



**Universidad**  
Zaragoza

# Proyecto Fin de Carrera

## IMPLANTACIÓN TPM EN ALMACÉN AUTOMÁTICO

Autor

ALEJANDRO ASENSIO ROYO

Directores

IGOR LOPEZ DE ABECHUCO PALMA

JESÚS ANTONIO ROYO SÁNCHEZ

EINA / INGENIERO TÉCNICO ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

DICIEMBRE 2012

## **RESUMEN**

Durante las últimas décadas la competitividad de las empresas industriales se ha incrementado de tal forma que ha hecho necesaria la mejora de los sistemas productivos. Al amparo de esta exigencia global han ido apareciendo diferentes variantes dentro del sistema productivo. El TPM o mantenimiento productivo total es una de ellos.

El objetivo principal del TPM es la mejora continua a través de la implicación de todos los trabajadores de una planta productiva. La eficiencia del TPM se demuestra con una alta disponibilidad y fiabilidad de las instalaciones sobre las que se aplica.

Como veremos, su aplicación se basa en el mantenimiento realizado desde el puesto de trabajo, mantenimiento autónomo.

Este proyecto tiene su foco de aplicación dentro del área productiva de la fábrica de la empresa BSH electrodomésticos España S.A. en la planta de Montañana.

Dentro de la multitud de instalaciones productivas de las que está compuesta dicha planta, es en la sección de almacén, y más concretamente en su almacén automático donde tiene su punto de aplicación este proyecto.

Se trata de una instalación muy antigua que necesitaba de un lavado de cara, y la implantación de este sistema la ha recuperado para su correcto funcionamiento.

# INDICE

## **INDICE**

<b>1- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1- Objetivo.....	6
1.2- Alcance.....	8
1.3- Contenido de la memoria.....	9
<b>2- LA EMPRESA.....</b>	<b>11</b>
2.1- BSH Electrodomésticos España.....	11
2.2- Fábrica Montañana.....	15
2.3- Almacenes de Montañana.....	17
2.4- Instalación de implantación del TPM: Almacén Automático.....	20
2.4.1- Características generales de la implantación.....	21
2.4.2- Sistema de comunicación de la instalación.....	25
2.4.3- Seguridades.....	31
2.4.4- Pantallas de control.....	32
<b>3- TPM.....</b>	<b>35</b>
3.1- Indicadores Productivos.....	39
3.1.1- Las Seis Grandes Perdidas.....	40
3.1.2- OEE.....	46
3.1.3- MTBF y MTTR.....	50
3.2- Mantenimiento autónomo.....	52
3.3- Mantenimiento preventivo.....	58
3.4- Formación y cualificación.....	61
3.5- Gestión preventiva de nuevas instalaciones.....	62
<b>4- SITUACIÓN INICIAL.....</b>	<b>65</b>
4.1- Indicadores productivos.....	65
4.2- Mantenimiento Autónomo.....	67
4.3- Mantenimiento Planificado.....	67
4.4- Formación y cualificación.....	68
<b>5- IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA TPM.....</b>	<b>70</b>
5.1- Preparación de la instalación.....	70
5.2- Sistema de indicadores productivos.....	71
5.3- Mantenimiento Autónomo.....	76
5.3.1- Nivel Básico.....	77
5.3.2- Nivel de Eficiencia.....	91

5.3.3- Nivel de Plena Implantación.....	94
5.4- Mantenimiento preventivo.....	100
5.5- Formación y cualificación de los trabajadores.....	102
<b>6- CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>7- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>111</b>
 <b>ANEXOS.....</b>	 <b>113</b>
<b>00- CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS</b>	
<b>01- EXPLICACIÓN FUNCIONAL ALMACÉN</b>	
<b>02- AUDITORÍA PASILLO 1 Y 2</b>	
<b>03- AUDITORÍA PASILLO 3 Y 4</b>	
<b>04- HOJA DE AVERÍAS</b>	
<b>05- PLAN DE LIMPIEZA</b>	
<b>06- INSTRUCCIONES REARME ALMACÉN</b>	
<b>07- BLOQUEO DE PASILLOS ANTE AVERÍAS</b>	
<b>08- AUDITORÍA INTERNA</b>	
<b>09- FORMACIÓN TPM</b>	
<b>10- FORMACIÓN BÁSICA CIP</b>	

# INTRODUCCIÓN

# **1- INTRODUCCIÓN**

## **1.1-Objetivo**

Durante años, los sistemas productivos se han centrado en el aumento de la capacidad de producción. En la actualidad han evolucionado hacia la mejora de la eficiencia, lo que les lleva a producir lo necesario en cada momento y con los mínimos recursos, haciendo estos más eficientes y evitando todo tipo de despilfarros.

En los últimos años la competitividad de las empresas industriales se ha visto seriamente amenazada en un entorno de economía global en el que ya no existen distancias geográficas ni fronteras comerciales.

Este escenario internacional afecta también a BSH Electrodomésticos España, S.A. Esto ha conducido a la creación de nuevos sistemas de gestión que han permitido un incremento en la eficiencia de los sistemas productivos, y que ha culminado con la incorporación de la gestión de equipos y medios de producción orientada a la obtención de la máxima eficiencia, a través del **TPM o Mantenimiento Productivo Total**.

El objetivo principal del TPM es la mejora continua a través de la implicación concreta y, una participación diaria de todas las funciones de la organización, en concreto de todas las relacionadas con el proceso productivo, del rendimiento operacional de todos los procesos y sistemas de producción, sea cual sea su nivel de intervención a través de la dinámica de los grupos de fiabilización.

Este objetivo principal engloba otros cuatro objetivos:

- Conseguir el rendimiento operacional óptimo de los equipos de producción con la participación de todos, o lo que es lo mismo: Cuidar y explotar los equipos con un sentido de la máxima disponibilidad de los mismos. Esto se consigue con estas dos herramientas:

Desarrollo del Automantenimiento integrado en la fabricación para mantener los estándares de referencia.

Desarrollo de la mejora continua de los estándares por la aportación de ideas para mejorar el estado de referencia por la evolución de los aprendizajes.

- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos para eliminar fallos esporádicos o aleatorios y fallos crónicos, así como para asegurar la calidad de los productos y mejorar la productividad.
- Tomar estadística a través de la experiencia adquirida en las actividades TPM que ayuden, tanto al utilizador como al responsable de adquirir nuevos equipos y a los constructores de los mismos, mejorando diseños y haciendo puestas a punto más económicas desde el punto de vista del mantenimiento total.
- Formar a agente técnicos y operadores de líneas de fabricación para que conozcan bien las instalaciones.

La eficacia del TPM, en buena medida consiste en obtener una alta disponibilidad y fiabilidad en las instalaciones, reduciendo además costes, apoyándose para ello en el Automantenimiento, que implica al personal de fabricación en las tareas básicas de mantenimiento y en las técnicas de mantenimiento programado y subcontratación de tareas especiales.

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones *cero averías* y *cero defectos*, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción *justo a tiempo* y la automatización controlada de las operaciones.

Los objetivos son la eliminación de los que denominaremos las seis grandes pérdidas, las cuales serán objeto preferencial de nuestra atención. Todas ellas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, y desde luego dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo, en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o de paro del sistema productivo
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Introducción de un sistema eficiente de mantenimiento productivo con participación activa de todo el personal de producción



El TPM permite elevar los conocimientos y las habilidades de los trabajadores para que sean capaces de mantener y mejorar el equipo del que sean responsables. Además permite a los operarios entender su equipo y ampliar cada vez más las tareas de mantenimiento que puedes asumir, previa formación y entrenamiento. Esta mayor comprensión de su trabajo se traduce en un sentimiento de seguridad y autoestima en sí mismos y en sus tareas.

La puesta en práctica del TPM con la participación de los empleados es una de las claves del éxito. Para ello, la dirección debe apoyar activamente la implicación de sus trabajadores en el proyecto TPM mediante actividades de mejora en pequeños grupos que promuevan la responsabilidad individual y el respeto mutuo en el grupo y en la organización general. Es importante ofrecer al personal oportunidades reales de desarrollo personal y profesional que estimularán el compromiso y la colaboración de los empleados.

Como podemos observar, su aplicación se basa en el mantenimiento realizado desde el puesto de trabajo, o Mantenimiento Autónomo, que será por tanto objeto de atención especial en este proyecto, y que supone actividades de limpieza, conservación, prevención de problemas, averías y errores llevadas a cabo por los propios operarios de producción.

## **1.1-Alcance**

Las actividades y mejoras desarrolladas en este proyecto tienen su ámbito de aplicación dentro del área productiva de la fábrica de la empresa BSH Electrodomésticos España S.A. en su ubicación de Montañana.

Dentro de las instalaciones de la planta, el proyecto tiene su punto de aplicación en el almacén automático de la fábrica. Se trata de una instalación muy antigua, que trae de cabeza a varias secciones. Por un lado las productivas, que ante una avería prolongada ven peligrar la fabricación de aparatos, obligando a recomponer la producción en función de los materiales que se encuentra fuera del almacén, y por otro lado a la sección de mantenimiento, que se ve desbordada por las continuas averías de la instalación.

## **1.3-Contenido de la memoria**

Describo brevemente el contenido de los diferentes capítulos de la memoria.

### **Descripción de la empresa**

BSH Electrodomésticos España S.A. en su ubicación productiva de Montañana abarca toda la cadena de fabricación y suministro de electrodomésticos (Hornos, Lavavajillas y Placas de inducción).

### **TPM**

El TPM trata de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que pueda optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas.

En este capítulo podemos encontrar los conceptos teóricos para una óptima implantación de este sistema de gestión.

### **Situación inicial**

Se describe en este capítulo la situación inicial de la instalación de implantación del proyecto teniendo en cuenta los siguientes pilares del TPM: Indicadores productivos, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento Preventivo y Formación y cualificación.

### **Implantación del sistema TPM**

Este capítulo trata de describir la etapa de la implantación del TPM en la instalación en la que tiene ámbito este proyecto.

Para cada pilar del TPM se analizará y se implantarán soluciones que sirvan para dotar y disponer de elementos que nos permitan medir el rendimiento y eficiencia de nuestras instalaciones, así como de analizar y establecer las actividades que hacen referencia al mantenimiento autónomo y preventivo.

### **Conclusiones**

Se establece el análisis a posteriori de las acciones y mejoras implementadas durante el desarrollo del presente proyecto.

**LA EMPRESA**

## 2- LA EMPRESA

### 2.1- BSH Electrodomésticos España

BSH Electrodomésticos España, S.A., está integrado en el grupo líder europeo BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, un grupo a nivel mundial que ha obtenido unas ventas anuales superiores a los 9.654 millones de euros.

Fundada en 1967 es una Joint venture entre Robert-Bosch GMBH, Stuttgart, y Siemens AG.

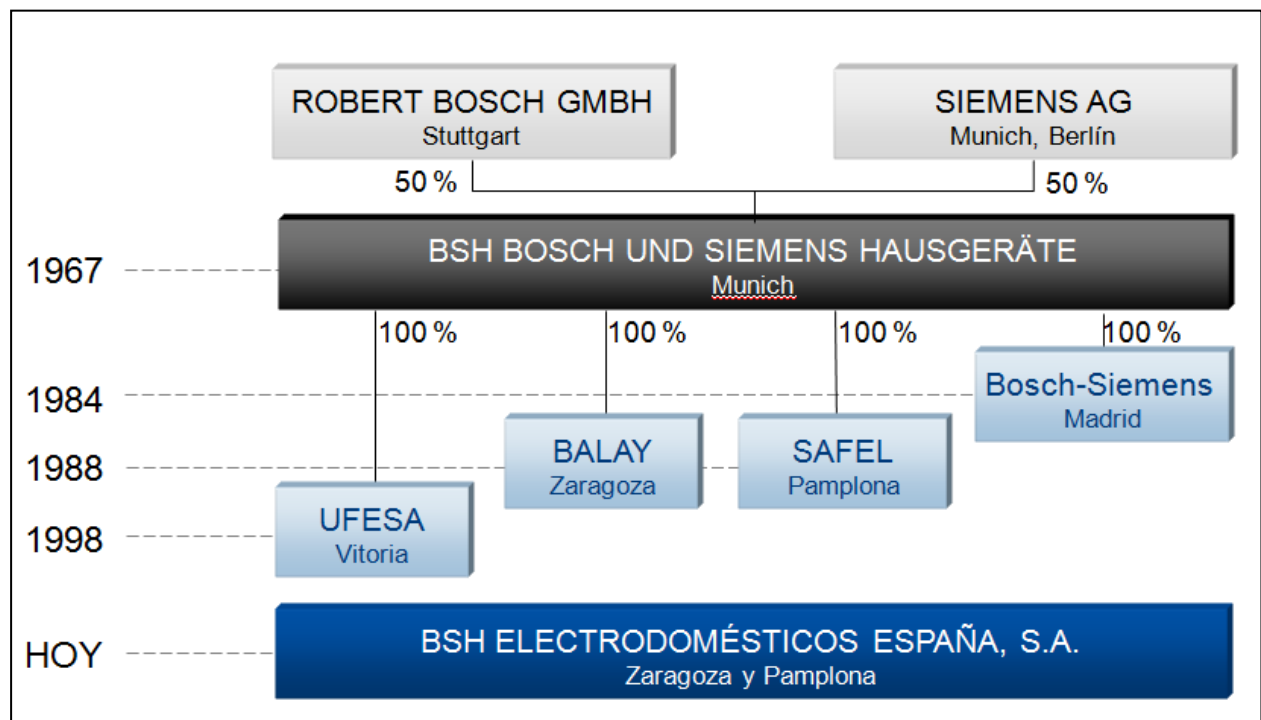


Figura 1: Origen de la compañía

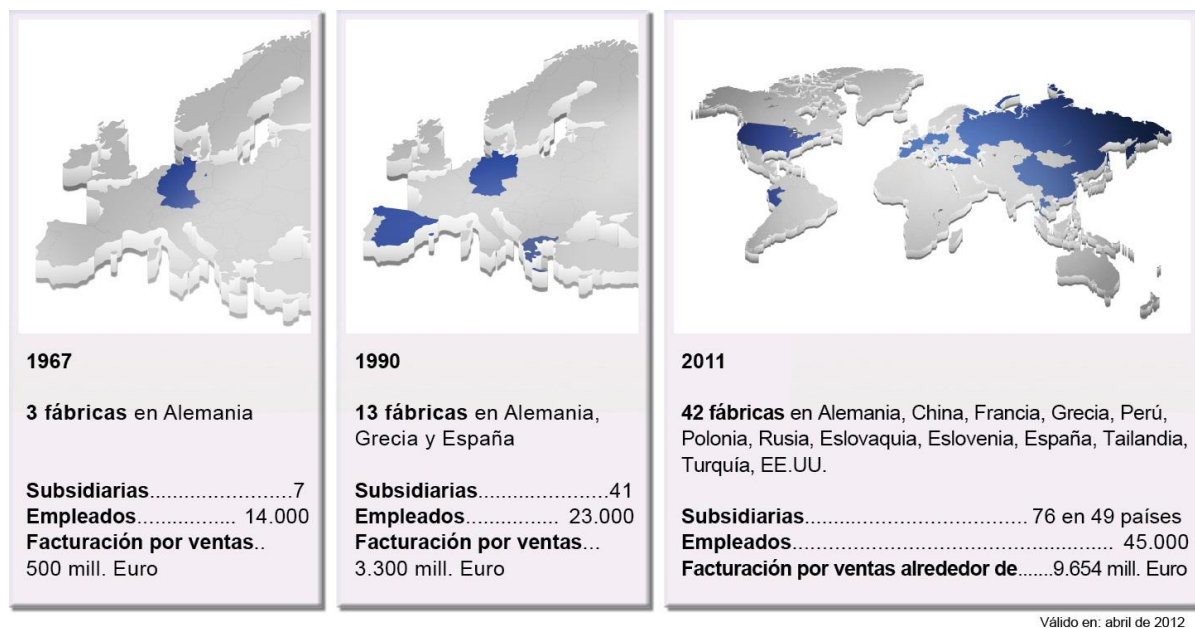


Figura 2: Evolución de la expansión de BSH

BSH ofrece los mejores electrodomésticos de línea blanca y pequeños aparatos electrodomésticos. Los últimos diez años han supuesto para BSH una espectacular tasa de crecimiento. En sus inicios contó con 13 centros de producción en 3 países y ha incrementado sus actividades hasta abarcar 42 plantas repartidas en 13 países de los cinco continentes. Incluyendo mundialmente una red de ventas y compañías de servicio de atención al cliente, cuenta con alrededor de 45.000 empleados. La oficina central se encuentra en Munich

En la figura 3 se puede observar claramente el éxito mundial de BSH.



Figura 3: Mapa mundial de fábricas y centros BSH

BSH Electrodomésticos España S.A., la empresa española, está implantada en nuestro país con una completa organización que abarca toda la cadena de actividades necesarias para el suministro de aparatos electrodomésticos a sus clientes inmediatos, que a su vez son distribuidores de producto al usuario final. Esta cadena se inicia en el estudio y análisis de mercados, diseño y desarrollo de producto, organización industrial que planifica, compra los materiales y fabrica los aparatos, controla su calidad y da los servicios posteriores hasta la comercialización mediante acciones de Marketing, Ventas, Distribución logística y Servicio post-Venta. Todas estas actividades se apoyan con Servicios de Recursos Humanos, Administración, Tratamiento de datos y un Departamento de Comunicación, tanto interna como externa.

En España cuenta con una amplia presencia. Con siete fábricas, el grupo emplea a 3.777 personas, en Zaragoza, donde cuenta con dos plantas en Montañana y con una en La Cartuja, Navarra (Estella y Esquíroz), Santander y Vitoria, además de dos centros operativos

en Zaragoza y Huarte (Navarra) y su almacén central, el Centro Logístico PLA-ZA, desde donde BSH distribuye sus electrodomésticos al mercado español y portugués y exporta los fabricados en las plantas españolas.

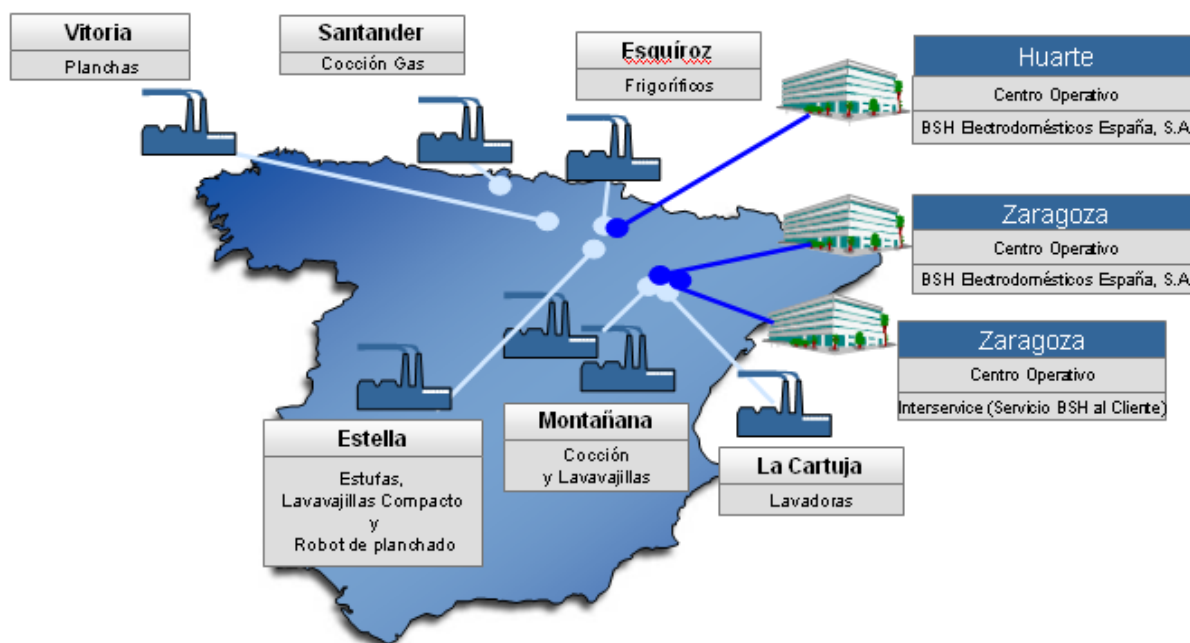


Figura 4: Localizaciones de BSH en España

En Zaragoza se encuentra también Interservice, su central del servicio al cliente que proporciona el soporte de servicio para todos los productos BSH a través de 346 centros especializados en toda España.

Los resultados del grupo BSH Electrodomésticos España en el ejercicio 2011 alcanzaron una cifra global de ventas de 1.439,9 millones de Euros. Las ventas en España ascendieron a 632,2 millones de Euros. El resto del volumen de facturación, 816,7 millones de Euros, corresponde a la cifra de exportaciones.

Con un 29,9% de participación de mercado en valor (datos sell-out según GFK, año 2011), BSH Electrodomésticos España encabeza el mercado español de electrodomésticos a través de sus marcas Bosch, Siemens, Gaggenau, Neff, Ufesa y Balay.



Figura 5: Marcas de BSH en España

Todas las plantas del Grupo en España han superado con éxito la auditoría medioambiental ISO 14001 y cuentan con los certificados de aseguramiento de la calidad ISO 9001. BSH Electrodomésticos España, que fabrica y comercializa aparatos de cocción, lavadoras, lavavajillas y frigoríficos, así como pequeños electrodomésticos, es centro de competencia en productos de bomba de calor, cocción a gas, inducción, lavado y planchado.

