores.

Fuente: Archivo de Mantenimiento Predictivo del Dpto. de Mto. (Julio de 2013).

- Análisis termográfico de los cuadros eléctricos y de control de las principales instalaciones.



Mediante el uso de la cámara termográfica Fluke Ti9 se detectan posibles fallos en los componentes eléctricos que pueden ocasionar, a largo plazo, un mal funcionamiento del sistema.

La cámara termográfica no sólo permite analizar los puntos calientes sino comprobar la temperatura exacta de éstos, pudiéndose entonces detectar situaciones de alarma.

Imagen 44: Cámara termográfica Fluke Ti9.

Fuente: <http://www.fluke.com/fluke/eses/thermal-cameras>

Posteriormente se elabora un informe con las anomalías encontradas y se le asigna la orden de reparación a un mecánico de la empresa.

En el informe aparecen la localización del cuadro en mal estado, el motivo del fallo y si se ha realizado o no la reparación.

CUADRO	FECHA INSPECCIÓN	OBSERVACIONES	Nº DE FOTOS	SOLUCIONADO	CUADRO ETIQUETADO
A (CT)	12-7-13	Punto caliente en contacto (50 °C)	1	No	No
B (Agua)	12-7-13	Ok	-	-	No
C (C. Entrega)	12-7-13	Ok	-	-	No
D (Grupo electrógeno)	12-7-13	Ok	-	-	No
E (Hornos)	12-7-13	H.C 21 Magneto caliente (56 °C) H.C 22 Punto caliente en lámina (mayor 120°C) H.C 23 cables quemados H.C 24 cables a más 68 °C H.C 24 condensador torcido H.C 32 condensador a 97 °C H.C 32 magneto QC4 más caliente que el resto H.C 34 punto a más de 75°C H.C 34 magneto 647D más caliente H.C 36 VIGI Q32 más caliente H.C 36 magneto Q64 más caliente	11	No	No
F (Compresores)	12-7-13	Compresor 2 con cartel de peligro Extractor –secador magneto caliente Punto caliente en cable Aluminado Punto caliente en compresores 4 y 5	3	No	No
G (Mezclas)	12-7-13	Cuadro 6º cables a 58°C Magneto aire acondicionado	2	No	No
H	12-7-13	Ok	-	-	No
J	12-7-13	Ok	-	-	No
I (Al. Nave Hornos 1)	12-7-13	Ok	-	-	No
I (Al. Nave Almacén 1)	12-7-13	Ok	-	-	No

Imagen 45: Fragmento de informe de inspección térmica. Fuente: Elaboración propia (2013).



Modificativo.

Es importante indicar que, aparte de las operaciones de mantenimiento de las instalaciones y equipos de las fábricas, el departamento de mantenimiento lleva a cabo continuas tareas relacionadas con el rediseño y la mejora de los equipos, lo que corresponde al mantenimiento de tipo modificativo.

Entre las actividades más importantes de este tipo se pueden citar las siguientes:

- Estudios de viabilidad de nuevas instalaciones.

Actualmente se está trabajando en el diseño de un nuevo molino, de mayor tamaño, y en la sustitución del sistema de transporte de las cenizas de los hornos.

- Instalación de equipos nuevos.
- Mejoras de los equipos existentes.

En este apartado se deben realizar dos menciones especiales, por un lado al rediseño de piezas de máquinas cuya morfología actual puede estar dando algún tipo de problema; por otro lado, a la implantación del sistema de mejora continua o kaizen, para el cual de forma mensual los mecánicos deben de dar ideas de posibles mejoras, a modo de brainstorming, y de entre las cuales el responsable de mantenimiento puede llegar a identificar alguna verdaderamente interesante para la empresa.

Además, es importante subrayar que es el departamento de mantenimiento el responsable de actualizar y modificar los planos de las distintas instalaciones que dan suministro a la fábrica (eléctricas, neumáticas, de riego, alumbrado...).



Recursos humanos.

La sede central del grupo empresarial cuenta con cuatro fábricas situadas en el mismo polígono industrial.

El mantenimiento de dichas fábricas se realiza de forma conjunta y cuenta con el siguiente equipo:

- Jefe de mantenimiento.

Es el responsable del mantenimiento de las fábricas, así como de las oficinas centrales (edificio de recursos humanos, departamento comercial y de asistencia técnica, etc.) y los edificios de servicios del grupo.

Diariamente visita las cuatro fábricas y habla con los mecánicos y operarios para tener una foto a tiempo real de la situación en planta (controlar que el trabajo programado se está cumpliendo, estar al tanto de imprevistos y problemas, etc.).

También planifica y emite las órdenes de trabajo para los mecánicos, contacta con proveedores y empresas externas, coordina y dirige a su equipo de trabajo y responde a las necesidades de los restantes departamentos (producción, diseño, asistencia técnica...) en lo referente a temas de mantenimiento.

- Ayudante del jefe de mantenimiento.

- Mecánicos de la empresa.

El equipo de mecánicos propios está formado por 8 personas que se dividen turnos y zonas de trabajo. De esta manera cada uno de ellos se encarga del mantenimiento de una sección (hornos, composiciones, envasado, edificios, etc.).

Cuando se incorpora a la empresa un mecánico nuevo, al principio queda asignado a la responsabilidad de uno de los mecánicos de la actual plantilla, que se encarga en gran medida de su formación y adaptación a la empresa.

- Mecánicos externos.

La mayor parte de las tareas de mantenimiento especializadas (fontanería, pintura, electricidad...) las llevan a cabo empresas subcontratadas.

La relación que se establece con estas empresas es estrecha y suele mantenerse a largo plazo.

En algunas ocasiones estos mecánicos externos trabajan en la empresa como si fueran mecánicos propios. Además, todos ellos reciben la formación necesaria para prevenir posibles accidentes laborales dentro de la empresa.

Recursos técnicos.

- El departamento de mantenimiento se encuentra en unas oficinas integradas en la fábrica principal, y es compartido con el equipo de producción y automatismos.

De esta forma las labores de producción y mantenimiento mantienen una relación estrecha en concordancia con las técnicas del Mantenimiento Productivo Total.

Los responsables de las tres secciones responden ante un responsable de fábrica, y semanalmente se reúnen para acordar prioridades y organizar las actividades de acuerdo a las órdenes de producción planificadas para dicha semana.

- En dicha fábrica se sitúa también el almacén de repuestos que es responsabilidad del servicio de mantenimiento y de cuya gestión se ocupa un encargado. En el periodo de vacaciones del encargado las funciones del almacén las gestiona un mecánico de la empresa.
- Cada una de las cuatro plantas cuenta con un taller, donde los mecánicos pueden llevar a cabo labores específicas de reparación y construcción de piezas.

En el taller se dispone de una mesa de trabajo por mecánico, con equipo (ropa de trabajo, zapatos de seguridad, casco, gafas, guantes) y herramientas (llaves, martillos, destornilladores, cinta adhesiva, etc.) propios.

Se encuentran también materiales y diversas herramientas de uso común.

- Cada sección de la fábrica cuenta además con un terminal vinculado al software de gestión de mantenimiento mediante el cual los mecánicos pueden llevar un control de las órdenes de trabajo que se les ha asignado.

De esta forma el departamento de mantenimiento también puede llevar un mejor control sobre el tiempo que cada mecánico ha invertido en realizar la orden, y en última instancia, el tiempo total y el coste asociado que cada equipo o sección supone para la empresa.

- Por último, es importante resaltar la existencia de los manuales de cada equipo o componente electrónico (generalmente están ubicados cerca de dichos equipos) y de libros de teoría presentes en la oficina, así como de material específico para llevar a cabo el mantenimiento predictivo (cámara termográfica, medidor de vibraciones, medidor de espesores de tuberías, etc.).

Procedimientos de mantenimiento.

El concepto procedimiento está vinculado a un método o una manera de ejecutar algo, por lo que, en este sentido, consiste en seguir ciertos pasos predefinidos para desarrollar una labor de manera eficaz.

Trasladar este concepto al campo del mantenimiento es fundamental, ya que ante ciertas circunstancias y según el tipo de mantenimiento que se asume dentro de una empresa se debe actuar de una manera u otra.

Por ello se crean documentos escritos que describen secuencialmente la forma de realizar una actividad para lograr un objetivo dentro de un alcance determinado.

Los objetivos de realizar procedimientos de mantenimiento son:

- Uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo del departamento de mantenimiento y evitar su alteración arbitraria.
- Evitar errores que se den a causa de desconocimiento de las tareas específicas.
- Reducir los costos al aumentar la eficiencia general y el uso adecuado del equipo.
- Minimizar los accidentes por el uso incorrecto de materiales y equipos.

Asimismo, en el sector que se realiza el trabajo, es tanto obligatorio como necesario tener determinados los procedimientos:

por un lado desde la visión de riesgos laborales es esencial poseer procedimientos preestablecidos; por otro lado, el sector cerámico posee un alto grado de automatización por lo que se precisa documentar todas las acciones de sostenimiento de los equipos.

Actualmente la empresa cuenta con numerosos procedimientos de mantenimiento.

Debido a la gran cantidad de procedimientos existentes, por motivo de seguridad y espacio, la empresa está trabajando en sustituir los archivadores físicos por una base de datos. Además, la compañía no sólo tiene presente que la actualización y el traspaso a una gestión informática es imprescindible sino que va más allá, teniendo por objetivo que a los mecánicos se les debe facilitar el acceso a dicha base de datos.

A grandes rasgos, pueden clasificarse los procedimientos en cuatro tipos:

- Cómo utilizar el equipo técnico (materiales y herramientas).
- Qué hacer en caso de emergencia, como por ejemplo un corte de suministro. Este procedimiento es imprescindible para la empresa, ya que da alternativas ante una situación de sobresalto para no parar la producción.
- Sobre puestos de trabajo. Dan directrices a puestos como el técnico de guardia o el mecánico de guardia.
- Pautas para trabajos especiales, como podrían ser los trabajos en espacios confinados.