La innovación, la excelencia empresarial y el respeto por el medio ambiente son algunas de las bases sobre las que se asientan sus actividades; así, BSH España ha sido la primera empresa industrial que mayor número de solicitudes de patentes españolas ha presentado en el último periodo publicado por la Oficina Española de Patentes y Marcas en este país; por séptimo año consecutivo se encuentra entre los tres primeros. En 2011 el número de solicitudes ascendió a 123.

## **2.2- Fábrica Montañana**

Fundada en 1947, la empresa Industrias Radioeléctricas Balay S.A. se estableció en su actual ubicación de la Avenida de Montañana, en Zaragoza. Su Objeto Social era la fabricación y venta de reguladores de tensión y aparatos eléctricos. Con el paso de los años se fue centrando en la fabricación de aparatos electrodomésticos y llegó a ser una de las más importantes y avanzadas, en esta actividad, dentro del espectro industrial español.

En 1.988, iniciado el camino de la globalización mediante la formación de grandes Grupos Industriales que basados en las economías de escala comenzaron a



suministrar productos a los mercados de todos los continentes y que agrupando grandes redes de recursos humanos y técnicos para el Desarrollo de productos, procedentes de todas las fábricas y unidades integradas en ellos, comenzaron a diseñar aparatos utilizando sinergias y con una visión global de los mercados, BALAY S.A. –a la que pertenecía la Planta de Montañana, junto con la de La Cartuja- se integró en el Grupo BSHG (Bosch und Siemens Hausgeräte) hoy llamado BSH. También se integró en él la empresa Navarra SAFEL, con tres fábricas, y el conjunto tomó como razón social, después de algunos cambios, el nombre de BSH Electrodomésticos España S.A., perteneciente 100% a BSH. En la ubicación geográfica de Montañana (Zaragoza) se han especializado, asociadas a sus respectivas Divisiones de Producto, una fábrica de Lavavajillas y otra de aparatos de Cocción eléctrica (Hornos empotrables, y placas de cocinar por Inducción).



Figura 6: Vista aérea de la Factoría de Montañana

Ambas dentro del mismo conjunto de edificios y que comparten numerosos recursos y servicios, lo cual requiere una importante coordinación pero da lugar a significativas

sinergias; ambas se coordinan para definir y llevar a cabo su Misión y las acciones necesarias para alcanzar su Visión. Son lo que llamamos: las Plantas de Montañana.

En las Plantas de Montañana se fabrican aparatos de todas las gamas para comercializar bajo marcas: Bosch, Siemens, Neff, Gaggenau, Balay, Pitsos, Profilo, Teknik y otras.



Figura 7: Logotipos de las marcas fabricadas en la Factoría de Montañana

## 2.3- Almacenes de Montañana

La instalación sobre la que vamos a enfocar este proyecto es el almacén automático. Para comprender mínimamente la dimensión de los problemas que generan en la planta de Montañana las paradas y averías de este almacén, debemos tener una pequeña visión de los distintos almacenes que componen el lay-out de la planta, así como un pequeño flujo de materiales hacia las líneas de montaje.

Tengamos en cuenta que la planta que BSH tiene en Montañana es muy antigua, lo cual hace que su lay-out no sea el más conveniente. En la siguiente figura tenemos un plano de planta, en el que se especifica las distintas secciones y almacenes de la planta.

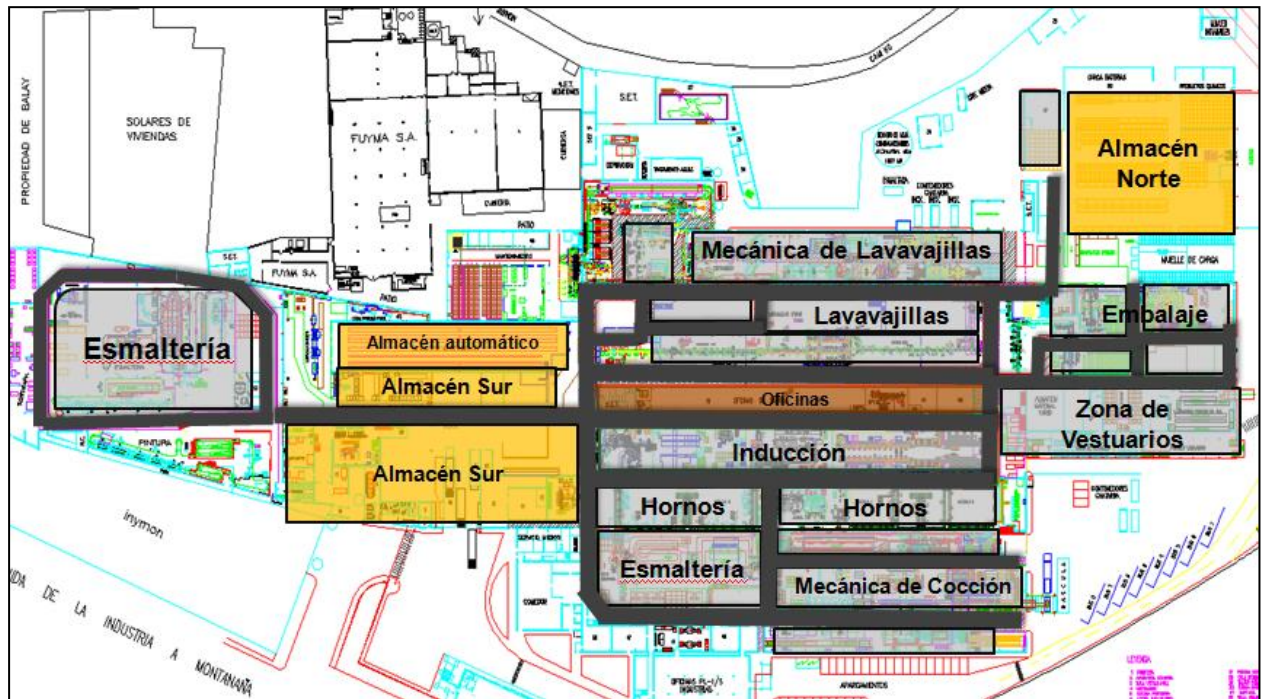


Figura 8: Lay-out de la planta de Montañana

Como se observa en la figura 8, la planta dispone de tres almacenes. Dos almacenes para entrada de materiales a fábrica (almacén norte y almacén sur) y un almacén caótico (almacén automático).

Los materiales que son recepcionados en el almacén sur se colocan en alguna de las playas que posee, para que posteriormente se trasladen directamente a las cadenas para ser consumidos, o sea el preparador de lotes el que coja el material para dejar preparado el lote de los modelos programados en el lanzamiento diario. Un gran porcentaje de materiales es introducido al almacén automático.

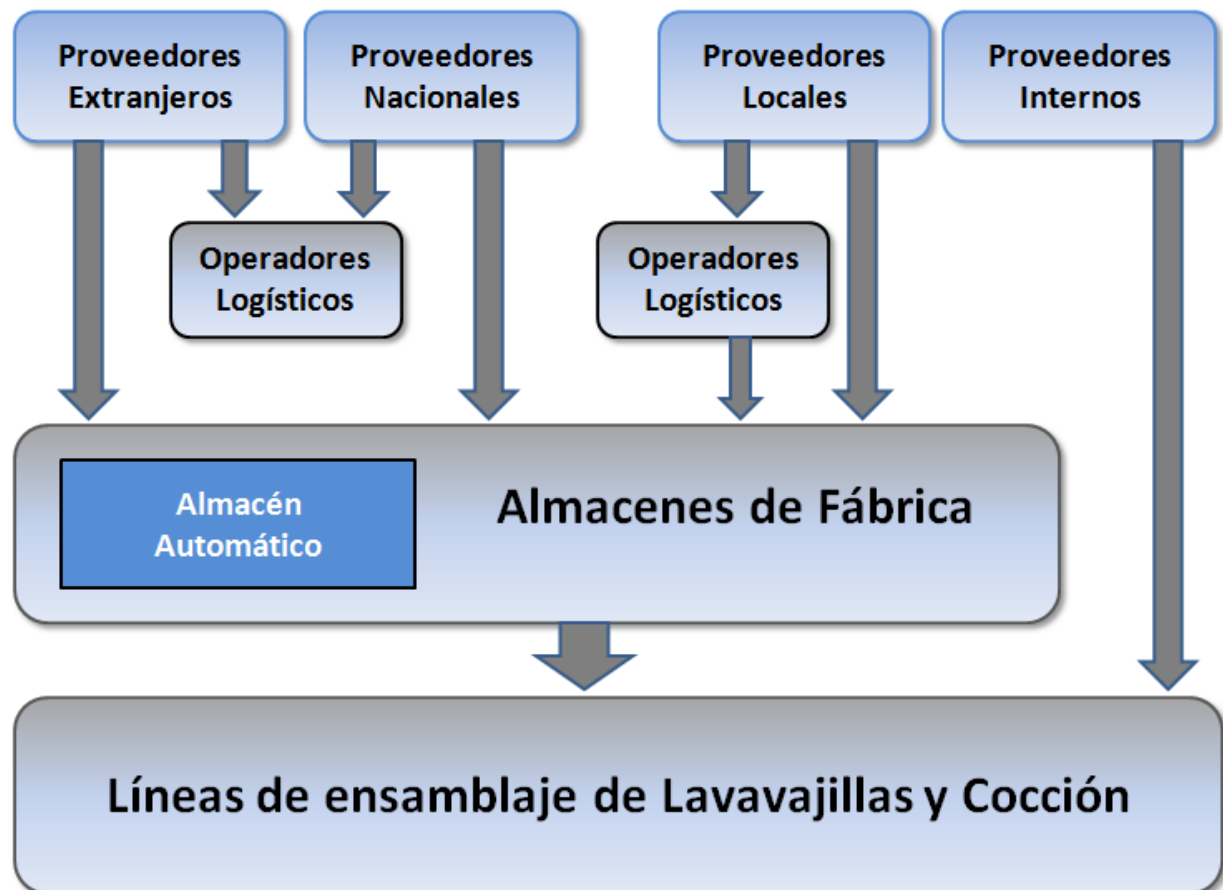


Figura 9: Flujo de materiales.

En almacén norte se recepciona, materiales para embalaje, dada su cercanía al la sección de embalaje final de producto. El elevado volumen de los pallets de estos materiales así como su rápido consumo hace que sea imposible su almacenamiento dentro del almacén automático. Otra gran parte de los materiales recibidos en este almacén es para el suministro a la línea de lavavajillas. La mayor parte de este almacén está destinado a materiales de esta sección. Y por último también hay una pequeña parte destinada a hornos.

Por último el almacén automático, como ya hemos dicho arriba, acumula principalmente materiales diferenciales de los diferentes modelos de encimeras, hornos y lavavajillas. Con materiales diferenciales me refiero a partes de los electrodomésticos que tienen muchas variantes para todos los tipos de aparato. Por ejemplo existen un gran número de referencias de relojes o botones, esos materiales son considerados diferenciales, mientras que de los elementos que forman la carcasa del aparato, suele haber tan solo una o dos referencia por gama de producto.

Aunque de estos materiales diferenciales se realiza una preparación previa por lotes en función del lanzamiento de la producción, no se suele tener preparado más de medio turno



de trabajo, con lo cual cualquier avería sufrida por este almacén no tarda en afectar a las producciones diarias, de ahí la importancia del buen funcionamiento del almacén automático.

Esta importancia del buen funcionamiento del almacén automático es lo que ha hecho que esta instalación sea considerada A, dentro de la clasificación realizada en BSH, que otorga distintos niveles de importancia para la implantación del sistema de gestión del mantenimiento TPM. En el anexo 0 se explican los niveles de clasificación de las instalaciones para la implementación del TPM. En la siguiente figura tenemos el listado de instalaciones pertenecientes a la sección de inducción, y su clasificación. Como vemos el almacén automático, aunque es una instalación compartida por las tres gamas de productos que se fabrican en Montañana, ha sido calificada dentro de las instalaciones de esta gama. La inclusión en esta gama ha sido meramente aleatoria.

#	Seccion	Denominación Maquina	TOTAL	Clasificación
IN-1	Pegados induccion	Celula pegado TOP	31	AA
IN-2	Pegados induccion	Celula pegado esteticas alto volúmen	29	A
IN-3	Pegados induccion	Celula pegado esteticas bajo volúmen	29	A
IN-4	Almacen	Almacen automatico	26	A
IN-5	Montajes induccion	Estaciones de prueba induccion	24	A
IN-6	Montajes induccion	Embalaje induccion	24	B
IN-7	Pegados induccion	Foaming	22	B
IN-8	Otros	Muelles de carga	20	B
IN-9	Montajes induccion	Utillajes de cierre induccion	19	B
IN-10	Montajes induccion	Elevadores y transporte aereo	18	B
IN-11	Montajes induccion	Montaje inductores	18	B
IN-12	Montajes induccion	Transporte de suelo y utillajes de lineas	15	C

Figura 10: Clasificación de las instalaciones de inducción.

## **2.4- Instalación de implantación del TPM: Almacén Automático**

La instalación en la que se realiza el estudio de implantación del TPM es el almacén automático. Se trata de una instalación muy antigua, que a lo largo de los años ha sufrido numerosas modificaciones y adaptaciones.

### 2.4.1- Características generales de la instalación.

El almacén tiene una superficie de 1125 metros cuadrados y una altura de 18 metros, repartidos en cuatro pasillos de almacenaje. Dos pasillos son para almacenaje de cajones pequeños, y los otros dos son para almacenaje de cargas sobre pallets europeos. La salida de cajones la compone una estrella que envía los cajones a la zona que han sido solicitados. Toda la instalación está monitorizada mediante ordenadores. Estos ordenadores se encuentran ubicados dentro de la oficina del almacén sur, a pocos metros del almacén automático.

En cada pasillo existe un transelevador automático, encargado de meter y sacar las cargas del almacén. Además existe un circuito de rodillos para trasladar las cargas desde los transelevadores hasta los puntos de salida y viceversa.

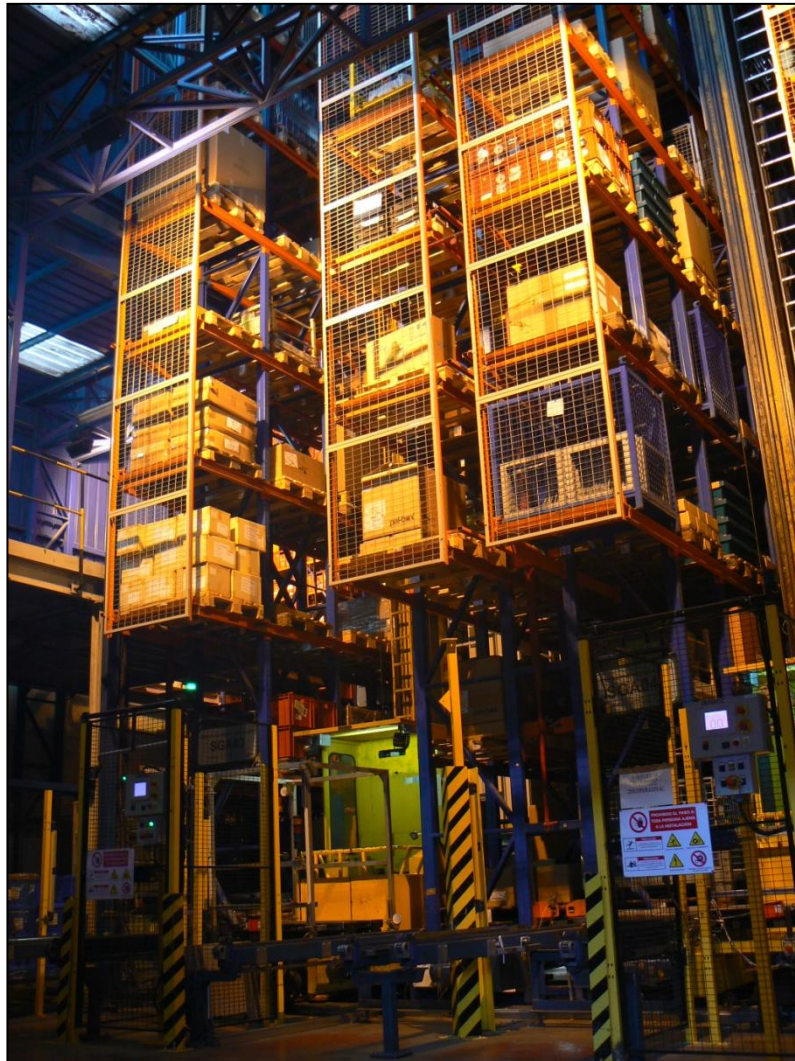


Figura 11: Vista general del almacén automático

La salida de los dos pasillos pequeños es completamente automática hasta el punto de recepción. En el caso de los pasillos destinados al almacenaje de pallets, las cargas solo se sacan hasta la cabecera del almacén, después son trasladadas mediante carretilla eléctrica hasta los puntos de destino de la fábrica. Antiguamente el propio almacén disponía de carros automático que trasladaban los pallets hasta esos puntos. Cuando las producciones de la fábrica se incrementaron notablemente, durante la primera década del siglo, estos carros fueron sustituidos por la carretilla eléctrica, debido a que sus desplazamientos eran demasiado lentos.

En la siguiente figura podemos ver un plano/esquema de la instalación. En ella se observan cómo están distribuidos los cuatro pasillos y la salida de cajones.

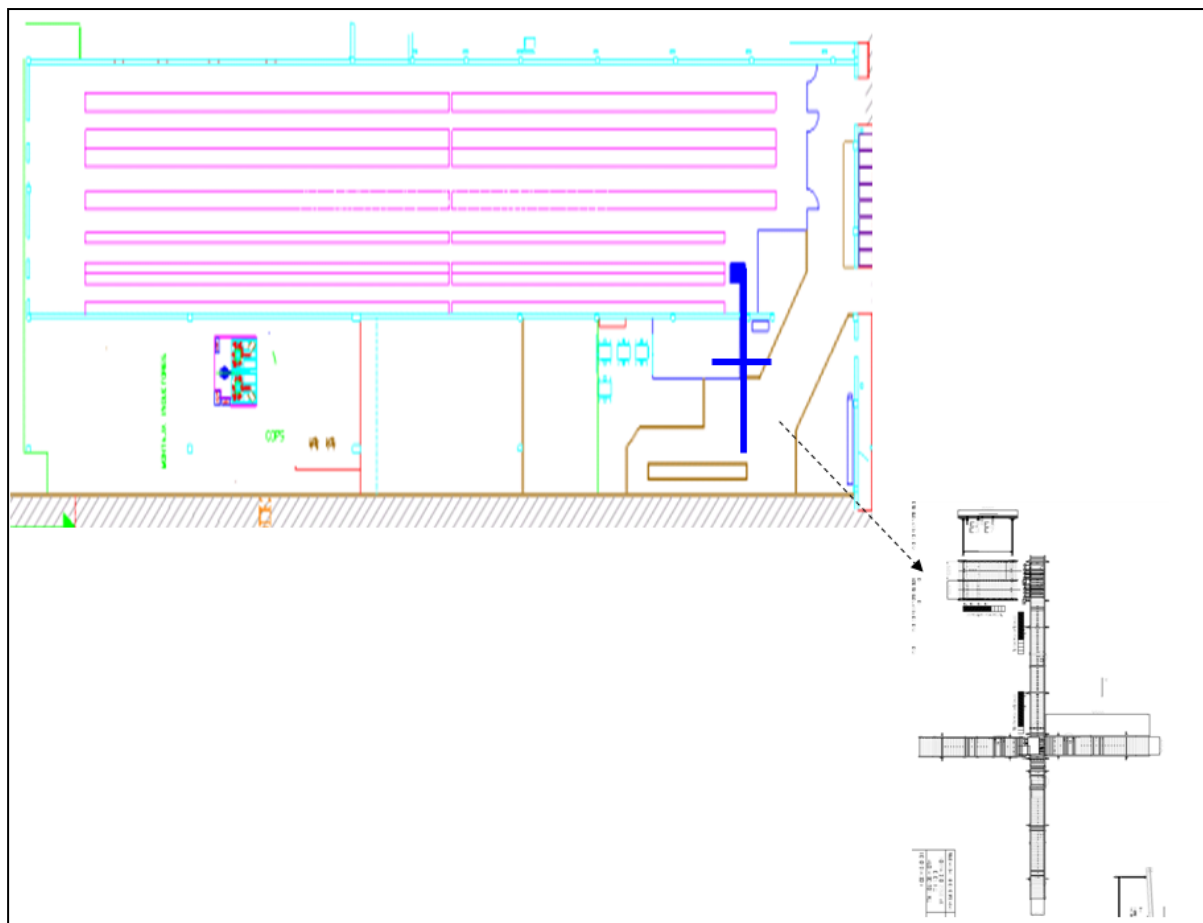


Figura 12: Plano del almacén automático

**Pasillos 1 y 2**

Estos dos pasillos son gemelos están diseñados para el almacenaje de cajones de pequeño tamaño. En estos momentos se introducen en él dos tipos de embalaje. Cajones rojos de tamaño 600x400x320 mm y, cajones grises de 400x300x120 mm. Cada pasillo tiene la capacidad de almacenaje de 3876 cajones rojos repartidos a ambos lados del pasillo y a 12 alturas y, de 1140 cajones grises, también distribuido a ambos lados y a 4 alturas.