Los procedimientos los realiza el técnico de mantenimiento, por supuesto, con la ayuda de los mecánicos especializados en función del tema concreto sobre el que trate el procedimiento. Además, se tiene muy presente que estos deben revisarse en caso de cambiar la marca de los productos, reforma, instalación, etc.

Tras la completa actualización de la base de datos, se pretende que cada área de trabajo cuente con los procedimientos relacionados con la misma, impresos, visibles y actualizados. Esto servirá para disminuir los errores y aumentar la seguridad, así como para facilitar el trabajo del personal externo, nuevos trabajadores y, en general, para cualquier trabajador.

	PROCEDIMIENTO OPERATIVO TORRECID		SERVICIO DE MANTENIMIENTO
	FECHA: 05-07-2013	REV: v1	Autor: Tamara Boronat Página 1 de 1
PROCEDIMIENTO PARA EL USO DE LA COLA KRAFT			
<p>El objeto del presente procedimiento es asegurar que se realiza un buen uso y se adoptan las medidas de seguridad adecuadas al utilizar este producto.</p> <p>1.- Las medidas de protección individual para el uso de la cola de contacto de la marca Kraft son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guantes de protección - Gafas de seguridad - Indumentaria protectora adecuada - No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización - Evitar contacto con los siguientes materiales: ácidos fuertes, alcalis fuertes, oxidantes fuertes. <p>2.- Consérvese a una temperatura no superior a 50° C. Manténgase en un lugar seco, fresco y bien ventilado. Tome precauciones especiales para evitar las cargas de electricidad estática. Evitar exposición prolongada a: luz directa del sol, fuentes de calor, chispas, fuego no controlado.</p> <p>3.- En caso de vertido, evitar que penetre en alcantarillado o rejillas de desagüe (donde los vapores pueden acumularse e incendiarse). Recoger con un material absorbente como serrín. Diluir los residuos y lavar con un chorro de agua. Si está en el suelo, barrer o echar con una pala en recipientes apropiados. Si el producto alcanza los desagües o las conducciones públicas de agua, avisar al servicio de tratamientos medio ambientales o al jefe de sección para proceder a su tratamiento o eliminación.</p> <p>4.- Si se inhala el producto puede producirse deficiencia respiratoria, sensación de somnolencia y dolores de cabeza. Si ha perdido el sentido por la exposición a productos nocivos, conduzca inmediatamente a la víctima hacia una zona de aire puro. Descansar. Llamar al médico El contacto repetido o prolongado con la piel puede provocar irritación. Se puede pegar en la piel y los ojos. En caso de contacto con la piel despojese de la ropa y del calzado contaminados. Lave la piel a fondo con jabón suave/agua. En caso de contacto con los ojos enjuague inmediatamente con abundante agua. Solicite atención médica si se siente mal o aumenta la irritación o enrojecimiento. En caso de ingestión lavar la boca. Consultar inmediatamente un médico.</p>			

Imagen 46: Procedimiento para el uso del equipo técnico. Fuente: Elaboración propia (2013).

PROCEDIMIENTO OPERATIVO TORRECID		SERVICIO DE MANTENIMIENTO	
FECHA: 14-08-20013	REV: vI	Autor	Página 1 de 1
PROCEDIMIENTO CORTE SUMINISTRO AGUAS FACSA			
<p>El siguiente procedimiento tiene como objetivo informar de los pasos a seguir en caso de producirse un corte de suministro de aguas FACSA en CF1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando se produce un corte de suministro de aguas FACSA pueden haber dos motivos: <ul style="list-style-type: none"> - Se trata de una parada programada y la propia empresa te informa. - Se trata de una parada por avería y se quedan sin suministro en los edificios (aseos), laboratorios y vestuarios. 2. Verificar que la presión del agua ha bajado en el manómetro del acumulador de la caldera. 			
			
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">LLAVE DE PASO BYPASS</div>			
<ol style="list-style-type: none"> 3. Abrir la llave de paso del bypass bombas generales-FACSA situada en la sección de bombos. 4. Comprobar que las secciones que se habían quedado sin suministro vuelven a tener agua (esta vez proveniente del pozo propio). 5. Una vez vuelve el suministro (normalmente no suele tardar más de un día) cerrar la llave de paso. 			

Imagen 47: Procedimiento sobre comportamiento en caso de emergencia.

Fuente: Elaboración propia (2013).

Sistema de gestión de la información.

La empresa del estudio utiliza un software comercial como soporte para la gestión del mantenimiento de la misma. El software en cuestión se llama "Rosmiman", y se instaló en la empresa hace aproximadamente un año para gestionar todo el área de mantenimiento y las operaciones relacionadas con la misma.

"Rosmiman" es una herramienta sencilla, eficaz y fácilmente adaptable a cualquier organización, ya que integra diversos procedimientos operativos para la gestión de las diferentes actividades relativas al mantenimiento industrial, así como permite también adaptar el trabajo de acuerdo a las normativas ISO 9001 e ISO 9002.

Para poder gestionar el sistema de información del mantenimiento de forma correcta, se han repartido terminales informáticos en las secciones más importantes que conforman la empresa, involucrando de esta forma a todo el equipo de mantenimiento en el uso y manejo del programa.

La parte fundamental del software, que es la que verdaderamente da sentido a la implantación del GMAO en la empresa, permite controlar el trabajo realizado por los operarios de la empresa encargados del mantenimiento de las máquinas, y a su vez controlar también a las subcontratas que se encargan de algunos de los procesos.

Por otro lado, el GMAO también se encarga de registrar y guardar todos los datos más importantes relacionados con las revisiones de las máquinas, así como de imputar costes y recursos humanos asociados a las mismas. Todas estas tareas se controlan a su vez en otros subapartados que son:

- *Control de equipos:* este apartado se encarga de mostrar los manuales de mantenimiento asociados a cada una de las máquinas, así como albaranes relacionados con el mantenimiento de las mismas o cualquier otro dato que pueda resultar de interés. Además, también quedará reflejado cual será el coste asociado a cada una de las secciones de la empresa con respecto a dichas operaciones de mantenimiento.
- *Gestión de almacén:* este apartado se encarga de informar sobre aquellos repuestos que ya han sido utilizados o que quedan aún almacenados, de forma que se garanticen unos niveles de stock en el almacén que sean capaces de satisfacer todas las posibles reparaciones que puedan suceder de cara a una futura avería de las máquinas.
- *Obtención de informes:* en este apartado "Rosmiman" ofrece informes detallados sobre todos los mantenimientos preventivos y correctivos que se han hecho o se van a hacer en las máquinas, así como recursos humanos y recursos materiales que se van a utilizar en los mismos. También quedará reflejado el histórico de averías que se hayan detectado durante la realización de las operaciones de mantenimiento.

Toda la información recopilada en el software se gestiona mediante dos plataformas básicas: un cuadro de mandos y una interfaz de terminales.

- El cuadro de mandos estará gestionado por el responsable de mantenimiento, el cual se encargará de estudiar las gráficas, informes, datos y estadísticas que "Rosmiman" le haya dado en cuanto a las operaciones de mantenimiento. Además, mediante el cuadro de mandos también podrá emitir órdenes de fabricación, así como planear el mantenimiento preventivo de alguna de las máquinas.
- Por otro lado, la interfaz de terminales tiene como único objetivo preocuparse por las funciones básicas que se realizan en la maquinaria, es decir, el control rutinario de las órdenes de fabricación, por este motivo esta plataforma va en gran medida destinada a ser usada por los mecánicos encargados del mantenimiento, aunque también podrá ser usada por el responsable.

Además de las grandes utilidades que se le da actualmente al GMAO, la empresa pretende incorporar nuevas funcionalidades de cara al futuro.

Así pues, lo que se intenta conseguir es utilizar el software para mejorar la comunicación entre mandos y trabajadores y gestionar las actividades principales de la organización, de tal manera que se disponga de la información de forma ordenada y útil, además de evitar el exceso y la duplicidad de documentación y papeles que supone tener toda la información recogida en impresos.

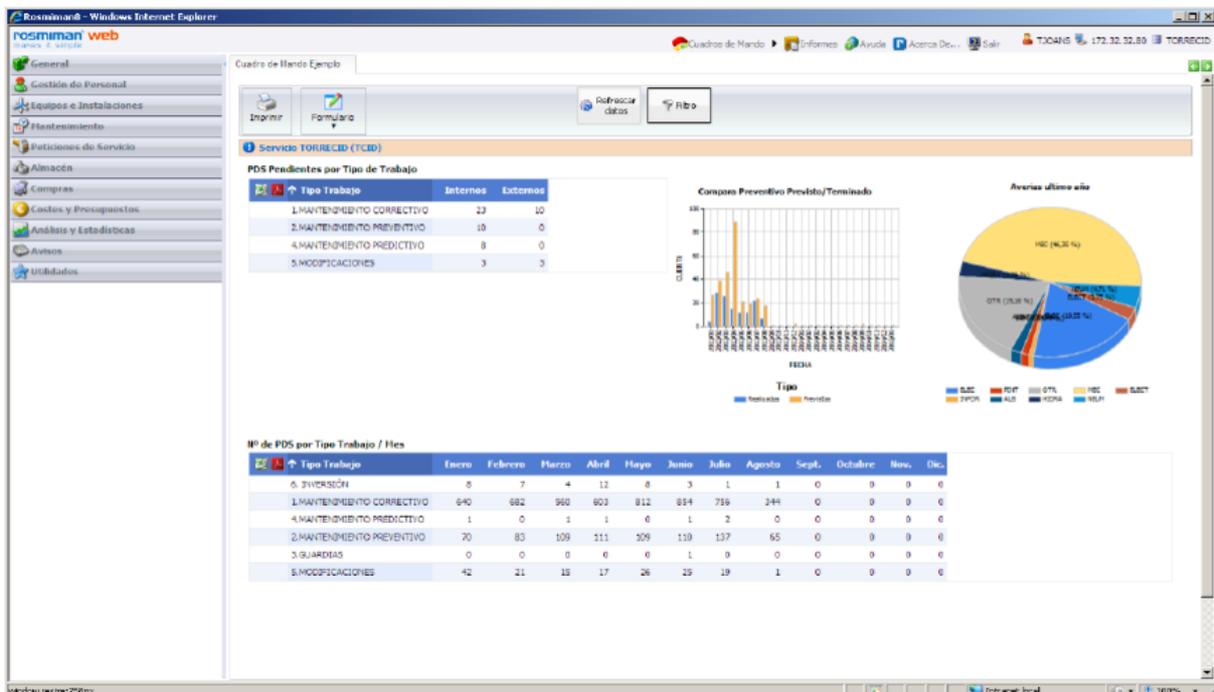


Imagen 48: Cuadro de mandos del software Rosmiman.