El peso máximo que pueden trasladar estos dos pasillos es de 45 Kg, pero dentro de la planta de Montañana por razones ergonómicas el peso máximo de los cajones es de 15 Kg por caja.



Figura 13: Cajones para pasillos 1 y 2

**Pasillos 3 y 4**

Estos dos pasillos son gemelos entre sí. Se utilizan para cargas sobre pallets de tamaño europeo (Europallets). La medida de estos pallets es de 1200x800 mm. La capacidad de cada uno de estos pasillos es de 1277 pallets repartidos a ambos lados del pasillo y a 10 alturas.



La altura máximo que pueden alcanzar los pallets es de 120 mm, y el peso máximo de 550 Kg.



Figura 14: Pallet europeo

### Transelevadores

En cada uno de los cuatro pasillos que componen el almacén disponemos de un transelevador para el movimiento de las cargas. Los transelevadores de los pasillos 1 y 2 son iguales entre sí, y pueden transportar dos cajones en cada viaje. Los transelevadores de los pasillos 3 y 4 también son iguales entre sí, estos solo tienen capacidad para transportar un solo pallet en cada desplazamiento.



Figura 15: Transelevador

**Salida de cajones.**

La salida de cajones está compuesta por un circuito de rodillos con tres destinos diferentes. Un destino es para la sección de hornos, otro compartido para las secciones de lavavajillas y para la de inducción, y por último una salida para chequeo e inspección para el personal controlador del almacén automático. Además por la parte de debajo de esas salidas, tenemos su correspondiente carril de entrada de cajas. En la siguiente figura podemos ver una fotografía de esta parte de la instalación.



Figura 16: Salidas de cajones

**2.4.2- Sistema de comunicación de la instalación.**

El almacén automático consta de cuatro pasillos. Como dispositivos físicos de transporte cada pasillo dispone de un transelevador, dos transportadores en línea para las entradas y dos transportadores en línea para las salidas. De cada línea de transportadores, sólo uno de ellos sirve de interface con el transelevador.

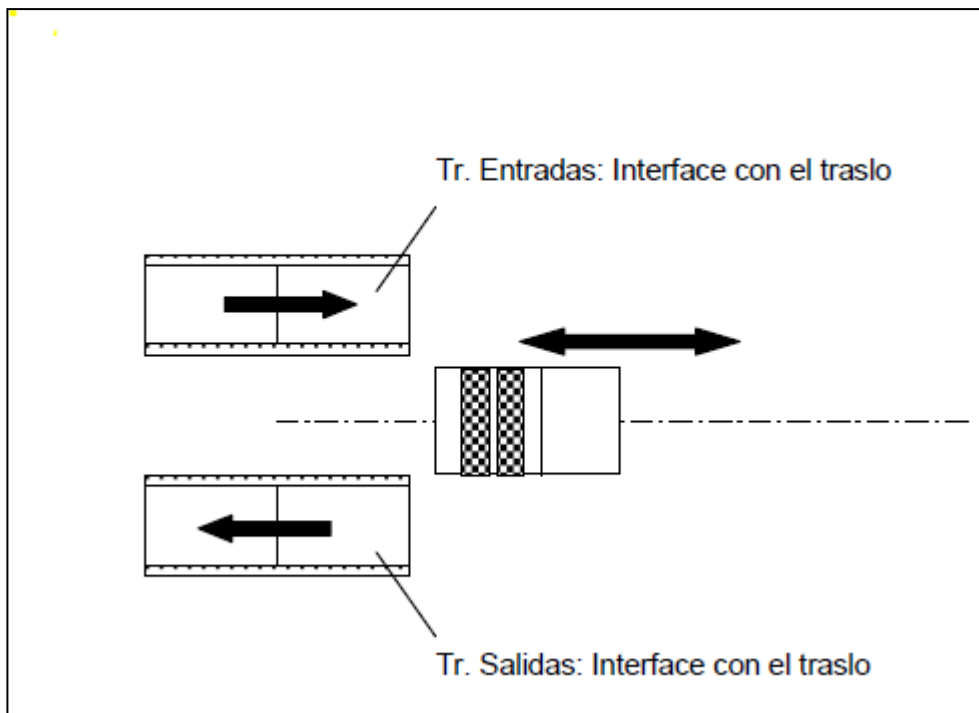


Figura 17: Esquema de comunicaciones

Como dispositivos lógicos para el control de los movimientos se implementan 3 subsistemas:

- RD: para el control de los transelevadores.
- PLC S7 de manutención: para el control de los transportadores de E/S.
- SGA: como interface entre el almacén y el resto del sistema informático de la planta.
- PLC S5: para el control del circuito de manutención de cajas.

RD se encarga del control central de los transelevadores, y es la interface entre ellos y el resto de sistemas lógicos que controlan el almacén. Tiene una conexión física por ethernet con el PLC de manutención y otra conexión por ethernet con el sistema de gestión del almacén (SGA). La conexión de RD con los traslos se hace vía radio.

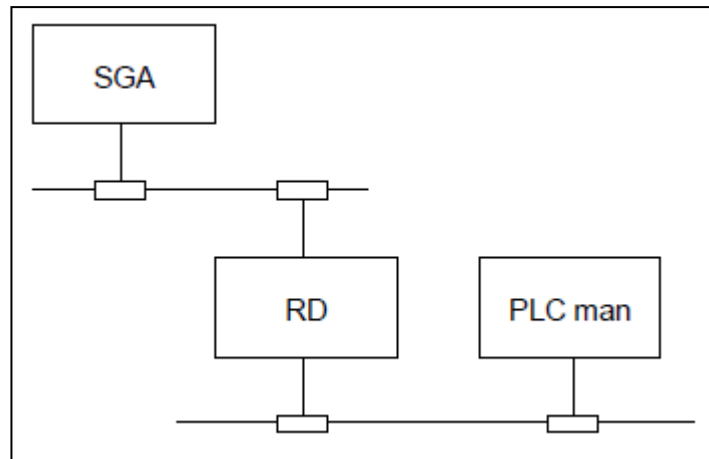


Figura 18: Sistemas controladores

El PLC de mantenimiento controla el movimiento de los transportadores de entrada/salida de los pasillos. Tiene una conexión física por ethernet con RD, y está conectado a entradas/salidas digitales para el control de los transportadores.

SGA es la interface entre el almacén y el resto del sistema informático de la planta (SAP).

RD es una aplicación monousuario desarrollada en Visual Basic 6.0, a partir de componentes ActiveX residentes en la misma máquina, también desarrollados en Visual Basic 6.0, y que se ejecutan en subprocesos independientes (subproceso por objeto). La interfaz de usuario se ejecuta en el módulo EXE principal de la aplicación, e interfiere de manera mínima en el proceso del resto de subprocesos.

Funcionalmente, es el dispositivo lógico que se encarga del control de los transelevadores de cada pasillo, y es la interface entre ellos, el SGA y el PLC de mantenimiento.

### Flujo de datos RD con SGA

RD obtiene de SGA información de las paletas pendientes de ser ubicadas/extraídas.

- Ubicaciones: SGA envía a RD la matrícula de la paleta y la casilla en la que debe ser entregada.
- Extracciones: SGA envía a RD la matrícula de la paleta y el destino (puesto que ha solicitado la paleta).

Con estos datos, RD crea una orden que define el movimiento que debe realizar la paleta y la guarda en cola. Cuando el transelevador que opera en el pasillo asociado a la paleta está disponible, le envía la orden, hace el seguimiento de la misma, e informa de sus eventos al sistema de gestión. Los informes que RD lanza a SGA son:

- Traslo ha cargado en un transportador de entrada. Solicita datos paleta.
- Orden finalizada OK
- Orden finalizada con error
- Orden finalizada en manual
- Orden borrada
- Estado del pasillo
- Estado de los transportadores

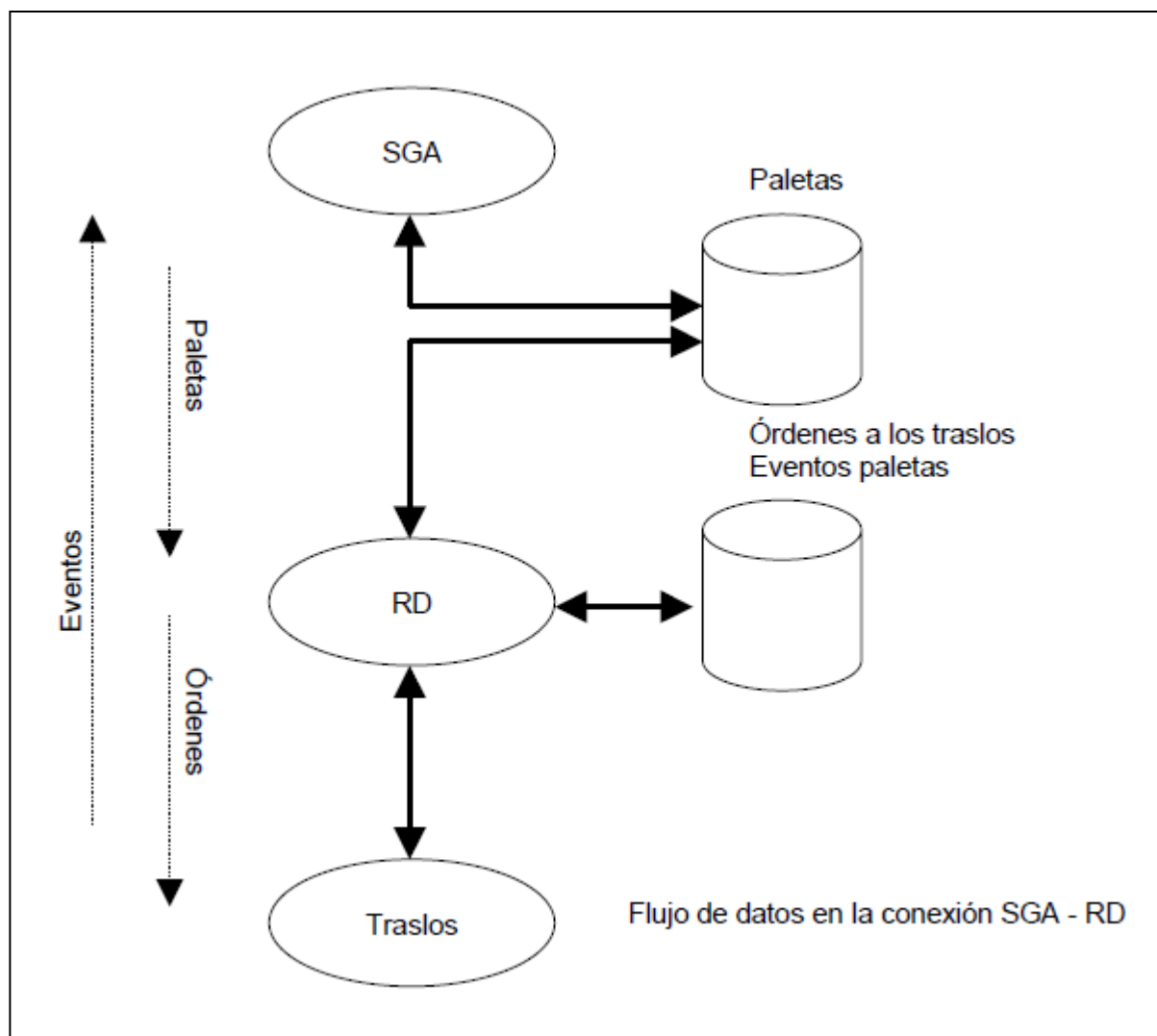


Figura 19: Flujos de información

### Flujo de datos RD con PLC

RD obtiene del PLC de manutención el estado de los transportadores de interface con los traslos. Cuando recibe una presencia en alguno de los transportadores de entrada, crea una orden para que el transelevador que opera en el pasillo recoja la paleta. En los movimientos de salida, cuando una paleta es entregada por el traslo al transportador de salida del pasillo, RD pasa al PLC de manutención los datos de la paleta.

- Transportador de entrada: PLC informa a RD de la presencia de una paleta
- Transportador de salida: RD informa a PLC de la matrícula y destino de la paleta que el traslo deposita.

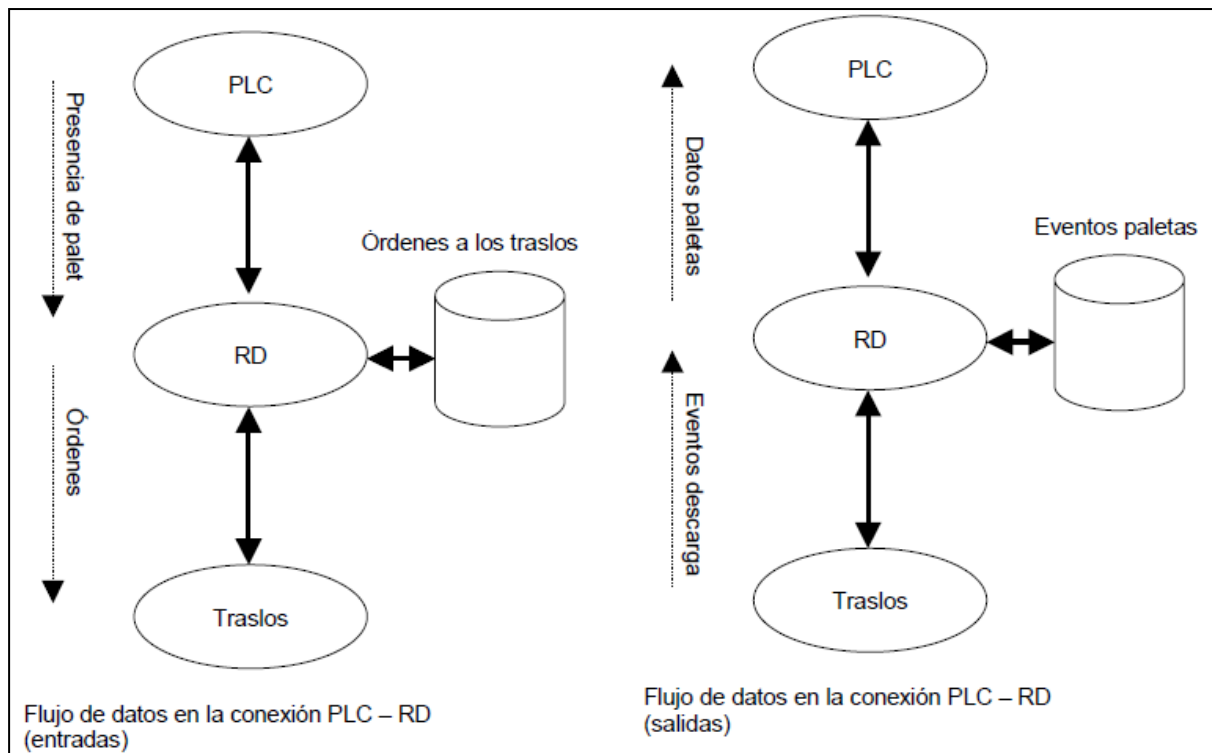


Figura 20: Flujos de datos

Para una descripción más detallada de estos procesos acudir al anexo 1.

**PROCESO DE ENTRADAS**

1. Llega una caja al transportador previo al primero que se pasa al PLC S7 de manutención.
2. Por interconexiones digitales entre el S5 y el PLC S7 se realiza la transferencia de la caja del sistema de manutención del S5 al nuevo.
3. Cuando la caja llega a la posición dónde está colocado el lector de códigos de barras, el PLC MANUT lee el código de barras.
4. El PLC MANUT informa a RDC de la lectura de la etiqueta de la caja.
5. RDC informa a SGA de esa lectura y espera destino para esa etiqueta.
6. SGA manda el hueco destino dentro del silo o rechazos para esa caja. En el caso de rechazos se da orden al traslo que pase la caja de la mesa de entradas a la salida (a definir si a superior o la inferior), directamente. Por razones de flexibilidad el nuevo traslo (lo hacemos a nuestra medida), se envían todos los rechazos a través del traslo 2 modificado en la primera etapa. Para mantener compatibilidad con el SGA, en un intento de simplificar la modificación, no se enviarán desde RD los finales de orden de los rechazos, tal y como hace ahora el S5. SGA no precisa de esta información. Las ordenes a rechazos son de tipo ubicación pero con destino la mesa de salida.
7. RDC envía ese destino para la caja al PLC MANUT (P, Z, X, Y, ETIQUETA)
8. El PLC MANUT avanza la caja y va pasando esos datos a cada posición que va alcanzando la caja.
9. RDC tiene información almacenada por tanto de 5 cajas máximo. La del escáner, las de las POS 4 y 5 y las del traslo. Se trata de que haya que sincronizar el menor número posible de datos en distintas máquinas si ocurriese un decalaje o alteración de datos.
10. Cuando la caja llega a las mesas de entrada al pasillo, el PLC informa de la presencia de nueva caja, y RDC asocia la primera o segunda caja de las que tiene en cola según corresponda
11. Cuando el PLC de MANUT. ve una caja en POS5, espera un tiempo a ver si aparece una caja en la posición 4, para enviar una orden doble al traslo. Al cabo de este tiempo, sino aparece la otra caja, se envía una orden simple. Entenderemos por orden doble, aquella que implica 2 cargas antes de efectuar una descarga, es decir, el traslo está al menos una vez con las 2 horquillas ocupadas.
12. RDC envía la orden al Traslo 2 y en una primera etapa, escribe en el PLC S5 en la misma zona dónde escribía el propio S5, los datos de la orden para el Traslo 1 el PLC S5, se encargará via SINEC L1, al traslo 1.
13. Cuando los traslos completan las ordenes, RDC le envía el fin de orden al SGA.
14. En caso de que una de las 2 cajas dé hueco lleno, se envía a SGA, cual es y se espera reubicación

## PROCESO DE SALIDAS

1. SGA manda una orden de salida para 1 SOLA caja.
2. RDC envía la orden al Traslo 2 y en una primera etapa, escribe en el PLC S5 en la misma zona dónde escribía el propio S5, los datos de la orden para el Traslo 1 el PLC S5, se encargará via SINEC L1, al traslo 1.
3. Cuando los traslos completan las ordenes, RDC le envía el fin de orden al SGA.
4. PLC MANUT envía estado mesas salida, para que RDC informe a SGA. (Disponible, Ocupada, Avería).
5. No existe destino de salida que comunicar al PLC de manutención.
6. En caso de que una de las palas de hueco vacío al ir a sacar del silo, se informa a SGA y esa parte de la orden (si es doble o entera si es simple) se da como abortada, es decir RDC y traslo se olvidan de ella. Luego SGA decidirá o no enviar una nueva orden sustitutiva.
7. RD debe tener en cuenta para el traslo 1 que no admite salidas a distintas plantas en la misma orden, esta limitación debe ser mantenida hasta su remodelación.

### 2.4.3- Seguridades.

Esta instalación se planificó según los últimos avances tecnológicos y es seguro en el servicio. Sin embargo, de esta instalación pueden provenir peligros, si está manejada por personal sin formación, para fines inadecuados o no conformes a lo prescrito.

#### Seguridades pasivas para personas

El almacén automático está rodeado en la parte delantera y trasera, por un vallado que no permite el paso de personas.

#### Seguridades activas para personas

-Paros de emergencia

Paros de emergencia, situados en la puerta del armario y en la cabina del traslo. Al activarlos abren el circuito de seguridad del traslo.

-Cierres de seguridad

Los cierres de seguridad están situados en las puertas delanteras y traseras de acceso al pasillo. Cuando se abre una de estas puertas se quita tensión a la línea de alimentación del traslo.

#### Seguridades pasivas de máquina

-Topes traslos



En cada pasillo hay situados dos topes mecánicos anclados al suelo, uno al principio de pasillo y otro al final. Su función es, impedir, en caso de un mal funcionamiento, que el traslo se salga fuera de la vía.

**-Paracaídas**

Este sistema controla que la velocidad de la cuna no pase de una velocidad límite, solo cuando baja. Cuando se excede la velocidad, se bloquea la cuna mecánicamente y no se puede mover hacia abajo. Cuando se activa el paracaídas, se abre el circuito de seguridad y salta una alarma. Para quitar el fallo hay que pasar a modo manual, mantener pulsado el BYPASS, rearmar la avería y subir la cuna.

**Seguridades activas de máquina**

**-Sobrerrecorridos**

Para controlar que el traslo no sobrepasa los límites superior e inferior del pasillo, tanto en traslación como en elevación, se ponen estos micros. Cuando se activa algún sobrerrecorrido, se abre el circuito de seguridad y salta una alarma. Para quitar el fallo hay que pasar a modo manual, mantener pulsado el BYPASS, rearmar la avería y moverse en sentido contrario al que ha saltado el sobrerrecorrido.

**-Detección Cables flojos**

Este sistema controla que siempre halla tensión en la silga que aguanta la cuna. Cuando se activa el sistema de cables flojos, se abre el circuito de seguridad y salta una alarma. Para quitar el fallo hay que pasar a modo manual, mantener pulsado el BYPASS, rearmar la avería y subir la cuna.

**-Detección gálibo**

Detección de que una caja sobresale lateralmente de la cuna, para que cuando el traslo se está moviendo en traslación o elevación no exista la posibilidad de que la caja se atasque en la estantería.

## **2.4.4- Pantallas de control.**

En cada pasillo disponemos de una pantalla táctil para el control del traslo correspondiente. En ella podemos tener acceso a los siguientes datos.