Fuente: software Rosmiman (Julio de 2013).

Mejora continua en el departamento de mantenimiento.

Se ha elaborado una tabla resumen con los aspectos claves que determinan el grado de implantación del proceso de mejora continua en la empresa para compararlo con el estado actual.

Algunos de estos aspectos involucran a los directivos y a la empresa en general, no obstante la mayor parte de los puntos se centran en el área de mantenimiento por ser ésta el objeto de estudio del análisis que se va a realizar a continuación.

IMPLANTACIÓN MEJORA CONTINUA	
Aspectos claves	Realidad de la empresa
Necesidad de apoyo e implicación por parte de la dirección.	Se fomentan las iniciativas kaizen desde la dirección, pero no hay un plan de acción definido.
Presencia de un líder o responsable de la mejora continua.	Existe un líder en cada departamento.
Estilo de dirección consistente con mejora continua.	No se le da demasiada importancia, es considerada como una actividad más, y no forma parte de la filosofía de la empresa.
Todos los miembros de la organización son partícipes de la mejora continua.	En determinados niveles aún no se ha implantado el proceso (sobre todo los niveles más bajos en la jerarquía).
Eliminar normas, procedimientos o reglas obsoletas que interfieran con la mejora continua.	No hay excesiva resistencia. Filosofía orientada a la actualización y renovación de procesos y procedimientos.
Tratar los errores como una oportunidad de aprendizaje.	Asumido por parte de operarios y responsables.
Destacar la importancia de pequeñas mejoras incrementales, no solo de las grandes ideas innovadoras.	Se fomenta la mejora continua pero no existen recompensas o mensajes que insistan sobre el tema.
Aprender de los resultados y compartir la mejora continua.	No se dispone de la estructura de comunicación necesaria.
Seleccionar los indicadores críticos para medir el rendimiento de los procesos y calcularlos periódicamente (lo ideal es en cada turno)	Existen mediciones mensuales de indicadores clave en los departamentos relacionados con la producción (productividad, calidad, rendimiento de producto). Los operarios no tienen acceso a ellos, sino los técnicos o responsables. En el área de mantenimiento el único indicador de rendimiento es el coste.

Mejorar canales de comunicación para que los empleados estén al tanto de las prioridades de la empresa y de la información necesaria para la mejora continua.	No hay paneles de indicadores u objetivos. Los empleados disponen de información acerca de objetivos a corto plazo y específicos de su sección. En cuanto al departamento de mantenimiento, se llevan a cabo reuniones: <ul style="list-style-type: none"> • Diarias, que involucran al responsable de mantenimiento y a los mecánicos. • Diarias, que involucran al responsable de mantenimiento y a los de otros departamentos. • Semanales, con el encargado del área de producción, mantenimiento y automatismos.
Establecimiento de información/realimentación adecuado que contribuya al aprendizaje y a la estandarización de las mejoras.	No se dispone de la estructura necesaria porque no hay concienciación sobre los beneficios de un proceso de retroalimentación estructurado (ésta sólo se realiza vía oral).
Centrarse en los procesos críticos para la empresa (mejora enfocada).	No se recurre a herramientas concretas centradas en la resolución de problemáticas especiales (técnicas Lean), generalmente por desconocimiento.
Metodología formal que da soporte a la mejora continua (ISO-9000,TQM,TPM,6Sigma...).	No existe (ni para los responsables ni para los operarios).
Horas y espacios disponibles para la mejora continua. Tiempo para que se asienten los cambios.	En el departamento de mantenimiento, reunión mensual de entre 30-60 minutos donde se exponen las ideas de mejora (mínimo dos o tres por persona, por pequeña que sea).
Establecer políticas de compensación que aseguren la implicación de los empleados para participar en los programas de mejora.	No hay ningún tipo de compensación relacionado con la mejora continua.
Clarificar y crear la organización de recursos humanos más adecuada, facilitando los equipos multidisciplinares y la cooperación entre departamentos cuando sea necesario.	Los equipos multidisciplinares y la cooperación entre departamentos son frecuentes, con resultados satisfactorios. Los departamento de mantenimiento, producción y automatismos, por ejemplo, se encuentran muy próximos y colaboran sin dificultades en un contexto en concordancia con el TPM (Mantenimiento de la Producción Total).
Entrenamiento en herramientas de mejora continua, herramientas para la resolución de problemas, Ciclo PDCA...	No existe una formación específica sobre herramientas de mejora continua, a ningún nivel organizativo.

Tabla11: Implantación mejora continua en el departamento de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia (2013).

8.6. Análisis del sistema de mantenimiento de la empresa.

<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estructura organizativa bien definida. - Personal cualificado y adecuado. - Ejecución del mantenimiento bien documentada. - Control eficaz sobre el inventario de herramientas y repuestos. - Procedimientos de trabajo bien definidos y actualizados. - Correcta incorporación de algunos elementos básicos del TPM (integración del mantenimiento y el sistema productivo). - Interés por parte de la dirección y de los puestos de responsabilidad en utilizar el GMAO para llevar un control óptimo de los recursos (humanos y técnicos) y sus costes. 	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Excesiva dependencia de empresas subcontratadas. Posible conflicto de intereses en términos de confidencialidad. - Ausencia de indicadores que monotoricen y midan el desempeño y la eficiencia del sistema. - Algunos mecánicos (sobre todo los externos) se muestran reacios a utilizar los terminales del GMAO. - El taller podría mejorarse en cuanto a limpieza y orden. - Muchos de los manuales y planos están desgastados y sucios. - Los procedimientos de trabajo, aun estando bien definidos, a menudo son ignorados por los trabajadores, así como ciertas medidas de seguridad (uso de herramientas específicas de elevación y de los equipos de protección individual, respeto de las líneas de paso marcadas en el suelo, etc.).
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporar nuevas funcionalidades al GMAO de forma que se incremente el aprovechamiento del mismo, facilitando la gestión y el flujo de información, así como detectando ineficiencias en el sistema. - Para mejorar la organización y limpieza del taller podría implantarse el método de las 5 s, así como incentivar a los trabajadores mediante algún programa de reconocimiento. - Formar al personal en materia de riesgos laborales y desarrollar métodos eficaces para garantizar su cumplimiento. 	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - El mantenimiento predictivo, aunque se realiza, a veces no recibe la consideración necesaria, por lo que puede convertirse en una fuente de despilfarro en lugar de reportar beneficios. - Escasa inversión para renovar los equipos de mantenimiento, lo que puede traducirse en aumento de costes por ineficiencias, paradas y averías.

Tabla 12: Matriz DAFO del sistema de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia (2013).

8.7. Plan de acción para mejorar la eficiencia del departamento de mantenimiento.

NECESIDAD IDENTIFICADA	MEJORA	OBJETIVO	TAREAS (marcadas con asterisco las iniciadas durante las prácticas).
Informatizar los manuales, documentos y registros.	Actualización de la base de datos de Rosmiman.	Poseer información detallada y accesible sobre equipo y herramientas de las secciones de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un inventario de todas las secciones productivas de la planta. (*) • Búsqueda y actualización de manuales, preferiblemente en castellano (en internet o contactando con el proveedor o fabricante). (*) • Volcar la información obtenida en el GMAO. (*)
	Eliminación de los documentos físicos sobre procedimientos de mantenimiento, previa actualización e informatización de los mismos.	Poseer una base de datos actualizada y útil sobre cualquier procedimiento de trabajo, accesible desde cada una de las secciones productivas.	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario de las herramientas y materiales que usa el personal de mantenimiento. (*) • Actualización de los procedimientos relativos a situaciones de emergencia. (*) • Búsqueda de información y redacción de procedimientos nuevos en ordenador. (*)
	Obtener mayor control sobre los generadores de coste relativos al mantenimiento del equipo.	Poseer una visión precisa y ajustada sobre los costes de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de los perfiles de cada mecánico (o cada empresa subcontratada) para que puedan imputársele más fácilmente tiempos de trabajo y costes. (*)
Se pierde mucho tiempo volcando información sobre revisiones a la base de datos del ordenador.	Documentar los resultados de las revisiones de los equipos directamente desde los terminales del Rosmiman.	Agilizar el proceso de registro de datos permitiendo que los informes.	<ul style="list-style-type: none"> • Implantación de unas plantillas, gestionadas desde el cuadro de mandos, para las revisiones del mantenimiento preventivo de los equipos. (*) • Instrucción del personal de mantenimiento sobre el uso de dichas plantillas.