- Situación actual del traslo
- Destino de la orden
- Modo de funcionamiento
- Texto del estado en el que se encuentra el traslo
- Ultima alarma aparecida (este campo aparecerá en todas las pantallas de la TP)

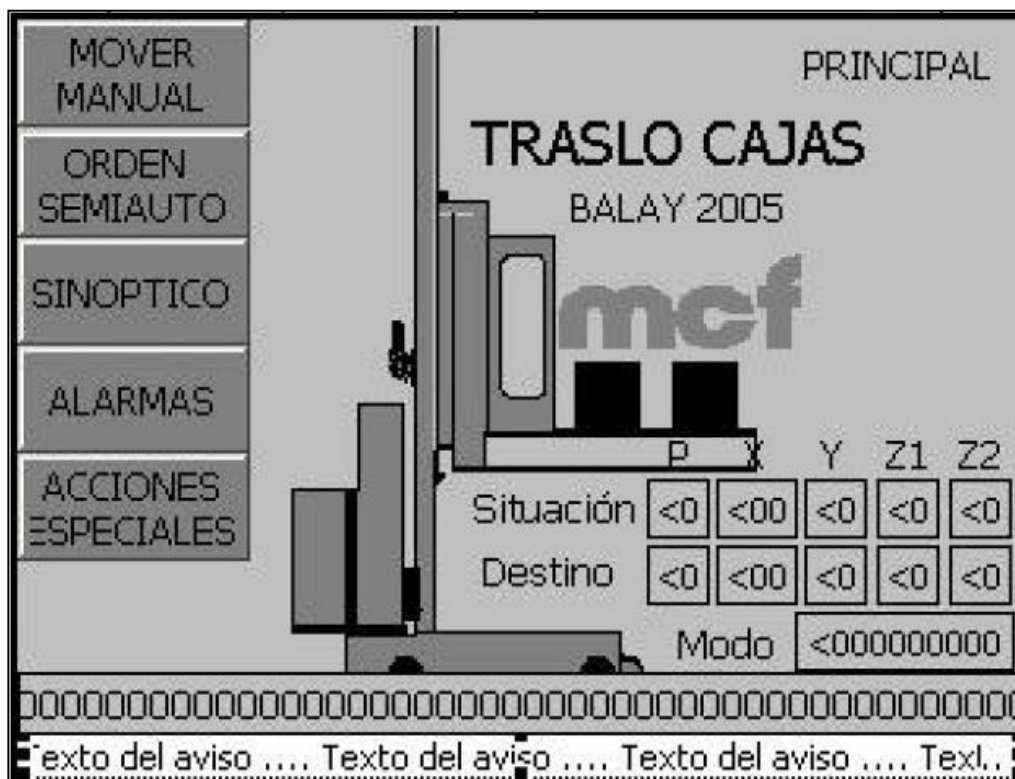


Figura 21: Esquema de la pantalla de control



Figura 22: Imagen real de la pantalla de control

**TPM**

### **3- TPM**

En el concepto en el que se desarrollan en la actualidad los procesos de producción, con una exigencia cada vez mayor de eficiencia y calidad, resulta obligado plantearse cómo obtener mejoras partiendo de la optimización del mantenimiento.

La búsqueda de la competitividad de la empresa en el mercado actual nos va a llevar sin duda a un replanteamiento del sistema vigente de gestión del mantenimiento. La competitividad no se alcanzará sin una correcta gestión de la producción y a la vez del mantenimiento de sus equipos, para alcanzar los objetivos de calidad, productividad y rendimiento.

Todo esto ha dado lugar al desarrollo e implantación del TPM, nacido en Japón en el seno del JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), que en la actualidad es una organización dedicada a la investigación, consultoría y formación de ingenieros de plantas productivas

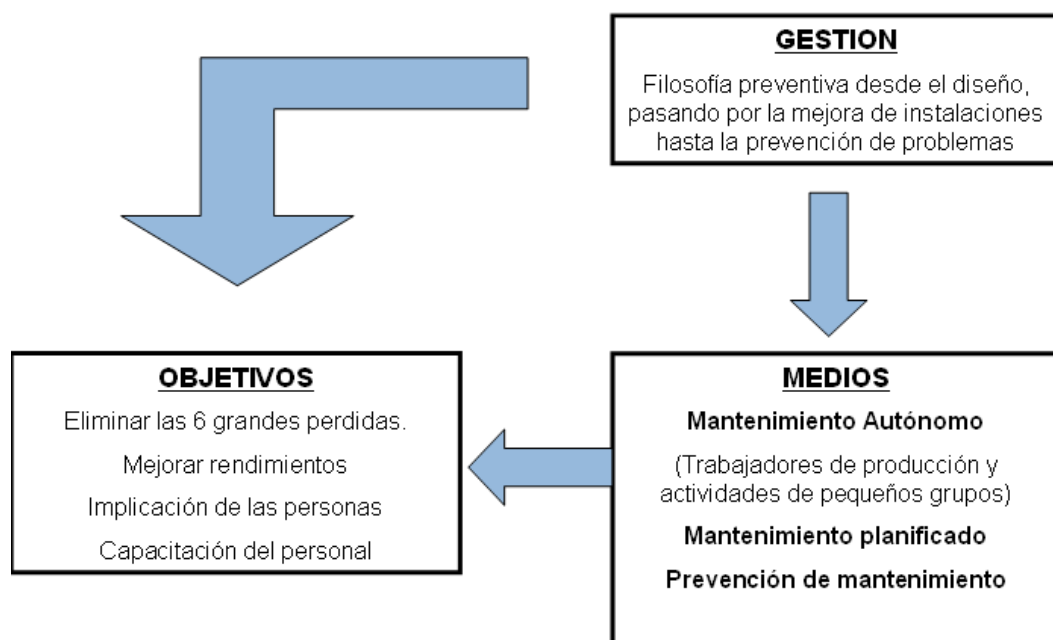


Figura 23: Ciclo de gestión TPM

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y pronto pasó a formar parte de la cultura corporativa de las empresas que lo implantaban.

La eficacia del TPM, en buena medida consiste en obtener una alta disponibilidad y fiabilidad en las instalaciones, reduciendo además costes, apoyándose para ello en el Automantenimiento, que implica al personal de fabricación en las tareas básicas

de mantenimiento y en las técnicas de mantenimiento programado y subcontratación de tareas especiales.

Únicamente con máquinas y dispositivos fiables se puede conseguir una producción industrial fiable.

Ya desde el principio el TPM produce algunos efectos de gran alcance relacionados con diferentes aspectos de la empresa:

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Productividad:</b> Mayor capacidad de las máquinas, mayor disponibilidad, reducción de las paradas y de las averías de maquinaria</li> <li>▪ <b>Calidad:</b> Mejora de la capacidad del proceso Reducción de la mala calidad Reducción de quejas del cliente</li> <li>▪ <b>Costes:</b> Reducción de los costes derivados de averías y deterioros Menor consumo de piezas de repuesto Desperdicios y mantenimiento menores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Entrega:</b> Existencias reducidas Mayor eficacia en la entrega</li> <li>▪ <b>Seguridad / medio ambiente:</b> Menos accidentes Menor contaminación Ahorro en material y energía</li> <li>▪ <b>Motivación de los trabajadores:</b> Los trabajadores se responsabilizan de sus máquinas, mayor número de propuestas de mejoras, fomento del trabajo en equipo, moral del trabajador más alta</li> </ul>
--	---

Figura 24: Efectos del TPM

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones *cero averías* y *cero defectos*, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción *justo a tiempo* y la automatización controlada de las operaciones.

El TPM trata de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que pueda optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas.

El TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos, todo lo cual incluye los siguientes 5 objetivos:

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar con éxito el objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan los objetivos de cero averías, cero defectos y cero accidentes.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Como podemos observar, su aplicación se basa en el mantenimiento realizado desde el puesto de trabajo, o Mantenimiento Autónomo, que será por tanto objeto de atención especial en este proyecto, y que supone actividades de limpieza, conservación y prevención de problemas, averías y errores llevadas a cabo por los propios operarios de producción.

La puesta en marcha en práctica del TPM con la participación de todos los empleados es una de las claves del éxito. Para ello, la dirección debe apoyar activamente la implicación de sus trabajadores en el proyecto TPM mediante actividades de mejora en pequeños grupos que promuevan la responsabilidad individual y el respeto mutuo en el grupo y en la organización general. Es sumamente importante ofrecer al personal oportunidades reales de desarrollo personal y profesional que estimularán el compromiso y la colaboración de los empleados.

El TPM pretende desarrollar tanto la empresa como las personas y fuerza a un cambio fundamental en la mentalidad de dirigir una empresa: pasamos de una dirección tradicional, en mayor o menor medida autoritaria, a una dirección verdaderamente participativa.

Apoyaremos nuestro proyecto en una estructura organizativa que denominaremos Casa del TPM (Figura 25)

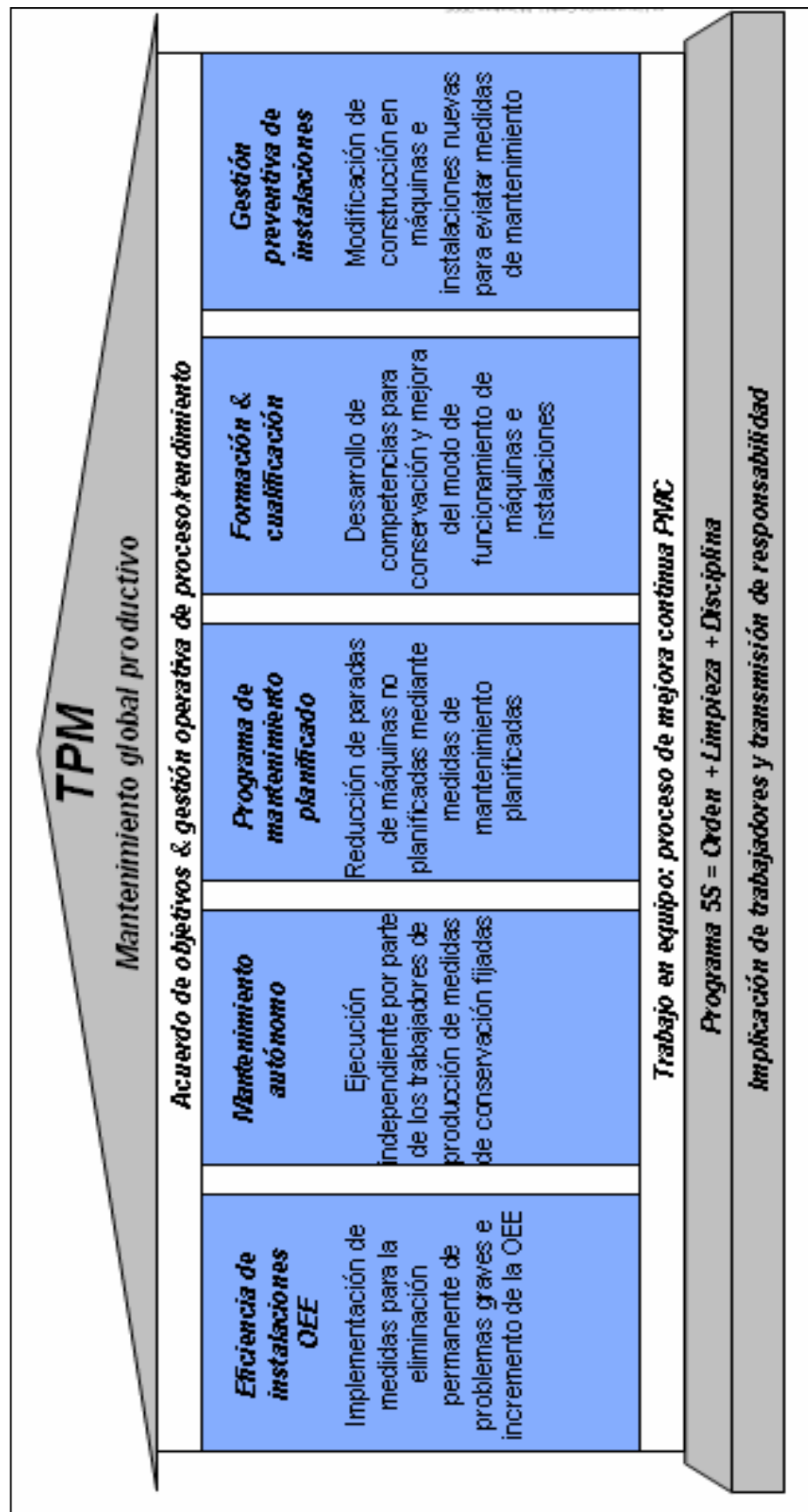


Figura 25: Estructura organizativa TPM

Tal y como vemos en la casa del TPM la implantación del TPM en la sección de pegados estará estructurada en 5 pilares fundamentales:

1. *Eficiencia de instalaciones*
2. *Mantenimiento autónomo*
3. *Programa de Mantenimiento previsto*
4. *Formación y cualificación*
5. *Gestión preventiva de los dispositivos*

A continuación se describen las características de cada uno de los puntos anteriores para establecer unas bases teóricas y técnicas que nos permitan implantar de la manera más eficiente el proyecto.

### **3.1- Indicadores Productivos**

Aunque por lo general basta con una profunda observación para poder enjuiciar la situación de una empresa, es necesario tener un control más metódico y gráfico que traduzca todo lo observado a números (coste, unidades producidas, tiempos, etc.) y a gráficas que nos muestren la evolución que tienen nuestra fábrica y nuestros equipos. Todo eso se hace, sin duda, a través de indicadores, índices y gráficos de control.

Este pilar del proyecto está encaminado al tratamiento de la información recopilada durante la gestión productiva, a través del desarrollo y cálculo de indicadores.

Definiremos un indicador como un ratio, una relación de dos dimensiones cuantificadas que pueden ser de naturaleza diferentes pero ligadas entre sí.

Para conocer hasta qué punto es necesaria una actuación decidida en este sentido, o hasta qué punto la actuación que se ha llevado a cabo ha tenido como fruto una importante mejora de la eficiencia global y de los componentes del sistema, es muy conveniente disponer de elementos que nos permitan medir dicha eficiencia.



Será conveniente definir una magnitud que englobe a otras que permitan conocer aspectos relevantes de la eficiencia del equipo. Estas últimas vendrán representadas por la disponibilidad, la efectividad y la calidad.

Estas magnitudes se medirán por medio de coeficientes que harán referencia a los conceptos de tiempo requerido para trabajar, tiempo que realmente está operativo el equipo, tiempo que a pesar de estar operativo, puede no estar produciendo, o bien hacerlo a una velocidad inferior a la esperada y también a la calidad del output o producto resultante del proceso productivo.

Como puede deducirse fácilmente, cada uno de estos coeficientes hace referencia directa a una de las seis grandes pérdidas, que ese describen a continuación.

### 3.1.1- Las Seis Grandes Pérdidas

#### Averías en los sistemas productivos

Provocan tiempos muertos en el proceso por paro total del mismo debido a problemas que impiden su buen funcionamiento. Este tipo de incidencias podemos clasificarlas en dos grupos esporádico o crónico. Estos últimos son los que surgen a lo largo del tiempo, una y otra vez, ello redundando no solo en pérdidas de tiempo, sino también, por supuesto, en pérdidas del volumen de producción que podría haberse llevado a cabo. Dentro de este tipo de avería que se repite periódicamente se pueden hacer dos subgrupos que serían:

- Averías con pérdida de función.

Se caracteriza porque la instalación pierde súbitamente alguna de sus funciones fundamentales y se para por completo. Suele ocurrir de manera inesperada, en forma de fallos repentinos y drásticos, dando lugar a pérdidas claras y urgentes de solucionar

Las averías con pérdidas de función dan lugar a pérdidas esporádicas con un coste económico inicial alto. Sin embargo, los problemas esporádicos son visibles y tienen, generalmente, una causa clara y concreta, y por tanto es relativamente fácil actuar contra ellas.

- Averías con reducción de función

Las averías con reducción de función se producen sin que el equipo deje de funcionar, pero el deterioro sufrido por el equipo o partes específicas del mismo hace que rinda por debajo de lo previsto.

Las averías con reducción de función suelen descuidarse o pasar desapercibidas, ya que no son fáciles de evaluar. Normalmente las averías con reducción de función están causadas por defectos ocultos, bien en la instalación o en los métodos utilizados. Se entiende por defectos ocultos aquellos que permanecen sin ser detectados y sin tratamiento.

### **Preparaciones y Ajustes**

Son un tipo de pérdidas necesarias debido a la diversidad de modelos de fabricación, que nos demanda la sociedad actual. Debido a la cantidad de variantes que nos obliga la alta competencia en el mercado, nos lleva a utilizar un gran número de utillajes y herramientas, con sus correspondientes ajustes necesarios.

Por ello es necesario reducir al mínimo el tiempo invertido en todo ello; en esta dirección se han desarrollado en los últimos años diversas técnicas, los sistemas RTS (Rapid Tool Setting), entre los que destacan las denominadas técnicas SMED (Single Minute Exchange Die), cuyo objetivo es la ejecución de la preparación completa, por lo que se refiere al tiempo en el que el equipo permanece parado, en un tiempo que se refiere al tiempo en el que el equipo permanece parado, en un tiempo inferior a 10 minutos ( Single minute).

Las operaciones de preparación de las máquinas para acometer una nueva actividad de producción suponen un conjunto de operaciones que deben realizarse a máquina parada, junto a otras que se realizan fuera de las mismas y que pueden llevarse a cabo a máquina en marcha. El tiempo consumido a máquina parada es el objetivo básico de reducción. Durante el total del tiempo invertido en cualquier cambio se realizan diferentes tareas que se pueden dividir en tres:

- Preparación de los utillajes
- Montaje de útiles
- Ajuste de máquina

La clave de las técnicas SMED y sus espectaculares logros se basa en solapar tres tipos de acciones

- Minimizar la cantidad de operaciones a máquina parada y convertir la mayor cantidad de estas que sea posible en operaciones a máquina en marcha.
- Reducir los tiempos de las operaciones de preparación, muy especial las se llevan a cabo a máquina parada, las operaciones de fijación y ajuste, en particular, pueden ser objetivo de importantes reducciones de tiempo.
- Simultanear operaciones no necesariamente secuenciales. Es decir, todas aquellas operaciones que se pueden efectuar a la vez, no deben esperar.

La clave estará pues en dividir la preparación en operaciones externas (que se realizan a máquina en marcha) y operaciones internas (que se realizan a máquina parada), tratando de convertir, siempre que sea posible, operaciones internas en operaciones externas.

Un aspecto especialmente importante es la reducción de los tiempos de operaciones a máquina parada, correspondientes a la realización de ajustes. Para avanzar en este objetivo puede operarse de acuerdo con las siguientes etapas:

- Clasificar las razones por las que debe hacerse un ajuste.
- Determinar si el ajuste es necesario o Inevitable
- Determinar la naturaleza del ajuste y los principios en que se basa.
- Determinar las causas que han originado la necesidad de ajuste
- Decidir si el ajuste es definitivamente evitable o no, y actuar.

### **Tiempo en vacío y paradas cortas,**

Este tipo de pérdidas hacen referencia a periodos de funcionamiento en vacío (sin producción) y a paradas breves, también conocidas como cortes de aire; en los tiempos de vacío la máquina opera, pero lo hace sin efectuar la producción de pieza alguna, debido a un problema temporal.

Este tipo de pequeños problemas pueden impedir la operación eficiente del equipo y son muy comunes en plantas con un fuerte nivel de automatización.

Su reducción a cero es imprescindible para mantener una producción automática en flujo continuo.

Este tipo de pérdida debe tenerse muy en cuenta, principalmente al automatizar líneas productivas ya existentes y, por supuesto, en el diseño de las de nueva creación, puesto que son fallos previsibles y en general solucionables de forma automática, pero que pueden provocar pérdidas de producción y rechazos de producto considerables. Sin lugar a dudas, el primer paso para la reducción de las paradas breves es centrar la atención en la eliminación de los pequeños problemas del equipo, a traves de una limpieza inicial diaria y operaciones básicas de mantenimiento e inspección propias del mantenimiento autónomo.

La consecuencia inmediata de la existencia de paradas breves es:

- Caídas en la capacidad y por tanto productividad de los equipos
- Disminución del número de maquinas o equipos que puede llevar un mismo trabajador.
- Posible aparición de defectos

Las paradas breves, que como hemos dicho anteriormente están relacionadas fundamentalmente con las líneas automatizadas, pueden ser el resultado de los problemas y causas que a continuación enumeramos.

Problemas relacionados con el transporte de materiales:

- Producidos por atascos, enganches o caídas de materiales, así como mezclado incorrecto de piezas o insuficiencia de las mismas; la alimentación también puede dar lugar a problemas cuando es inadecuada, lenta, insuficiente o excesiva; finalmente, errores en las inserciones también pueden incluirse en esta categoría de problemas.

Las causas que pueden dar lugar a estos problemas son:

- Referidas al material o producto, defectos dimensionales, de forma o visuales en todas o algunas piezas (en este caso normalmente mezcladas con las demás).
- Relacionadas con el sistema de transporte o alimentación, elementos de transporte (cinta transportadora, canal cadena, empujadores, etc.).
- Causas relacionadas con el alimentador, tales como su forma o medidas

- Finalmente pueden estar relacionadas con el control de la posición del material.
- Problemas relacionados con las operaciones de producción, montajes; las principales causas de este tipo de problemas son: deformaciones y falta de precisión en las medidas de las piezas, errores en la fijación y ajustes de las mismas antes de iniciar la operación, problemas relacionados con el timing(\*) de dichas operaciones y realización defectuosa de las mismas.