NECESIDAD IDENTIFICADA	MEJORA	OBJETIVO	TAREAS (marcadas con asterisco las iniciadas durante las prácticas).
Uso escaso de los terminales del GMAO por parte de los operarios.	Concienciar a los operarios de la necesidad de disponer de un GMAO eficiente.	Correcto uso del GMAO por parte de todo el personal de mantenimiento (tanto externo como interno).	<ul style="list-style-type: none"> • Cursos de instrucción a los operarios sobre la funcionalidad de los terminales del software, por parte de los técnicos de mantenimiento. • Elaborar un programa de penalización/recompensa por el uso o no de los terminales por parte de cada mecánico.
Alta tasa de accidentes laborales.	Concienciar a los operarios de la necesidad de un correcto uso de las herramientas y equipos, además de utilizar las protecciones personales.	Actuación, por parte del personal de mantenimiento, según los procedimientos definidos para cada actividad o situación.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada sección debe tener accesibles o a la vista los procedimientos operativos relacionados con ella, de forma que todo el personal sepa cómo actuar en cada ocasión. (*) • Elaborar un programa de penalización/recompensa por el cumplimiento (o incumplimiento) de las normas de seguridad.
Mantenimiento predictivo vago y poco estructurado. Tareas de Mto. Predictivo encargadas a becarios o personal con poca experiencia.	Estructurar las actividades de mantenimiento predictivo. Concienciar a los responsables de mantenimiento de los beneficios que supone realizar un buen mantenimiento predictivo.	Obtener informes con información útil y precisa, que sean utilizados frecuentemente por el personal responsable del mantenimiento de la empresa, para la toma de decisiones y la realización del plan de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar informes y plantillas para disponer de información útil de forma rápida y cómoda acerca del mantenimiento predictivo de los equipos. (*) • Escoger y monitorizar indicadores de desempeño que justifiquen la existencia del Mantenimiento Predictivo en la empresa. Buenos indicadores serían, por ejemplo, el OEE de los equipos sobre los que se haga Mto. Predictivo o la tasa de averías (tiempo total de mantenimiento correctivo, que puede obtenerse fácilmente mediante Rosmiman).

NECESIDAD IDENTIFICADA	MEJORA	OBJETIVO	TAREAS (marcadas con asterisco las iniciadas durante las prácticas).
Falta de limpieza y organización en el taller.	Implantar el método de las 5s en el taller de la fábrica.	Mejorar la calidad de la producción y la seguridad en el trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Describir la filosofía de las 5s al personal de mantenimiento y explicar sus beneficios. • Implementación rigurosa y disciplinada de las 5s en el taller: <ul style="list-style-type: none"> ○ SEIRI (utilización) Clasificar objetos en función del uso y eliminar lo que no es necesario. ○ SEITON (organización) Definir un sitio para cada objeto y señalarlo utilizando colores o placas. ○ SEISO (limpieza) Definir zonas y responsabilidades, realizar inspecciones, identificar fuentes de contaminación para ensuciar menos. ○ SEIKETSU (estandarizar) Evidenciar las anomalías y normalidades del proceso para que el personal pueda distinguirlos. Regular las actividades de las 5 S. ○ SHITSUKE (mantener) Entrenamientos periódicos con los operarios "in situ", cuadros con fotos y resultados de las 5 s, auditorías, check list.

Tabla 13: Plan de acción para mejorar la eficiencia del sistema de mantenimiento..

Fuente: Elaboración propia (2013).

9. ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA ORGANIZACIÓN.

Es un hecho contrastado que las empresas que introducen eficientemente las herramientas del contexto del Lean Manufacturing en cualquiera de sus niveles obtienen resultados satisfactorios al respecto.

Esto es debido a que estas técnicas fomentan una serie de prácticas orientadas a realizar las actividades de una forma ordenada y sistemática, lo que incurre directamente en factores críticos para el desempeño organizacional:

- Mejora de la eficacia de los equipos y procesos.
- Reducción de costes operacionales al eliminar desperdicios.
- Cumplimiento de los plazos de entrega y satisfacción del cliente.
- Cumplimiento de los estándares de calidad.

Pero sobre todo son aquellas empresas donde verdaderamente se asienta el espíritu kaizen abierto al cambio constante e impulsor de la mejora continua en todos los niveles, aquellas en las que se produce una transformación de la cultura empresarial con la que todos los trabajadores (no importa el nivel jerárquico al que pertenezcan) se identifican, donde se obtienen los verdaderos beneficios del Lean Manufacturing y donde tienen cabida conceptos como la excelencia operativa.

Mediante el presente documento se han conseguido algunos objetivos fundamentales en este sentido:

- Por un lado el diagnóstico de la situación en planta y la definición de una metodología y unos indicadores para medir el desempeño organizacional servirán de base para el establecimiento de nuevos objetivos y el desarrollo de pequeñas mejoras en los procesos (es necesario medir y analizar para saber en qué punto se está y de esta forma poder orientarse en la dirección adecuada para mejorar).
- Por otro lado, la implementación de las pequeñas mejoras propuestas se traducirá en una mejor forma de realizar las operaciones y con ello en un incremento de la eficiencia de las áreas objeto de estudio (la zona productiva definida para el estudio y, en última instancia, el propio departamento de mantenimiento).
- Pero lo más importante es que se ha abierto camino para la introducción del contexto Lean en la empresa, analizando en qué medida algunas herramientas relacionadas con la mejora continua ya se estaban aplicando (a veces de forma inconsciente) y encontrando un espacio infinito de oportunidades de mejora en el que, si se actúa de forma consciente y racional, pueden conseguirse resultados sorprendentes.

9.1. Presupuesto.

Para obtener una visualización objetiva del impacto de la introducción de las herramientas Lean en el contexto que se ha presentado, se ha elaborado un presupuesto sobre el coste de aplicación de dichas técnicas y los ahorros de costes estimados que se prevén puedan llegar a alcanzarse a corto plazo con su incorporación.

De esta forma se podrá observar a simple vista que la inversión en este tipo de mejoras es recomendable para cualquier tipo de organización, ya que la mayor parte de los costes están relacionados con el trabajo de campo y la capacitación de las personas (no se requiere una verdadera inversión en infraestructura, tecnología o reingeniería de proceso, tan sólo una nueva metodología a la hora de realizar las mismas actividades con el mismo equipo, pero de forma más eficaz) y, sin embargo, pueden reportar cuantiosos beneficios.

En primer lugar hay que identificar los verdaderos costes de implantación de las mejoras propuestas:

- Trabajo de campo y análisis de los resultados.

Los recursos que consume dicha actividad están relacionados con las horas hombre necesarias para realizar dicho trabajo.

Así mismo hay que identificar el equipo de trabajo que ha estado involucrado en el proyecto, a saber:

- Ingeniero líder en el desarrollo del trabajo. Dedicación completa. Jornada de 4 horas diarias. Coste estimado: 35 € la hora.
- Técnico de mantenimiento. Reuniones diarias de una hora. Coste estimado: 35 € la hora.
- Mecánicos. Reuniones diarias de una hora. Coste estimado: 15 € la hora.
- Cursos de capacitación de operarios y mandos en técnicas Lean.
- Cursos de capacitación de los operarios en mantenimiento autónomo y preventivo.
- Se prevé un coste estimado de los cursos de 600 €

(15 €/h-profesor *1 h/diaria * 5 días/ semana*4 semanas/mes = 300 €)



A su vez se estima que la incorporación de las mejoras incurrirá en las siguientes disminuciones de costes:

- Costes de mantenimiento correctivo (el objetivo es una reducción del 25 %).
- Costes de producción, debido al incremento de la eficiencia de los procesos (se estima que en empresas donde se han aplicado técnicas similares se ha obtenido una reducción de los costes de fabricación de entre el 20% y el 50%, se escoge el porcentaje más bajo debido a la precariedad de la implementación de las mejoras).
- Costes de inventario (uno de los objetivos tiene que ver con la reducción del inventario de producto en curso, con la consiguiente reducción de los costes en almacén).
- Costes de oportunidad (la informatización de los datos corresponde una tarea ardua de implementar pero que, a largo plazo, ahorra muchísimo tiempo a los responsables de llevar la contabilidad y la gestión de la información, lo que se traduce en un ahorro del tiempo hombre empleado en realizar labores de papeleo que puede ser utilizado para fines productivos).
- Costes en reproceso y producto defectuoso. La disminución viene motivada tanto por la formación personal en mantenimiento autónomo (equipos más fiables se traducen en procesos más capaces) como por la introducción de listas de autocontroles por parte del operario (para evitar posibles errores humanos).

La siguiente tabla recoge la información de los costes totales presupuestados, así como de los ahorros en costes que se estiman en las áreas de producción y mantenimiento, aplicados en forma de porcentaje al presupuesto que una empresa de este tamaño dedica a dichos departamentos.

	€/h	h/día	h/mes	€/mes
Ingeniero Procesos	35	4	80	2800
Técnico Mantenimiento	35	1	20	700
Mecánico	15	1	20	300
Cursos	15	2	40	600
TOTAL COSTES (€)				4400
Volumen de negocio (€/año)	600000000			
Volumen de negocio (€/mes)	50000000			
% Presupuesto Mantenimiento	0,05			
% Presupuesto Producción	0,15			
Costes Mto.+Prod. (€)	375000			
% Reducción Coste $[(20\%+25\%)/2]$	0,225			
TOTAL AHORRO (€)				84375

Tabla 14: Presupuesto de implantación y ahorro estimado. Fuente: Elaboración Propia (2013).

9.2. Conclusión.

A la vista de los resultados obtenidos se aprecia que, a priori, y si se consiguen los objetivos propuestos, es altamente recomendable la aplicación del presente documento a la realidad de la empresa, porque las medidas de mejora planteadas suponen una importante fuente de ahorros en relación con la escasa inversión que se requiere para implantarlas.



10. BIBLIOGRAFÍA.

- Productivity Development Team. "Oee for Operators: Overall Equipment Effectiveness" Productivity Press. 1999.
- Baudin, M. "Working with machines. The nuts and bolts of lean operations with jidoka" Productivity Press. 2007.
- Euskalit. "Metodología de las 5S; Mayor productividad, Mejor Lugar de trabajo". <http://www.euskalit.net/pdf/folleto2.pdf>
- Guía de la calidad. Modelo EFQM. Análisis DAFO. <http://www.guiadelacalidad.com/modelo-efqm/analisis-dafo>
- Hernández. J.C. y Vizán A. "Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implantación". Fundación Eoi. 2013.
- Marín García, JA.; García Sabater, JJ.; Valero Herrero, M. (2011). Mapa de la cadena de valor. Value Stream Map (VSM). Definición y plantillas. (Video) <http://riunet.upv.es/handle/10251/12946>
- Marin-Garcia, Juan A. y Garcia-Sabater, Julio. Cálculo de indicadores productivos. <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16050/indicadores.pdf?sequence=3>
- Rother, M. y Shook, J. "Learning to see. Value stream mapping to create value and eliminate muda". Massachusetts: Lean Enterprise Institute. 1998.