**\*Es el tiempo asignado a la persona para realizar un trabajo determinado, este tiempo viene determinado por uno de las diferentes técnicas utilizadas en el dto. de métodos y tiempos (Bedaux, MTM).**

- Problemas relacionados con el control de las operaciones y los sistemas de detección: Las causas ahora se referirán a la bondad del propio sistema detección, sensores y su posición, sensibilidad de los sistemas de detección, ajustes incorrectos, problemas de timing y condiciones de utilización incorrecta.

Dos importantes elementos son necesarios para abordar el problema de las paradas breves y poder establecer una metodología para su solución:

1. Que constituye una parada breve a resolver y que no tiene tal consideración

Ante todo conviene distinguirlas de las averías consideradas de grandes pérdidas, lo que podemos hacer entendiendo que las pequeñas paradas se caracterizan por una rápida recuperación de las condiciones operativas.

Una vez centrados en lo que realmente determinamos como pequeñas paradas, distinguiremos entre las que constituyen un problema a resolver dentro de esta categoría y las que no lo son; así, el tiempo que una maquina trabaja en vacío después de acabar con una unidad de producto y antes de que sea cargada la siguiente no constituye un problema de la índole que estamos analizando. Asimismo, tampoco lo son los tiempos de vacío relacionados con problemas en operaciones anteriores, o a holguras en el tiempo de ciclo; tampoco deben considerarse como paradas breves los tiempos de preparación, los controles rutinarios de calidad, los cambios de turno, tiempos de descanso, etc., cuya problemática compete a otra área de trabajo.

2. Establecer una medida de la incidencia de las paradas breves.

Las paradas breves inciden en la capacidad real de los procesos, y en definitiva en la productividad, y a fin de establecer objetivos correctos relacionados con su reducción, debe establecerse alguna forma de evaluarlos, normalmente se utiliza el tiempo medio entre fallos MTBF ( mean time between failures), que nos permite conocer cuánto tiempo por término medio transcurre desde una parada y la siguiente, hay que tener en cuenta que este tipo de fallos cuentan más en la no consecución de nuestro objetivo, cuanto mayor frecuencia tengamos.

### **Velocidad reducida**

Nos referimos ahora a las pérdidas de producción ocasionadas por la diferencia que hay entre la velocidad prevista (de diseño) para la instalación en cuestión y la velocidad de operación real, y que tienen como consecuencia que la capacidad de producción también será diferente.

Este tipo de pérdida hace referencia a la situación creada cuando al operar a la velocidad diseñada se producen problemas de calidad o mecánicos o de otra índole que nos fuerzan a la reducción de la velocidad.

En muchos casos las operaciones se continuaran realizando sin que el operario sea consciente de la naturaleza de la pérdida de velocidad. Es una consecuencia de que la velocidad estándar previa está mal definida o bien porque la naturaleza de la maquina hace difícil juzgar su velocidad.

Las mejoras que tratan las pérdidas de velocidad máxima del equipo en condiciones correctas de funcionamiento, y en qué condiciones de trabajo son alcanzables.

Por lo tanto los puntos claves de este tipo de perdida son:

- El personal de producción puede no conocer los límites operativos reales de equipos de producción, por no disponer los mismos de especificaciones correctas, o no estar al alcance de dicho personal.
- El personal de producción puede estar en posesión de los citados limites de velocidad, pero no los aplica en la creencia de que la maquina no será capaz de operar en ellos

## **Defectos de calidad y reprocesos**

Estas pérdidas incluyen el tiempo perdido en la producción de productos defectuosos, de calidad inferior a la exigida, las pérdidas de los productos irrecuperables y las pérdidas provocadas por el reprocesado de productos defectuosos. En este tipo de pérdidas se pueden incluir defectos esporádicos y defectos crónicos, estos últimos serán los más difíciles de identificar, que nos permitan entregar nuestra producción con la calidad prevista y esperada. Ante este tipo de defectos se procede a rechazar el producto y llevar a cabo una nueva producción. Volver a realizar este trabajo exige horas y mano de obra, lo que se va a traducir en un tiempo y un costo adicional que no estaba previsto, los cuales, sin añadir ningún valor al producto, van a encarecerlo. Esto se aleja totalmente del objetivo de nuestro proyecto que pretende hacer las cosas bien y a la primera.

En efecto, ante un nivel que podamos considerar inaceptable de tasas de defectos, se procederá a investigar las causas de los problemas e implantar contramedidas para reducir y aun anular dichas tasas.

## **Puesta en marcha**

Para la consecución de nuestro objetivo, debemos reducir o eliminar todos estos despilfarros; es lo que consideraremos producción ajustada, con esto conseguiremos utilizar la cantidad justa de recursos de todo tipo y por tanto despilfarros. Su exponente más general es el sistema Just In Time (JIT). El TPM pretende utilizar el mismo procedimiento básico para optimizar el rendimiento de los procesos, por vía, en este caso, de los equipos de producción y su mantenimiento, es decir perseguir la eficiencia a través de la eliminación de pérdidas. Ambas técnicas están dirigidas en la misma dirección.

### **3.1.2- OEE**

De acuerdo con los coeficientes anteriores y las pérdidas a las que se hacen referencia, podemos pasar a determinar la expresión de la eficiencia global. Se aplicará lo mismo a un equipo, a un conjunto de equipos, a toda una línea o célula productiva, etc.

El grupo BSHG define su indicador de eficiencia de equipos como OEE, *Overall Equipment Effectiveness*.

A partir de ahora nos referiremos a la eficiencia global de equipos productivos como OEE.

La OEE se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Grado de Disponibilidad} \times \text{Grado de rendimiento} \times \text{Grado de Calidad} [\%]$$

El coeficiente de eficiencia global se obtiene, pues, por determinación de la fracción de tiempo funciona, una vez reducidas las pérdidas derivadas de un funcionamiento incorrecto o incompleto, y deducidas también las que resultan de la obtención de productos defectuosos, tanto si deben declararse como si pueden reoperarse.

En el siguiente cuadro podemos ver los tiempos de pérdidas que afectan a los diferentes coeficientes.

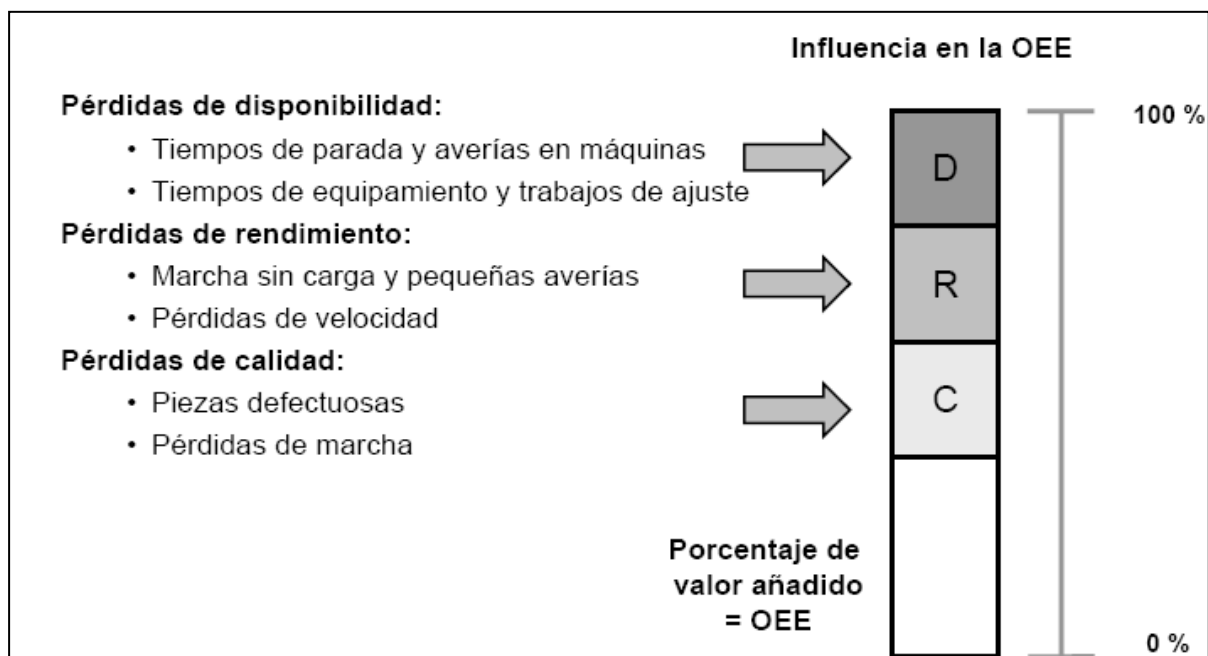


Figura 26: Tiempos de pérdidas

La OEE registra y visualiza de forma amplia la pérdida dentro de la dimensión temporal de la producción prevista como vemos en el siguiente gráfico temporal.

Tiempo de ocupación planificado (índice de ocupación planeado)			
Tiempo de operación neto		Pérdida de disponibilidad	
Tiempo de operación bruto		Pérdida de rendimiento	
Tiempo de producción neto	Pérdida de calidad		
OEE	Total de pérdidas		

Figura 27: Dimensión temporal OEE



El tiempo de producción neto o tiempo operativo eficiente, que es el tiempo disponible para operar a plena eficiencia puede obtenerse a partir del tiempo total disponible (Tiempo de ocupación planificado) deduciendo los correspondientes a todas las posibles pérdidas.

La figura anterior (.....) que se adjunta permite apreciar cómo se va reduciendo el tiempo disponible para la producción, a medida que se van produciendo pérdidas y sus tiempos asimilados.

La sustracción de cada uno de los tiempos que provocan una reducción de la eficiencia permitirá determinar los coeficientes de operatividad reales que a su vez servirán para determinar los 3 coeficientes de eficiencia que componen la OEE.

El **tiempo de ocupación planificado** es el tiempo que ha sido determinado para que una instalación produzca. Este tiempo es calculado desde el tiempo de disponibilidad total (24 horas) menos las paradas planificadas oficiales.

El **tiempo de operación neto** será calculado partiendo del tiempo de ocupación planificado restando las pérdidas de disponibilidad. Estas pérdidas serán tiempos de avería y paradas de máquinas y tiempos de equipamiento y ajuste.

El **tiempo de operación bruto** será calculado partiendo del tiempo de operación neto restando las pérdidas de rendimiento de la instalación. Estas pérdidas serán tiempos de marcha sin carga, pequeñas averías y pérdidas de velocidad de la instalación.

El **tiempo de producción neto** será calculado partiendo del tiempo de operación bruto restando el tiempo de pérdida por piezas defectuosas por motivos de calidad.

Con todos estos tiempos podemos determinar los siguientes coeficientes:

**Coeficiente de disponibilidad:** Será la relación entre el tiempo de operación neto y el tiempo de ocupación planificado.

Este coeficiente tiene en cuenta las pérdidas por averías, las pérdidas de preparación y ajustes y otras pérdidas por paradas. Estas paradas obligadas ocasionan pérdidas de tiempo y/o volumen de producción y su reducción es vital para maximizar la eficiencia global del equipo. De esta forma, conseguiremos aumentar el tiempo de operación neto y, como consecuencia, aumentar la disponibilidad.

**Coeficiente de Rendimiento:** Será la relación entre el tiempo de operación bruto y el tiempo de operación neto.

Este coeficiente tiene en cuenta las pérdidas por tiempos en vacío y parada cortas y las pérdidas por reducción de velocidad. La mejora de este coeficiente implica, evidentemente, la erradicación de estas pérdidas.

**Coeficiente de Calidad:** Será la relación entre el tiempo de producción neto y el tiempo de operación bruto.

El coeficiente de calidad tiene en cuenta las pérdidas derivadas de la producción de productos con calidad inferior a la esperada, es decir, el tiempo para la recuperación o reprocesado de estos productos y las pérdidas que ocurren durante la puesta en marcha de la maquinaria. Cualquier acción que permita la reducción del número de productos defectuosos o estabilizar, lo antes posible, el proceso productivo, conllevará un aumento del coeficiente de calidad.

Así pues la eficiencia global de los dispositivos OEE se calcula de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{OEE} = \text{Grado de disponib.} \times \text{Eficiencia de rendimiento} \times \text{Grado de calidad} \quad [\%]$$

$$\text{OEE} = \frac{\text{Tiempo de oper. neto}}{\text{Tiempo de ocup. planificado}} \times \frac{\text{Tiempo de prod. bruto}}{\text{Tiempo de oper. neto}} \times \frac{\text{Tiempo de producción neto}}{\text{Tiempo de prod. bruto}}$$

En la práctica, la eficiencia global de dispositivos OEE se calcula con ayuda del aviso de entrega para las piezas conformes:

$$\text{OEE} = \frac{\text{Tiempo de prod. neto}}{\text{Tiempo de ocupación planificado}} \times 100 \quad [\%]$$

Según se muestra a continuación:

$$\text{OEE} = \frac{\text{Piezas OK} \times \text{Tiempo de ciclo técnico}}{\text{Disponibilidad total} - \text{Tiempo de parada planificad.}} \times 100 \quad [\%]$$

Como muestra de ejemplo de lo que supone el cálculo de OEE adjuntamos un caso práctico a continuación:



Figura 28: Ejemplo cálculo OEE

De los valores de los anteriores tiempos de pérdida resulta una eficacia global de los dispositivos de:

$$\text{OEE} = 88,5 \% \times 96,5\% \times 97,6\% = 83,3\%$$

### 3.1.3- MTBF y MTTR

#### MTBF

El significado de estas siglas es Mean Time Between Failures, tiempo medio entre fallos. Este indicador trata de establecer una medida de la incidencia de las paradas breves. Las paradas breves inciden en la capacidad real de los procesos, y en definitiva en su productividad, y a fin de establecer objetivos correctos relacionados con su reducción, debe establecerse alguna forma de evaluarlos. Corrientemente se utiliza el tiempo medio entre fallos, que trata de cuantificar el tiempo que por término medio transcurre desde una parada hasta la siguiente (hay que tener en cuenta que, a diferencia de las averías, las paradas breves inciden negativamente en la medida en que ocurren con frecuencia). De acuerdo con ello una forma de calcularlo sería.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de trabajo real}}{N^{\circ} \text{ de averías} + 1}$$

Las etapas para la reducción de las paradas breves y mejora del MTBF.

1. Identificación de la mejora a acometer y sus objetivos.
2. Tomar las mediciones de la situación inicial que se precisan para acometer la mejora continua.
3. Recogida y análisis de la información.
4. Establecimiento de las causas esenciales.
5. Verificación de las causas y su influencia. Realización de ensayos.
6. Establecer las mejoras en los equipos, ensayarlas en el proceso y estandarizarlas.

## MTTR

Mean Time To Repair o tiempo medio de reparación. Toda avería exige una reparación, y el tiempo de reparación es asimismo muy importante.

El cálculo de este indicador lo realizaremos con la siguiente fórmula.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tiempo de Reparaciones}}{\sum N^{\circ} \text{ de Averías}}$$

En la siguiente figura tenemos un pequeño esquema temporal de estos dos indicadores.

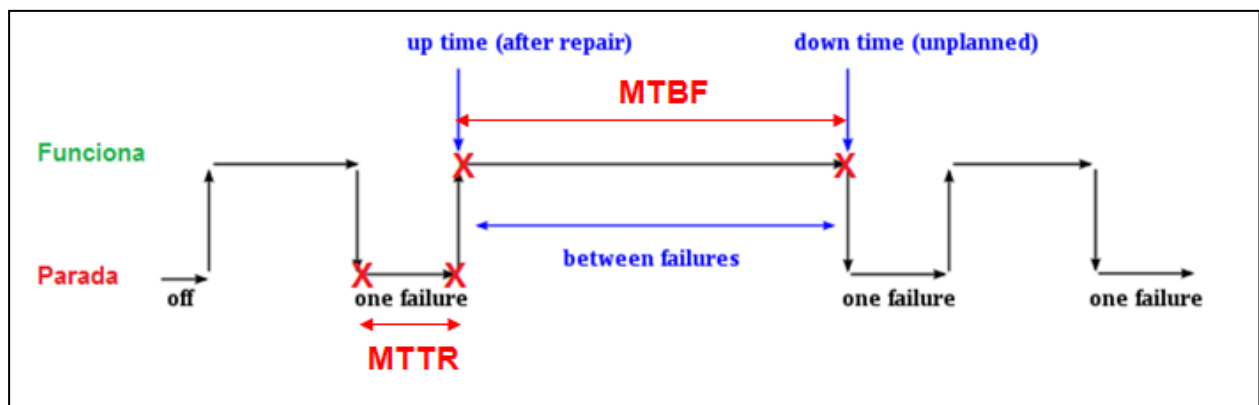


Figura 29: Esquema temporal de los dos indicadores

La implantación de un programa de Mantenimiento Productivo Total no sólo va a centrarse en la reducción de averías, sino que tratará de atacar cualquier elemento, acción o falta de ella, que obstaculice o reste eficiencia al equipo. Esto se refleja en LA OEE a través de su dependencia con los distintos coeficientes.

El TPM representa la búsqueda de la máxima eficiencia o efectividad del equipo mediante la puesta en práctica de actividades de mejora sobre cada uno de los factores que están implicados: el coeficiente de disponibilidad, el de rendimiento y el de calidad.

En estos coeficientes van a aparecer representadas las diferentes pérdidas que afectan al equipo, al proceso y al producto. Cualquier esfuerzo dirigido a incrementar estos coeficientes supondrá una mejora de la OEE.

### **3.2- Mantenimiento autónomo**

El TPM exige que debe existir una plena participación de todo el personal. Si además, de acuerdo con las tendencias actuales en la gestión eficiente, ágil y flexible de los sistemas productivos, el TPM se integra en la filosofía de considerar los distintos departamentos como unidades autónomas, independientes e interrelacionadas y con objetivos de mejora medibles, la gestión del TPM se acercará a los principios de lo que denomina Mantenimiento Autónomo.

Con la adopción del Mantenimiento Autónomo, **el operario de producción asume tareas de mantenimiento productivo, incluida la limpieza, así como algunas propias de mantenimiento preventivo, y como consecuencia de la inspección del estado de su propio equipo propiciada por estas actividades podrá advertir de las necesidades de mantenimiento preventivo a cargo del departamento correspondiente.**

Las tareas del mantenimiento autónomo se llevarán a cabo por grupos de operarios que tendrán a su cargo una o varias máquinas. Con este planteamiento, la gestión de los equipos entra n la dinámica apuntada en el párrafo anterior, puesto que se mejoran simultáneamente las tres componentes de la competitividad:

- **CALIDAD** mejorada: Si el operario productivo simultanea el correcto funcionamiento de su equipo con la actividad de producción, obtendrá mejores productos y mayor productividad.

- **COSTE reducido:** La ejecución de tareas de mantenimiento desde el puesto de producción reducirá con toda seguridad los costes por aumento del valor añadido por persona; además, con la previsión de fallos del equipo antes de que se produzcan junto al mantenimiento diario sostenido, evitará problemas que redundarían indudablemente en los costes.
- **TIEMPO reducido:** La adopción del mantenimiento autónomo permite incorporar a la producción la flexibilidad, ala adaptación rápida a diversos productos y la ejecución de series cortas con tiempos de preparación más rápidos; además, aquí también la adecuada previsión de fallos de los equipos y su mantenimiento diario posibilitan que éste se halle rápidamente y en mayor proporción de tiempo a disposición de la producción (aumenta la disponibilidad), lo que reducirá el tiempo del proceso.

Con el mantenimiento autónomo se desbanca la antigua idea de “yo produzco, tu reparas”, en la producción y en el mantenimiento.

**La filosofía básica del Mantenimiento Autónomo es que la persona que opera con un equipo productivo se ocupe de parte de su mantenimiento.**

La mejora de la eficiencia y competitividad que puede lograrse se la mano del mantenimiento autónomo se deriva de:

1. La combinación de trabajo mantenimiento en el mismo puesto de trabajo permite ahorrar tiempos de vacío y esfuerzos, y da lugar a una actuación más rápida.
2. El trabajador conoce mejor que nadie su equipo y sabe lo que necesita y cuándo lo necesita, y puede darle un mantenimiento rápido y eficiente.
3. El trabajador conoce cuándo el equipo está próximo a una avería o la necesidad de cambio de algún componente (un ruido, una holgura, algún indicador, etc.).

Se integra el mantenimiento de equipos en la fabricación a través de rondas o inspecciones rutinarias en las que se efectúan controles visuales, medidas simples de parámetros, lubricación de puntos de engrase, pequeños ajustes y operaciones de mantenimiento elemental.

Estas inspecciones son un elemento fundamental en la detección de anomalías a través de distintos síntomas (goteos o fugas de aceite, ruidos, vibraciones, temperaturas anormales, etc.) por lo que puede ser un sustituto del Predictivo con equipo e instrumentos menos sofisticados y personal menos cualificado.

Con frecuencia, estas inspecciones dan lugar a sustituciones, ajustes e intervenciones no planificadas, cuya necesidad es puesta de relieve por el propio operador de fabricación a través de la inspección realizada.

La figura 30 ilustra la distribución lógica de responsabilidades de mantenimiento y mejoras entre el personal operativo y el de mantenimiento.

ACTIVIDAD	MANT. / MEJORA	Personal Prod.	Personal Mant.
Producción	Preparación y ajuste	•	
	Operación	•	
Mantenimeinto Autónomo	Limpieza	•	
	Engrase	•	
	Aprietes mecánicos	•	
	Otros diarios	•	
Mantenimeinto Preventivo	Inspecciones y comprobaciones	•	•
	Actividades periódicas de mantenimiento		•
Mantenimiento Correctivo	Averías reparables desde puesto de trabajo	•	
	Averías no reparables desde puesto de trabajo		•
Mejoras	Operativas	•	•
	Automatización y Calidad		•
	Chequeos y concepción global		•

Figura 30: Responsabilidades del TPM

Como puede apreciarse, es en la *limpieza y mantenimiento* diario donde podemos implantar la mayor cantidad de actividades de mantenimiento autónomo, incluso gestionarlas de manera más efectiva que desde el departamento de mantenimiento; si tenemos en cuenta que estas actividades, bien desarrolladas, permitirán reducir la cantidad de problemas en forma de averías y fallos en general, incluso los de carácter crónico, se comprenderá la importancia que puede tener el mantenimiento autónomo dentro del TPM.

El Mantenimiento Autónomo o Automantenimiento consiste pues en:

- Practicar la higiene de la máquina y de su entorno
  1. Limpieza
  2. Reaprietes
  3. Engrase
- Elaborar y aplicar estándares de:
  1. Limpieza
  2. Reaprietes
  3. Engrase
  4. Mantenimiento preventivo
- Identificar una situación de referencia para cada una de las máquinas y observar las desviaciones entre esta citación de referencia y lo que se constata.
- Realizar acciones a partir de las observaciones hechas en los trabajos de higiene
- Formalizar y hacer aplicar un buen manejo de la instalación o maquinaria de producción basado en: inspeccionar sistemáticamente la situación del medio de producción llevándose siempre al estado de referencia.
- La implicación de los operarios de fabricación necesita de una formación sólida aunque elemental y una transferencia total en las funciones de cada uno en la organización para conocer y practicar de forma sistemática los estándares de la situación de referencia de cada máquina.

Podemos definir la situación o estado de referencia como la situación en la que se encuentra un equipo de producción después de una revisión de su buen funcionamiento siendo éste correcto con relación al dossier técnico del equipo.

Así pues, asegurar el mantenimiento del estado de referencia consiste en vigilar:

- *Tiempos ciclo*
- *Parámetros de reglajes y funcionamiento*



- *Parámetros de engrase.*
- *Parámetros eléctricos*
- *Parámetros mecánicos (aprietes-vibraciones, etc.)*
- *Parámetros hidráulicos (niveles-presiones, etc.)*

Estos son los parámetros con los que se preparan los estándares de limpieza e inspección que nos servirán de referencia a la hora de ejecutar el mantenimiento autónomo.

Además de estos parámetros, los estándares deben de contar con un calendario de actuación donde se marcarán las frecuencias de trabajo para los distintos parámetros de la instalación.

El mantenimiento autónomo está basado en el principio de las 5S, que son cinco aspectos básicos para el desarrollo de las actividades de los procesos de producción y del mantenimiento en particular, con la máxima eficiencia y rapidez. Se trata de cinco términos de origen japonés que comienzan con la letra S:

- *SEIRI - Organizar, clasificar*
- *SEITON – Ordenar eficientemente*
- *SEISO - Limpieza e inspección*
- *SEIKETSU – Estandarización*
- *SHITSUKE – Cumplimiento o disciplina*

Los objetivos de las 5S son los siguientes:

1. Crear un lugar de trabajo eficiente
2. Empleo de la limpieza para comprobar las deficiencias de funcionamiento
3. Establecer controles visuales
4. Mejorar la estandarización y las preparaciones
5. Acciones de carácter preventivo
6. Capacitación de trabajadores competentes en sus equipos

Las 5S sobre la base de las dos primeras, Organización y Orden, deben permitir avanzar en el camino del logro de los objetivos cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes.

### **Organización (seiri)**

La organización supone mantener en cada puesto de trabajo, solamente los elementos realmente necesarios para el mismo; es corriente que las áreas de trabajo estén repletas de elementos innecesarios que dificultan la utilización de los que realmente se precisan. Con la organización se pretende que en los puestos de trabajo no haya más que los elementos necesarios, en la cantidad necesaria y en el lugar preciso.

### **Orden (seiton)**

Una vez que en el área de trabajo sólo se hallan los elementos necesarios, estos deben disponerse de forma que su utilización sea fácil y rápida, de forma que , además, puedan encontrarse y guardarse fácilmente.

El control visual, que también será importante en el mantenimiento autónomo, supone que con el alcance de la vista puede controlarse la situación y funcionamiento de un área de trabajo; este control visual se facilitará mucho cuando la organización y el orden se hayan implantado en el área de trabajo.

### **Limpieza (sieso)**

La limpieza de los equipos y otros elementos del área de trabajo será como veremos la base en la que se apoyará el Mantenimiento Autónomo, y a partir de ella podrán detectarse, por la inspección que propicia, problemas reales o latentes de los equipos. La limpieza incluirá, como se verá, buscar la forma de poder eliminar los focos de suciedad que obligan a limpiar en exceso, así como determinar cómo se llevará a cabo la limpieza de lugares en los que se hace difícil.

### **Estandarización (seiketsu)**

Estandarizar supone el desarrollo de un método sistemático para la realización de una tarea o procedimiento. En el Mantenimiento Autónomo, donde se aplicará profundamente, la estandarización supondrá que cualquier persona pueda llevar a cabo una determinada actuación operativa.

Cuando no se estandariza la actuación que asegure el cumplimiento de las tres primeras “S”, las condiciones de operación volverán irremediablemente a las existentes antes de haber llevado a cabo todas ellas.

### **Disciplina (shitsuke)**

Establecidos la organización, el orden y la limpieza y un método estandarizado para llevarlos a cabo, convendrá que nos aseguremos de que todo ello se efectúe correctamente, es decir, se cumpla con el estándar y lo que está comprende, lo que exigirá disciplina.

De nada servirá hallar una metodología para tener las áreas de trabajo organizadas, ordenadas y limpias y haber establecido un estándar para ello, si luego no se lleva a la práctica, ya que no se producirá ninguna mejora en la eficiencia.

En el capítulo 5 de este proyecto se detallará en más profundidad las etapas de implantación del Mantenimiento autónomo en la instalación a la que hace referencia este proyecto.

## **3.3- Mantenimiento preventivo**

El Mantenimiento Planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente una planta productiva al objetivo que pretende el TPM: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, y cero accidentes; este conjunto planificado de actividades se llevará a cabo por personal específicamente cualificado en tareas de mantenimiento y con avanzadas técnicas de diagnóstico de equipos.

Está claro, pues, que el Mantenimiento Planificado es una de las actividades clave para la implantación con éxito del TPM; sus objetivos son:

- *Priorizar las actividades de mantenimiento de tipo preventivo ( a priori) frente al mantenimiento basado en reparar los equipos con averías u otras pérdidas ( a posteriori).*
- *Establecer un programa de mantenimiento efectivo para equipos y procesos.*
- *Lograr la máxima eficiencia económica para la gestión del mantenimiento, es decir que el mantenimiento y su coste se ajuste a cada equipo.*

El Mantenimiento Planificado o preventivo surgirá como el resultado de la coordinación de actividades del mantenimiento especializado realizado por el departamento de mantenimiento, con las actividades propias del Mantenimiento Autónomo realizadas por el personal de producción, que de esta forma se integrarán con aquéllas. Ambos departamentos deberán funcionar sincronizados para asegurar un mantenimiento planificado de alta calidad.

El objetivo de la implantación del mantenimiento planificado será ajustar la frecuencia de las tareas de mantenimiento requeridas por el equipo y llevarlas a cabo en el momento menos perjudicial para producción, y antes de que se transforme en una avería para el equipo, o bien en un defecto de calidad del producto. La implantación de un mantenimiento planificado eficaz será el resultado de la armonía adecuada entre los departamentos de producción y mantenimiento.

<b>ACTIVIDADES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>Mejora del equipo</b>	<b>Capacidad personal</b>	<b>Mejoras técnicas mantenimiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento de estándares de mantenimiento preventivo.</li> <li>• Apoyo al Mantenimiento autónomo.</li> <li>• Actividades definidas del mantenimiento preventivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidades para establecer las adecuadas condiciones operativas de los equipos.</li> <li>• Capacidades de inspección y análisis.</li> <li>• Capacidades de planificación y seguimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas de diagnóstico y medición perfeccionadas.</li> <li>• Desarrollo de equipos adecuados de control.</li> </ul>

Figura 31: Actividades de mantenimiento

El personal de producción será quien, con su experiencia, trabajando con el equipo, informe sobre las necesidades y cuidados que éste requiere previo a cualquier deterioro, lo que supone que las actividades propias del Mantenimiento Autónomo tendrán una gran importancia en la planificación del mantenimiento; esta información será de vital importancia en la planificación a la hora de ajustar las frecuencias de las actividades de mantenimiento para cada equipo, las cuales, por otra parte, deben efectuarse fuera de los períodos de producción, de manera que si, por ejemplo, tenemos un equipo trabajando a dos turnos, se programen las intervenciones de mantenimiento durante el tercer turno.

Por su parte el personal de mantenimiento se ocupará de recopilar esa información, estandarizar esas tareas, documentarlas, y en la medida de lo posible estandarizar y unificar

los recambios a utilizar, y tenerlos disponibles en el momento de realizar las tareas previamente planificadas.

Fieles a la filosofía del TPM, las actividades propias del mantenimiento planificado deben realizarse sistemáticamente de acuerdo con el correspondiente programa, con el pertinente cambio de actitud con respecto al propio puesto de trabajo y con las tareas estándar de producción y mantenimiento que requiera. Al finalizar cada etapa convendrá evaluar los resultados obtenidos para comprobar que se ajustan a los esperados o para corregir actuaciones.

La puesta en marcha de un sistema de mantenimiento planificado requiere *tiempo* y colaboración *interdepartamental*:

- *Tiempo para desarrollar un programa de mantenimiento paso a paso que asegure una implantación cuidadosa y organizada.*
- *Colaboración interdepartamental, de forma coordinada, y no sólo entre los departamentos de producción y mantenimiento, sino también con los demás departamentos: administrativo, finanzas, ingeniería, recursos humanos, etc., para lograr los objetivos de cada etapa en la fecha prevista y evitar que haya actividades que no se lleven a cabo, o bien otras que por desconocimiento de responsabilidades se pueden duplicar.*

### **3.4- Formación y cualificación**

La puesta en práctica del TPM con la participación de todos los empleados es una de las claves del éxito. Para ello, la dirección debe apoyar activamente la implicación de sus trabajadores en el proyecto del TPM mediante actividades de mejora en pequeños grupos que promuevan la responsabilidad individual y el respeto mutuo en el grupo y en la organización general.

Es sumamente importante ofrecer al personal oportunidades reales de desarrollo personal y profesional que estimularán el compromiso y la colaboración de los empleados. El TPM pretende desarrollar tanto la empresa como a las personas y fuerza a un cambio fundamental en la mentalidad de dirigir una empresa: pasamos de una dirección tradicional, en mayor o menor medida autoritaria, a una dirección verdaderamente participativa.

Se requerirá de un personal con un grado de formación elevado para asumir responsabilidades dentro de la organización. Es vital invertir esfuerzos en elevar los conocimientos y las habilidades de los trabajadores para que sean capaces de mantener y mejorar el equipo del que sean responsables.

El TPM permite a los operarios entender su equipo y ampliar cada vez más las tareas de mantenimiento que pueden asumir, previa formación y entrenamiento. Esta mayor comprensión de su trabajo se traduce en un sentimiento de seguridad y autoestima en sí mismos y en sus tareas. Se consigue, de este modo, hacer el trabajo mejor y más motivado y aumentar la productividad.

El contenido de los programas de formación y cualificación deberá tener una estructura basada principalmente en los principios y herramientas del TPM, el trabajo en equipo, herramientas de resolución sistemática de problemas, medidas de mantenimiento anteriormente preparadas y una profundización del conocimiento del trabajador de producción (Know-how).

Ya que la cualificación es un factor muy importante para la mejora y la estabilización, la atención se centrará en la mejora continua de las máquinas y dispositivos.

Toda formación y entrenamiento en las herramientas descritas anteriormente serán un apoyo para el mantenimiento autónomo mediante:

- Simplificación del manejo de la maquinaria
- Mejora de la accesibilidad de los dispositivos

- Aplicación de un proceso de solución sistemático de problemas
- Aumento de la eficiencia de las máquinas, la fiabilidad y la mantenibilidad

Lo aprendido se aplica a los problemas ya existentes, de tal modo que el Know-how se emplea directamente y conduce a resultados efectivos.

El objetivo consiste en aumentar la eficiencia mediante una participación, capacidad de decisión y corresponsabilidad mayores.

### **3.5- Gestión preventiva de nuevas instalaciones**

Este Pilar del TPM puede representar un estadio más maduro de esta filosofía de trabajo.

Todos los conocimientos y la experiencia adquiridos por el personal de producción y mantenimiento en el ejercicio del Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Preventivo son aplicados en esta etapa del TPM.

La Gestión preventiva de nuevas instalaciones nos permite la modificación en la construcción de nuevas máquinas y dispositivos para poder prescindir de medidas de mantenimiento posteriores.

El control preventivo de dispositivos consiste en tener en cuenta el mantenimiento, la accesibilidad y la manejabilidad de maquinaria y dispositivos desde el mismo momento de planificación y aprovisionamiento.

Todo esto nos lleva a plantear como objetivos parciales de este Pilar del TPM los reflejados en el siguiente cuadro:

Los objetivos de la gestión preventiva de los dispositivos son:

- ⇒ Identificar prematuramente las deficiencias de mantenimiento y operacionales, y prevenirlas en el plano constructivo.
- ⇒ Evitar los costes de mantenimiento por anticipado
- ⇒ Fases cortas de desarrollo de producción
- ⇒ Alto grado de eficiencia de los dispositivos y flexibilidad

A menudo, las taras o fallas constructivas solo pueden corregirse ulteriormente (máquina en servicio) con el consiguiente gran coste que ello conlleva.

Por ello, los trabajadores de producción y de mantenimiento deben involucrarse en un estadio temprano del diseño y planificación de adquisición de nuevas instalaciones productivas



# SITUACIÓN INICIAL

## **4- SITUACIÓN INICIAL**

Para poder implementar un proyecto como el TPM en una sección productiva es necesario conocer y saber identificar el estado en el que nos encontramos.

Para analizar el estado inicial nos centraremos en cuatro de los cinco de los pilares en los que se sustenta el TPM.

1. *Eficiencia de instalaciones*
2. *Mantenimiento autónomo*
3. *Programa de Mantenimiento previsto*
4. *Formación y cualificación*

Como podremos comprobar a continuación dentro de cada pilar el estado de implantación es muy diferente. Encontramos pilares en los que se realizan algún tipo de actividades y otros pilares en los que no se realizan ningún tipo de operaciones.

Con la misma estructura que hemos tenido en el capítulo anterior, que será la misma que tengamos en el capítulo descriptivo de la implantación del TPM, repasaremos la situación inicial en los pilares del TPM. Tendremos en cuenta todas las actividades que se realizan antes de la implantación de este proyecto.

### **4.1- Indicadores productivos**

Aunque por lo general basta con una profunda observación para poder enjuiciar la situación de una empresa, es necesario tener un control más metódico y gráfico que traduzca todo lo observado a números y a gráficas que nos muestren la evolución que tiene nuestra instalación.

En este sentido, y centrándonos en la instalación en la que tiene alcance este proyecto identificamos una ausencia de control de datos productivos.

Como ya hemos comentado en el capítulo anterior, para poder calcular una eficiencia global del equipo (OEE) necesitamos tener un desglose de datos de utilización de la máquina.

La siguiente tabla establece el punto de partida en el que nos encontramos en lo que a indicadores productivos se refiere en el almacén automático.

<b>Disponibilidad</b>	<i>Pausas</i>	<i>Cero, 15 min., 23 min.</i>	<i>No desglosadas</i>
	<i>Cambios, ajuste</i>		<i>Cantidad y tiempos no disponibles</i>
	<i>Falta de materiales</i>		<i>Tiempos no disponibles</i>
<b>Rendimiento</b>	<i>Averías</i>		<i>Tiempo de paro máquina - no</i>
	<i>Paros cortos</i>		<i>No se usa, no se analiza</i>
	<i>Velocidad máquina</i>	<i>Tiempo ciclo</i>	<i>No expuesta en puesto de trabajo</i>
<b>Calidad</b>	<i>Piezas defectuosas</i>		<i>No existen datos de defectos causados por el propio proceso</i>

Figura 32: Punto de partida

Se observa que no existe en la instalación ningún tipo de registro de datos de averías.

Los tiempos que nos afectan a la disponibilidad, como son tiempos de pausa productiva, tiempos de ajuste o tiempos en que la máquina está averiada no son registrados por los operarios de la instalación.

Los factores de tiempo que afectan a la rendimiento (microaverías, paros cortos) tampoco son registrados.

Tampoco existe ningún registro de las piezas dañadas por la instalación, por caída de cajones o pallets.

Si que podemos obtener del sistema interno de fábrica (SAP) un listado de salidas y entradas de cargas por turno.

También hay que reseñar que aunque para este tipo de instalación no productiva, el indicador de la OEE puede no ser el más indicado, si que es cierto que al mejorar los otros indicadores tratados, MTTR y MTBF, así como el número de averías, mejoraremos indirectamente la OEE.

## **4.2- Mantenimiento Autónomo**

En TPM, como hemos visto y comprobaremos más adelante, se dice que limpieza es inspección; la falta de limpieza puede causar averías o pérdidas en general, puede provocar defectos (sobre todo con suciedad sólida, como en este caso las virutas que se generan por el roce del traslo por el rail).

Dentro del ámbito del Mantenimiento Autónomo vemos que una limpieza e inspección estructurada y estandarizada va a evitar problemas futuros.

Las actividades que se realizan en este inicio de proyecto en las instalaciones del almacén automático son muy básicas y además no están en absoluto estructuradas y estandarizadas.

En lo referente a la limpieza **no están establecidas rutinas de limpieza sistemáticas**. La forma de actuación tiende a ser una **limpieza correctiva**.

Las limpiezas se realizan cuando se ha detectado un problema, o bien en uno de los traslos, o bien en el sistema de rodillos.

Se puede afirmar en el ámbito de la limpieza se actúa “a posteriori”, provocando que ineficiencias que podían ser resueltas de una manera sencilla provoquen problemas mayores en los procesos posteriores.

En que concierne a la inspección de la **instalación tampoco están establecidos estándares de inspección sistemáticos y estructurados**.

Como ya veremos con posterioridad, el Mantenimiento planificado de esta instalación está subcontratado a una empresa exterior. Es esa empresa la que se ocupa de inspeccionar las instalaciones.

## **4.3- Mantenimiento Planificado**

Antes de emprender acción alguna, va a ser importante que el departamento de mantenimiento programe y organice de forma secuencial las actividades a llevar a cabo por el mantenimiento especializado a medio y largo plazo.

Dependiendo del nivel de mantenimiento existente en cada empresa, el mantenimiento especializado seleccionará las actividades de mantenimiento que crea oportunas.

El Mantenimiento planificado o preventivo del almacén automático se encuentra **subcontratado** a una empresa exterior.

Dicha empresa se encarga de realizar un mantenimiento periódico de las instalaciones a las que nos referimos.

El mayor inconveniente de este mantenimiento preventivo es la elección del intervalo entre inspecciones. Como ya se ha puesto de manifiesto anteriormente el intervalo de las

actividades subcontractadas es muy grande, lo que conlleva un riesgo de aumentar el número de paros por avería.

No se realizan por parte del departamento de mantenimiento de la empresa ningún tipo de actividades planificadas en estas instalaciones.

Además este **intervalo de actividades no es revisado** atendiendo a ningún criterio de ineficiencias de las instalaciones.

#### **4.4- Formación y cualificación**

Al comienzo de la implantación del proyecto de gestión sobre el sistema TPM la situación en cuanto a formación técnica por parte de los operarios de las secciones implicadas era precaria y reducida.

La situación inicial en las capacidades de las personas implicadas de los siguientes campos era la siguiente:

- Falta de la cualificación para descubrir fallos y averías
- Falta de interés y de motivación
- Falta de formación en el conocimiento de las funciones de los elementos que fallan
- Falta de conocimientos sobre la repercusión de los fallos.

En la sección en las que tiene repercusión el proyecto contábamos, al inicio del proyecto, con dos personas cualificadas para la reparación y el análisis de pequeñas averías y anomalías de los procesos.

Además ningún miembro de la plantilla era conocedor de los métodos y procedimientos de actuación del sistema TPM.

Así mismo ningún miembro del departamento de Producción participaba en el proceso de mejora continua (análisis, control e implementación de mejoras).

# IMPLANTACIÓN TPM

## **5- IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA TPM**

### **5.1- Preparación de la instalación**

Debido a la precaria situación de la instalación la empresa entiende que es necesaria una adecuación previa antes de pedir a los operarios que se comprometan con este, para ellos, nuevo sistema. Todo ello con el fin de facilitar el arranque, así como de no desesperar a los operarios en los inicios, ya de por si difíciles en todas las implantaciones TPM.

En primer lugar se procede a cambiar el raíl del pasillo uno, por su precario estado.

En segundo lugar se contrata a la empresa Dematic para realizar una adecuación de la instalación a la normativa de seguridad vigente. Tras una primera auditoría se plantea la instalación de barreras que bloqueen la instalación en el momento que cualquier persona cruce esos puntos.

Después de estas modificaciones Dematic hace entrega de los informes finales con los certificados positivos de la Auditoría Seguridad Equipo de Trabajo según la norma RD1215/97 realizado por el organismo de control autorizado ATISAE.

Los documentos donde se especifica todos los puntos auditados pueden verse en los anexos 2 y 3.



Figura 33: Barreras de bloqueo

## **5.2- Sistema de indicadores productivos**

El objetivo de esta etapa de la implantación del TPM en nuestras instalaciones será dotar y disponer de elementos que nos permitan medir el rendimiento y eficiencia de nuestras instalaciones.

Dentro de la fábrica de Montañana tenemos definidos los siguientes indicadores productivos estandarizados, para las instalaciones sobre las que se implanta el TPM.

- OEE (Overall equipment efficiency) Eficiencia de los equipos
- Número de paradas (Breakdowns)
- MTBF (Mean time between failures) Tiempo medio entre fallos
- MTTR (Mean time to repair) Tiempo medio para reparaciones
- % Thecnical problems, problemas técnicos
- Costes de mantenimiento

Para el cálculo de estos indicadores aplicaremos las siguientes fórmulas, ya comentadas durante el punto 3 de esta memoria.

**OEE:**

$$OEE = \frac{\text{tiempo total} - \text{tiempo averías}}{\text{tiempo total}}$$

**MTBF:**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{Número de averías} + 1}$$

**MTTR:**

$$MTTR = \frac{\text{tiempo de averías}}{\text{Número de averías}}$$

**Problemas técnicos:**

$$\text{Thecnical Problems} = \frac{\text{tiempo de averías tecnicas}}{\text{tiempo total}}$$

Observamos que se trata de una instalación no productiva, es decir no realiza la fabricación de ningún producto, no se producen defectos de calidad, ni perdidas por preparación del proceso. Por estos motivos nuestro indicador principal no será la



OEE. Concentraremos nuestros esfuerzos en reducir el número de averías, con ello aumentaremos el tiempo medio entre fallos. Nos centraremos también en reducir el tiempo medio para reparaciones. Observaremos también que, a la vez que mejoramos estos indicadores, indirectamente mejoraremos el porcentaje de la OEE. Tomamos la decisión de recopilar datos por pasillos, como si se tratase de cuatro instalaciones diferentes. De hecho se trata de cuatro pasillos distintos, cuatro traslos y cuatro caminos de rodillos.

Uno de los aspectos importantes en las pérdidas en esta instalación, debido a la complejidad de las instalaciones, es la correcta tipificación de los paros. De esta manera todos los paros serán denominados de la misma forma y ayudarán al análisis posterior para llegar a las mejoras. En el siguiente cuadro podemos ver las distintas averías que se producen en la instalación, además de clasificarlas por técnica o no técnica.

#	Descripción	Clasificación
1	No arranca	TECNICA
2	Elevación	TECNICA
3	Exceso tiempo desplazamiento casilla	TECNICA
4	Ciclo de carga	TECNICA
5	Ciclo de descarga	TECNICA
6	Defecto horquillas	TECNICA
7	Fallo de comunicación	TECNICA
8	Confirmar extracción	TECNICA
9	Confirmar ubicación	TECNICA
10	Gálibo	NO TECNICA
11	Sin tension Barrera de Salida	TECNICA
12	Sin tension Barrera de Entrada	TECNICA
13	Caída de tensión	TECNICA
14	Variador Eje X	TECNICA
15	Posicionador Eje X	TECNICA
16	Cajón caído	NO TECNICA
17	Cajón mal ubicado	NO TECNICA
18	Palet caído	NO TECNICA
19	Palet roto	NO TECNICA
20	Celula o espejo movido/roto	NO TECNICA
21	Paro por búsqueda de material	TECNICA
22	Scanner	TECNICA
23	Reiniciar aplicaciones	NO TECNICA
24	Desconexión sistema	NO TECNICA
25	Exceso tiempo horquillas	TECNICA
26	Horquilla pega travesaño trasero	TECNICA
27	Sin tensión (Diferencial armario)	TECNICA
28	Avería puntual	TECNICA
29	Guardamotor rodillos cajones	TECNICA
30	Sirga	TECNICA

Figura 34: Listado de averías

Una vez que tenemos definidas las posibles averías que puede tener nuestra instalación, generamos una hoja para tomar los datos de los paros producidos en cada turno. De esta forma podemos comenzar la recopilación de información para el posterior cálculo de indicadores, y la generación de las gráficas visuales que nos permitan ver fácilmente el nivel de mejora.

Esto sería un ejemplo de la hoja generada. Incluida también en el anexo 4.

Averías Almacén Automático							
							Mes: <input type="text"/>
Día	Turno	Hora	Cod.	Tipo de Avería	Tiempo	Traslo	Aviso

Figura 35: Hoja de averías

El controlador de la instalación es el encargado de rellenar esta hoja con sus diferentes campos. En la columna Cod. debemos introducir el número de avería que obtendremos de la tabla anterior.

Los datos obtenidos manualmente por los operarios son introducidos en una base de datos, para su posterior estudio. Así podemos graficar los distintos indicadores para observar nuestra mejora continua. En las siguientes figuras podemos observar ejemplos de la evolución de los indicadores para el traslo tres.

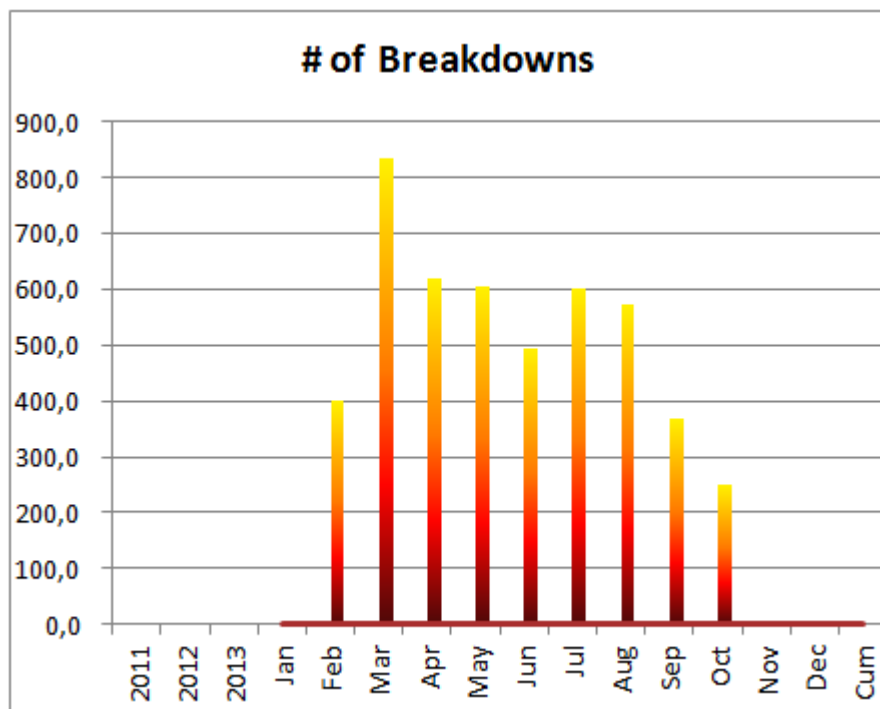


Figura 36: Evolución de los paros en el pasillo 3 (sga03)

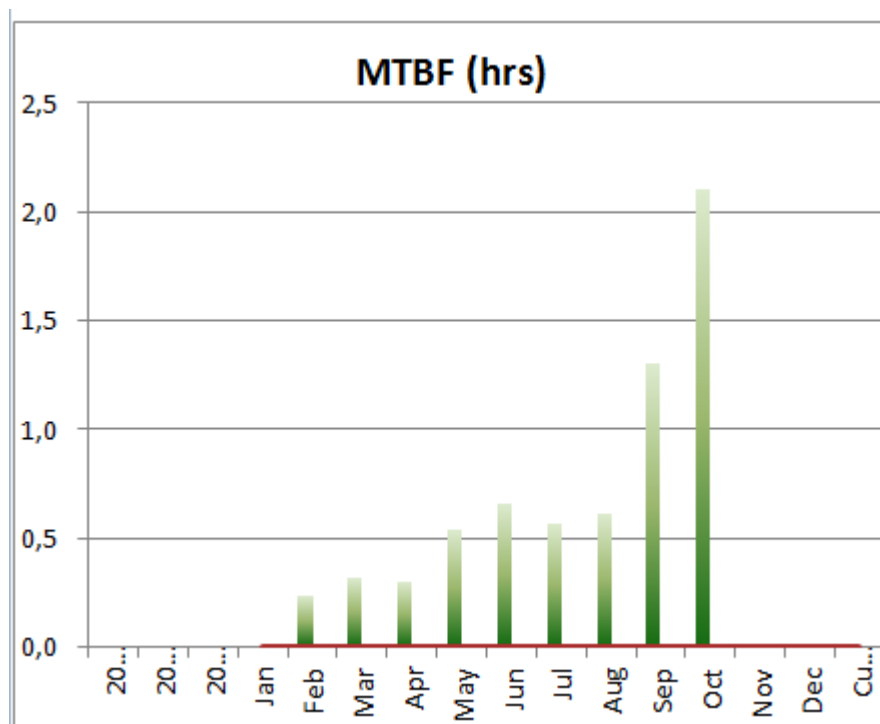


Figura 37: Evolución del MTBF en el pasillo 3 (sga03)

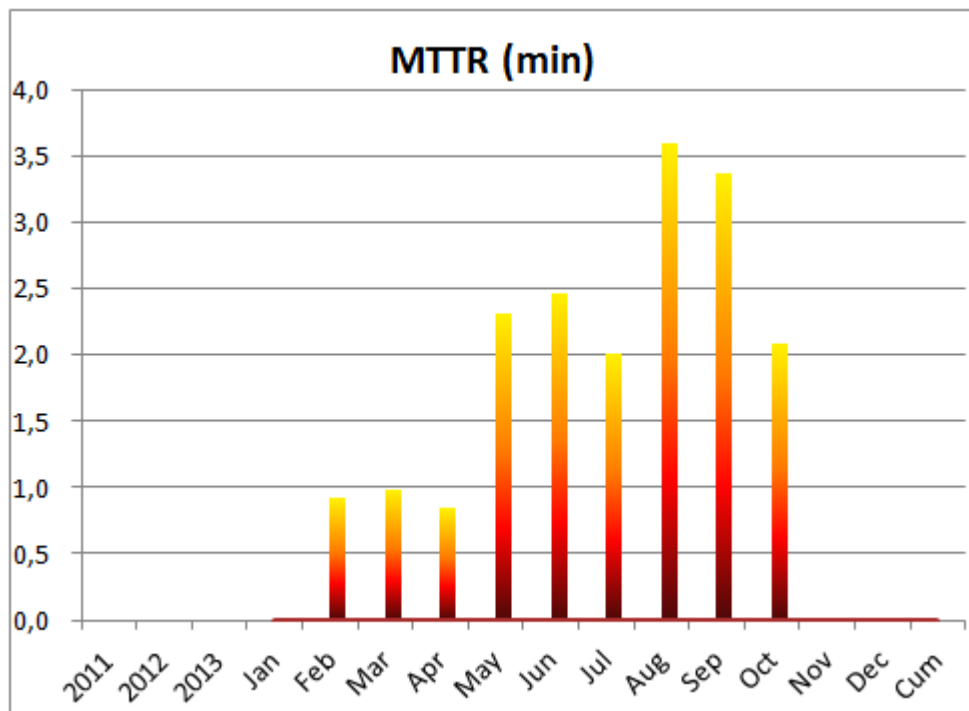


Figura 38: Evolución del MTTR en el pasillo 3 (sga03)

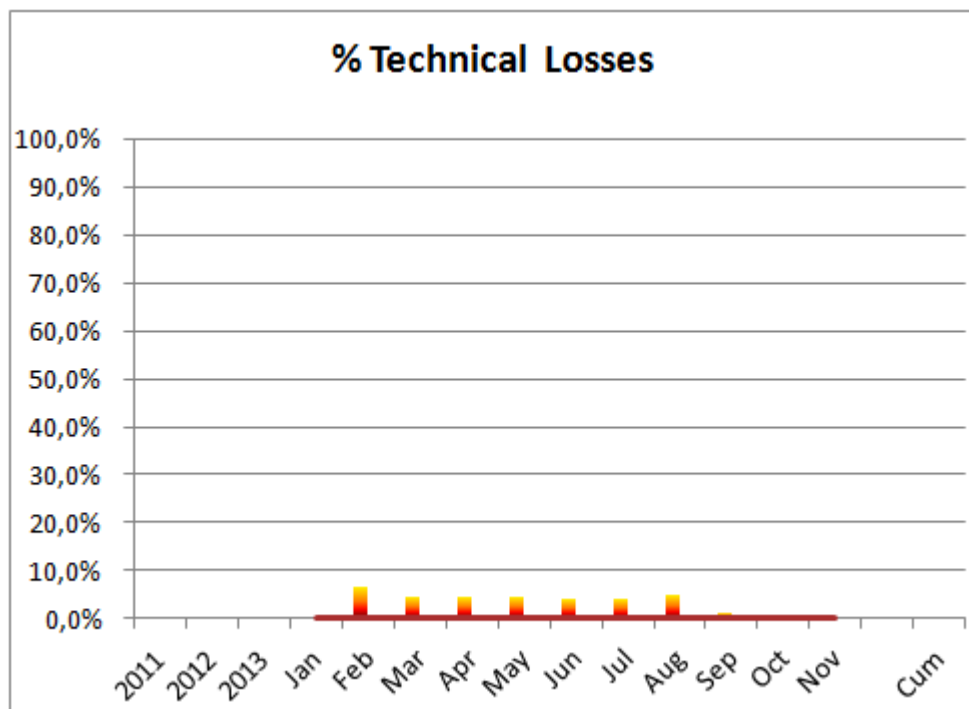


Figura 39: Evolución de las paradas técnicas en el pasillo 3 (sga03)

Para facilitar la toma de datos, se ha instalado una pantalla táctil junto a la instalación y se ha generado una aplicación de recopilación de datos automática. Dicha pantalla, la podemos ver en la siguiente imagen.



Figura 40: Pantalla táctil

A la fecha de la realización de este proyecto todavía no está esta aplicación en funcionamiento, debido a que han surgido problemas burocráticos para el desbloqueo de pc. Se espera tenerlo listo con la mayor brevedad de tiempo.

### **5.3- Mantenimiento Autónomo**

Dado que la implantación del Mantenimiento autónomo implica que se involucren las personas y la organización en la nueva gestión de los equipos y su mantenimiento con los cambios y aprendizaje necesarios, será preciso que dicha implantación tenga lugar de forma paulatina, asumiendo distintos niveles cada uno de los cuales suponga una nueva progresión.

A continuación enumeraremos cuáles pueden ser los niveles de implantación progresiva, en cada uno de los cuales se deberá asegurar la consecución de los objetivos del TPM, es decir, mejorar la eficiencia, productividad y flexibilidad:

- **Nivel básico:** se referirá a la introducción del mantenimiento básico, cuyo objetivo es la limpieza, engrase y apriete o ajuste de electos fijos o móviles de los equipos
- **Nivel de eficiencia** de las condiciones de los equipos: este nivel, que se acometerá una vez asumido el anterior, tiene como finalidad lograr mejoras efectivas a través de la inspección y consiguiente eliminación o reducción de las 6 grandes pérdidas. En este nivel el equipo debe alcanzar sus condiciones óptimas de trabajo.
- **Nivel de plena implantación:** Con éste, el mantenimiento autónomo alcanzará la implantación completa, con la consiguiente organización de la operativa con el equipo e integración con la misma. Se estandarizará la operativa, su preparación y actividades que comporta y se integrará en ella el mantenimiento al nivel óptimo. Se estandarizará el control y se implantarán sistemas de control visual. Así mismo s e integrará la mejora continua en todos los aspectos citados.

### 5.3.1- Nivel Básico

Este nivel será fundamental para conseguir lograr la implantación del mantenimiento autónomo, dado que será la base sobre la que se apoyarán el resto de etapas. Será el primer paso para comprobar que el operario está receptivo para el cambio de actitud con relación a la manera de afrontar su trabajo diario. Habrá llegado el momento de poner en práctica lo que se ha aprendido a lo largo de su entrenamiento, y lejos de ser una cuestión de añadir tareas de gran complejidad a su trabajo diario, será una cuestión de asimilar como propias unas tareas sencillas, que antes no interpretaba como suyas.

En este nivel se desarrollan las siguientes etapas del programa de implantación:

1. Limpieza inicial e inspección
2. Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles
3. Establecimiento de estándares de limpieza, inspección y otras tareas de mantenimiento autónomo provisionales.

**Etapas 1. Limpieza inicial**

La primera etapa en la implantación de un programa de mantenimiento autónomo consiste en una limpieza inicial del equipo y sus accesorios. La importancia de la limpieza es fundamental en el mantenimiento autónomo, hasta el punto de ser el pilar básico donde se apoya todo el programa. La propia actividad de producción y los mismos equipos con los que se opera para llevarla a cabo, entre otros elementos, pueden generar suciedad.

Esto implica que en el TPM la limpieza no es una actividad meramente estética o de maquillaje del equipo, sino que su significado hay que entenderlo como medio de inspección y control del equipo y sus piezas.

Así, la limpieza representa tocar y mirar cada pieza de la instalación y cada área escondida del equipo, removiendo partículas de polvo, residuos, grasa, suciedad, etc. Que se adhieren al equipo, en busca de defectos ocultos y disfunciones latentes. Todo ello supone que la limpieza debe ser profunda, y abarcar la máquina o equipo, tanto a nivel interno como externo.

Gracias a la limpieza podrán detectarse anomalías que pueden incidir en el tiempo de vida del equipo, en la mejora de la calidad, en el medio ambiente en el que se trabaja y en la reducción general de tiempos de producción perdidos.

Para realizar la limpieza inicial del almacén automático se dispuso de un equipo compuesto por los tres controladores de la instalación pertenecientes cada uno, a uno de los tres turnos de trabajo. La tarea se llevó a cabo aprovechando la parada productiva de un fin de semana.

La primera tarea del equipo consistió en realizar una pequeña auditoria visual del estado de la maquinaria. Para tener constancia del status inicial se utilizó una cámara fotográfica. Esto ayudará a reflejar con mejor exactitud la situación inicial.



Figura 41: Imágenes de las cabinas de los traslos

Se detectaron muchos puntos de suciedad. Se trata de una instalación poco accesible para las labores de limpieza, por lo que se encontraron zonas en las que la impresión de abandono total era palpable.



Figura 42: Entradas de sga03 y sga04

Suciedad generada por piezas viejas caídas de los cajones y pallets de transporte, etiquetas. El acumulo de suciedad provocó un desanimo generalizado en un primer momento.



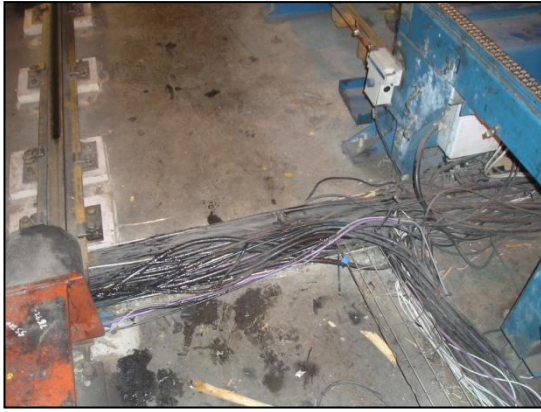


Figura 43: Cableados de la instalación

Se pudo observar el mal estado de los cableados, algunos de ellos antiguas líneas que no se habían retirado. Tal y como vemos en las fotografías tomadas durante la inspección las mayores anomalías se encuentran en el sistema eléctrico. Aquí se encuentran cajas eléctricas abiertas, falta de componentes del sistema, falta de canalizaciones eléctricas, etc.



Figura 44: Pasillos con filtraciones

Con la ayuda de un aspirador industrial se limpiaron toda la superficie de la máquina con el objeto de eliminar el polvo y las partículas extrañas que pueden introducirse

en los elementos rotativos o deslizantes de la instalación, en los circuitos eléctricos, etc. , provocando fallos o averías por obstrucción, fricción, resistencia, cortocircuito, etc.

Además se limpiaron los manchas de grasas y aceites, restos de etiquetas, restos de desgaste de los pasillos acumulados durante años. Limpieza de células y espejos, pantallas táctiles de control, rodillos y salidas de cajones etc.

En las siguientes imágenes podemos ver un antes y un después muy significativos.



Figura 45: Cabina del traslo



Figura 46: Horquillas



Figura 47: Cabecera del traslo

Conjuntamente con la inspección se realizan las siguientes tareas:

- Reapriete de tornillos de cajas eléctricas
- Ajuste de detectores
- Ajuste de topes mecánicos
- Limpieza de cadenas y soportes.
- Engrase de cadenas y rodamientos
- Verificación de fugas de aire y aceite
- Limpieza de juntas de estanqueidad de las cadenas

## **Etapas 2. Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles**

Esta etapa llega de forma natural después de realizar la limpieza inicial y comprobar que el equipo se vuelve a ensuciar rápidamente o existen zonas cuyo acceso es imposible y peligroso, de tal forma que el tiempo y esfuerzo invertido es enorme. Esto lleva a activar la motivación de los operarios para descubrir y eliminar cualquier desviación del óptimo de la máquina.

Esta actividad se desarrolla decalada una semana en el tiempo que la limpieza inicial. El objetivo es mantener la mentalidad abierta de los operarios para que la actividad sea más eficaz.

En cualquier caso es conveniente que se registren las incidencias halladas durante la limpieza e inspección, indicando la pérdida de capacidad que puede suponer para el proceso.



Las actividades propias de esta fase son:

- *Identificar y eliminar los focos de suciedad*
- *Mejorar la accesibilidad a las zonas susceptibles de ser limpiadas*
- *Elaborar e incorporar herramientas adecuadas para llevar a cabo con eficacia la limpieza.*

Cada desviación encontrada tiene asignado un responsable directo de ejecución. Este responsable puede ser interno, siendo los departamentos de almacén o de mantenimiento los responsables, o bien puede ser responsable un proveedor externo a la fábrica.

Los focos de suciedad más importantes detectados durante este periodo son:

#### Pasillos de cajones 1 y 2.

- Transelevadores.

Limpieza interior y exterior de los traslос. Exteriormente se detectan pérdidas de grasa que posteriormente habrá que eliminar. Interiormente acaba llegando al asiento manual todo tipo de etiquetas papeles.



Figura 48: Transelevador pequeño

- Limpieza de espejos y fotocélulas. Estos dispositivos tienden a acumular suciedad y polvo, los cuales provocarán lecturas erróneas y futuras paradas de máquina.



Figura 49: Espejos y fotocelulas

- Limpieza de pantalla táctil.

Al tratarse de una pantalla accionada manualmente suele acumular toda la suciedad que los operarios pudiesen llevar en las manos durante la manipulación.



Figura 50: Pantalla táctil

- Barrer pasillo.

Los pasillos acaban acumulando todo tipo de desperdicios que se hayan podido caer de las cargas, etiquetas, papeles. Además el roce del traslo con el raíl genera virutas que es necesario eliminar periódicamente.



Figura 51: Raíl

#### Pasillos de pallets 3 y 4

Además de realizar la limpieza de los mismos puntos que en los pasillos de cajones, hay que hacer hincapié en los siguientes puntos conflictivos.

- Limpieza de botones de control.

Como todo cuadro de mandos manipulado por personal que se encuentra manejando carretilla y cargas manualmente, es fácil que se vaya cubriendo de suciedad.



Figura 52: Botones de control

- Limpieza del armario trasero traslo.

Como se observo en la limpieza inicial era una parte del traslo tendente al acumulo de grasa, aceites, polvo y suciedad en general.



Figura 53: Armario trasero

### Circuito de cajones

El circuito de cajones también requiere que le dediquemos parte de la limpieza, por tratarse de una parte más de nuestra instalación. Los puntos más conflictivos de esta zona de la instalación son los siguientes.

- Limpieza de zona de cajones, ordenador, y del cuadro de mandos.  
Por tratarse de la zona de conteo de materiales y generación de etiquetas, suele ser un foco de suciedad. Además como hemos comentado anteriormente para otros cuadros de mandos, toda parte de la instalación expuesta a la continua manipulación por operarios con guantes o manos sucias es un foco de suciedad.



Figura 54: Zonas de cajones

- Limpieza del escáner.

Es importante que este lector de etiquetas se encuentre en perfecto estado siempre para no dar problemas en las lecturas de los cajones.



Figura 55: Escáner

El objetivo que se persigue con estas actividades es reducir progresivamente el tiempo invertido durante la limpieza, la lubricación y los chequeos, y evitar los focos de suciedad, pero sobre todo aquellos que pueden condicionar la productividad.

### **Etapas 3. Establecimiento de estándares de limpieza e inspección provisionales**

Una vez efectuadas las operaciones de limpieza, se establecen las condiciones básicas (limpieza, lubricación, apretado de tornillos y tareas sencillas de Mantenimiento Autónomo) que aseguran la situación óptima de l equipo. Para ello se fijan los estándares de procedimientos de limpieza, engrase y selección de tornillos.

Para la realización de los estándares se crea un grupo compuesto por personal de Mantenimiento y Producción.

Para el cumplimiento de los estándares es importante que las operaciones no vengan impuestas, es decir, que cuando se establecen los estándares se reflejen las opiniones formuladas por el propio grupo de trabajo.



Las siguientes cuestiones deben contemplarse a la hora de formular y aplicar los estándares:

- *Elementos a inspeccionar a incluir en la estandarización: determinar qué elementos de los equipos han de ser chequeados.*
- *Aspectos clave a estandarizar que prevean los efectos de una limpieza, lubricación y sujeción negligentes.*
- *Metodología a estandarizar: emplear los métodos más simples y fáciles para chequear. En la medida de lo posible, conviene que incluyan controles visuales que ayudan a ejecutar rápida y correctamente las acciones correspondientes. También se incluirán en el estándar los útiles y herramientas que deberán utilizarse en la limpieza, chequeos, lubricación, aprietes, etc., y catalogarlas claramente y organizarlas adecuadamente.*
- *Tiempos estándar: asignar un tiempo determinado para las tareas y establecer objetivos alcanzables. Estos tiempos deben ir reduciéndose en las sucesivas mejoras.*
- *Frecuencia estándar: fijar la frecuencia de las inspecciones y supervisar los resultados. Con las sucesivas mejoras se podrán prolongar estos intervalos de inspección.*
- *Responsabilidades: asignar claramente las funciones de cada persona, evitando descuidos o duplicidades, tanto de funciones como de personal.*
- *Cumplimiento de los estándares: en ocasiones se elaboran adecuadamente los estándares, pero luego no se aplican, o se hace a un nivel muy bajo, de forma que no se reducen las pérdidas, ni se mejora la productividad ni las condiciones de trabajo. El papel del supervisor debe ser, en este punto, determinante para asegurar el cumplimiento de los estándares.*

Los estándares así establecidos responden a las cuestiones tipo básicas: ¿Dónde? ¿Qué? ¿Cuándo? ¿Quién? ¿Cómo?, que facilitan a los operarios realizar fácil, correctamente y sin olvidos los chequeos establecidos.

Estos estándares serán efectivos puesto que estarán debidamente documentados en el propio puesto de trabajo; la documentación deberá contener las instrucciones para efectuar la sencillas operaciones a realizar, así como la frecuencia con la que deben ser realizadas, describiendo claramente los pasos para hacerlo.

A tal efecto se diseña el documento del plan de limpieza para el registro y el control de los trabajos de automantenimiento.

Este documento contiene todas las actividades que se realizan en el Mantenimiento Autónomo con las frecuencias a lo largo del año.

El objetivo de este documento es tener a la vista y de forma accesible el seguimiento de las tareas de mantenimiento a controlar, de manera que, una vez realizadas, el operario pueda anotar rápidamente cómo se han llevado a cabo. Además, al tener datos registrados será más fácil consultar las operaciones realizadas. En la siguiente figura podemos observar una parte de este plan de limpieza, en particular el referente al traslo 3. Podemos ver el plan de limpieza completo en el anexo 5.






FMH	Plan limpieza 5S / 5S-Cleaning schedule	ALMACEN AUTOMÁTICO Automated Warehouse						
ZONA 3.1 TRASLO (máquina 3)								
								
Serial No.	¿Qué limpiar? What to clean	Zona	How ¿Cómo?	Frecuencia / How often				¿Quién? Who
				diario/daily	semanal/ weekly	mensual/ monthly	tiempo	
53	Limpieza interior del traslo	3.1	Trapo y antigrasa			x		Operario / Jaragón
54	Comprobar estado de las fotocélulas y soportes	3.1	Al limpiar		x			Operario
55	Limpiar espejos	3.1	Trapo		x			Operario
56	Comprobar estado de los espejos	3.1	Al limpiar		x			Operario
57	Comprobar estado de los cableados	3.1	Al limpiar		x			Operario
58	Limpieza de botones de control	3.1	Trapo		x			Operario
59	Comprobar estado de balizas (usar botón de lámparas)	3.1	Al limpiar		x			Operario
60	Comprobar funcionamiento de horquillas	3.1	Al limpiar		x			Operario
61	Limpieza láser de lectura	3.1	Trapo	x				Operario
62	Comprobar láser de lectura	3.1	Al limpiar	x				Operario
63	Limpieza botonera armario trasero traslo	3.1	Trapo		x			Operario
64	Comprobar puertas traslo (frontal, lateral y trasera)	3.1	Al limpiar		x			Operario
65	Engrase Guías horquillas	3.1	Grasa			x		Jaragón
66	Engrase rodamientos traslación	3.1	Grasa			x		Jaragón
67	Engrase rodamientos elevación	3.1	Grasa			x		Jaragón
68	Engrase Guías elevación	3.1	Grasa			x		Jaragón
69	Engrase cables (sirgas)	3.1	Grasa			x		Insyme
70	Engrase cadenas BK25	3.1	Grasa			x		Jaragón
71	Muestreo apriete bornas en armario central y cabina	3.1	Destornillador			x		Jaragón
72	Comprobación botoneras, llaves y setas de seguridad	3.1	Al limpiar		x			Operario
73	Limpieza exterior de la cabina	3.1	Trapo y antigrasa			x		Operario / Jaragón
74	Comprobar funcionamiento de los telémetros	3.1	Al limpiar		x			Operario

Figura 56: Una parte del plan de limpieza

### **5.3.2- Nivel de eficiencia.**

Los objetivos de este nivel serán más exigentes que en el anterior; deben consolidarse las mejoras de la productividad y las condiciones de trabajo, acompañadas de una mejora del tiempo de averías.

#### **Inspección general del equipo**

En esta etapa el operario, junto con los oficiales del departamento de mantenimiento realiza una inspección más profunda de las instalaciones.

Esta inspección se realiza a las cinco zonas que componen el almacén automático y, que son objeto de la implantación del proyecto, en período de fin de semana con las máquinas en paro técnico. Esto favorece la accesibilidad a la maquinaria.

En cualquier caso es conveniente que se registren las incidencias halladas durante la limpieza e inspección, indicando la pérdida de capacidad que puede suponer para el proceso.

En esta inspección inicial son detectados diferentes aspectos a mejorar de inmediato en la instalación.

Estas desviaciones del estado óptimo de la instalación son registradas en un archivo en el que se incluye además el responsable de su eliminación y la fecha tope de desarrollo de la actividad.

En su gran mayoría son desgastes producidos por la producción y desajustes de cableados. También se observan falta de fijaciones (tornillos) de los elementos neumáticos.

En la siguiente imagen tenemos un ejemplo de hoja de control (checklist).

Preventive Maintenance Checklist		Automated Warehouse		 BSH Production System
Aug	2012			
Date	Daily	Weekly	Monthly	Comment
01/08/2012				
02/08/2012				
03/08/2012				
04/08/2012				
05/08/2012				
06/08/2012				
07/08/2012				
08/08/2012				
09/08/2012				
10/08/2012				
11/08/2012				
12/08/2012				
13/08/2012				
14/08/2012				
15/08/2012				
16/08/2012				
17/08/2012				
18/08/2012				
19/08/2012				
20/08/2012				
21/08/2012				
22/08/2012				
23/08/2012				
24/08/2012				
25/08/2012				
26/08/2012				
27/08/2012				
28/08/2012				
29/08/2012				
30/08/2012				
31/08/2012				

Cada desviación encontrada tiene asignado un responsable directo de ejecución. Este responsable puede ser interno, siendo los departamentos de producción (FAP) o de mantenimiento los responsables, o bien puede ser responsable un proveedor externo a la fábrica.

**Generación de instrucciones de rearme.**

Uno de los objetivos principales de la implantación del TPM en nuestras instalaciones es la reducción de los tiempos de avería.

Una forma de reducir estos tiempos es la creación de protocolos o procedimientos de rearme de las instalaciones.

Estas instrucciones de rearme deben recoger la siguiente información.

1. Instalación a la que refieren
2. Información visual referida a la instrucción
3. Pasos a seguir para el rearme
4. Personal responsable de realizar las operaciones
5. Estado de funcionamiento de la instalación.

En los anexo 6 se incluye la información necesaria para el rearme de la instalación.

En el anexo 7 tenemos información de cómo actuar ante una avería de más de 30 minutos, los pasos a seguir para bloquear los pasillos.

Todo ello debe de estar al alcance del operario para revisarlo en los momentos en que surja el problema correspondiente.

### 5.3.3- Nivel de plena implantación

Como se ha recalcado anteriormente, el mantenimiento autónomo alcanzará la implantación completa, con la consiguiente organización de la operativa con el equipo e integración con la misma.

Se estandarizará la operativa, su preparación y actividades que comporta y se integrará en ella el mantenimiento al nivel óptimo. Se estandarizará el control y se implantarán sistemas de control visual. Así mismo se integrará la mejora continua en todos los aspectos citados.

#### Sistema de mejora continua

Una de las formas de involucrar a los operarios en la mejora continua de las instalaciones es la implantación de equipos de trabajo CIP (Continuous Improvement Process) procesos de mejora continua.

El proceso de mejora continua tiene como objetivo detectar y eliminar de manera sistemática cualquier tipo de desperdicio. La mejora alcanzada tiene que quedar implantada como un estándar para garantizar la consistencia de las acciones realizadas.

CIP también puede facilitar mejoras adicionales a través de pasos innovadores.

Los pasos a seguir por los equipos CIP para obtener las mejoras serían los siguientes.

- Búsqueda del derroche  
Mediante diagramas de flujo, tormentas de ideas...
- Análisis del problema  
Aplicando reglas como la de los cinco por qué?, hojas de resolución de problemas...
- Acciones
- Control

El equipo CIP del almacén automático estará formado por los controladores de los tres turnos (mañana, tarde y noche), y se podrá implicar también a los operarios que se encuentran colaborando con las tareas de etiquetado de cajones y pallets.

Dispondrán de un tablón donde documentar sus ideas, así como mostrarlas a la dirección, explicándolas ellos mismos. De esta manera su nivel de implicación y motivación se amplifica. En la siguiente imagen podemos observar la forma y distribución del panel CIP.

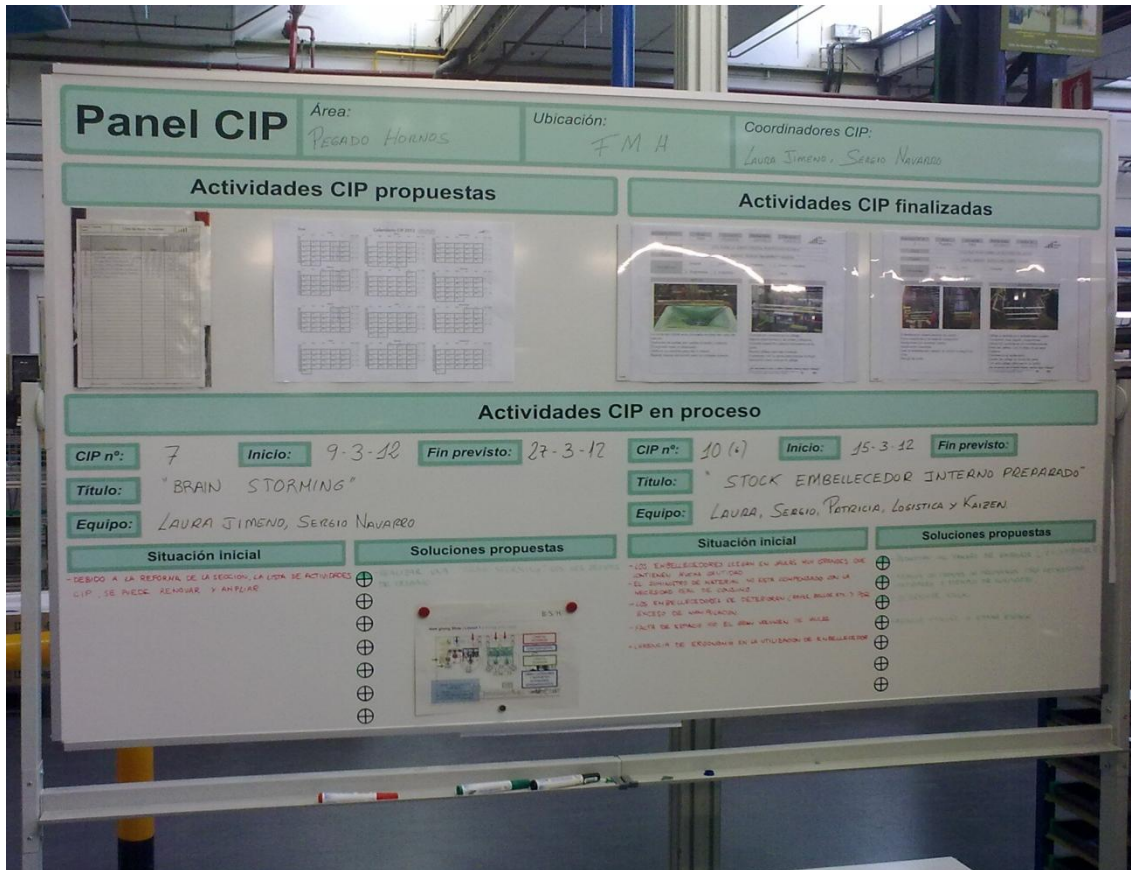


Figura 57: Panel CIP

En el apartado de formación de los trabajadores haremos mención de la formación necesaria para este tipo de grupos de trabajo.

A continuación podemos ver algunas de las ideas que hasta el momento ha llevado a cabo el equipo CIP del almacén automático, así como la forma en que son documentadas.

En la primera podemos observar la creación de un armario para herramientas, esta es una de las primeras actividades CIP para todos los equipos de la fábrica, es una forma de lanzar el proceso CIP, de involucrar a los operarios, y que rápidamente observen una mejora en su trabajo.





Actividad CIP nº 1	Área Almacén	Ubicación FMH	Fecha inicio 02/02/2012	Fecha fin 03/03/2012	BSH Production System	
Título	Sustitución y cambio de las herramientas de reparación					
Equipo	A. Robles / I. Izquierdo / J.M. Olleta / J. Estopañan					
Indicadores	<input type="checkbox"/> Avería	<input type="checkbox"/> FPY	<input type="checkbox"/> Chatarra	<input checked="" type="checkbox"/> Orden y Limpieza		
	<input checked="" type="checkbox"/> Ergonomía	<input type="checkbox"/> Logística	<input type="text"/> Otros			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>ANTES</b></p>  <p>Mal ubicado Dificultad para ver toda la herramienta</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>DESPUÉS</b></p>  <p>Mejor ubicación Herramienta ordenada</p> </div> </div>						
<p>¿Es necesario que el taller Kaizen realice algún trabajo?</p> <p><small>Al hacer clic sobre el SI realizará una petición al taller Kaizen de fábrica, por favor no la envíe sin haberla cumplimentado por completo.</small></p> <p style="text-align: right;"><b>SI</b>      <b>NO</b></p>						

Figura 58: Actividad CIP 1

La segunda actividad que vemos a continuación, es mucho más importante para la instalación. Se trata de un saneamiento de cableados, protegiéndolos además para facilitar la limpieza y evitar los acumulos de suciedad. Para ella se necesitó de ayuda del equipo de mejora continua (Kaizen) del que dispone la empresa, que con su experiencia propuso la protección del cableado como se observa en las imágenes.

Actividad CIP nº 2	Área Almacén	Ubicación A. Autom.	Fecha inicio 11/06/2012	Fecha fin 07/07/2012	
Título	Saneamiento de cables en cabeceras pasillo 3 y 4				
Equipo	A. Robles / I. Izquierdo / J.M. Olleta / J. Estopañan				
Indicadores	<input checked="" type="checkbox"/> Avería <input type="checkbox"/> FPY <input type="checkbox"/> Chatarra <input checked="" type="checkbox"/> Orden y Limpieza <input type="checkbox"/> Ergonomía <input type="checkbox"/> Logística <input type="text"/> Otros				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>ANTES</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>DESPUÉS</b></p>  </div> </div> <p><b>¿Es necesario que el taller Kaizen realice algun trabajo?</b>  <small>Al hacer clic sobre el SI realizara una petición al taller Kaizen de fabrica, por favor no la envíe sin haberla cumplimentado por completo.</small></p> <p style="text-align: right;"><b>si      no</b></p>					
Riesgo de avería y accidentes Suciedad y desorden			Mejora considerable del orden y la limpieza Evitar averías		

Figura 59: Actividad CIP 2

La tercera idea generada por el equipo, se trata de mejorar la ventilación de los pasillos sin riesgos para los operarios. Se trata de instalar una rejilla en las puertas traseras del almacén, que permitan la ventilación de éste y, a la vez evite que entren cuerpos extraños.

Actividad CIP nº 3	Área Almacén	Ubicación A. Autom.	Fecha inicio 04/10/2012	Fecha fin 18/10/2012	BSH Production System
Título Ventilación del Almacén Automático					
Equipo A. Robles / I. Izquierdo / J.M. Olleta / J. Estopañan / JARAGON					
Indicadores	<input type="checkbox"/> Avería	<input type="checkbox"/> FPY	<input type="checkbox"/> Chatarra	<input checked="" type="checkbox"/> Orden y Limpieza	
	<input type="checkbox"/> Ergonomía	<input type="checkbox"/> Logística	<input type="text"/> Otros		

**ANTES**





**¿Es necesario que el taller Kaizen realice algun trabajo?**  
 Al hacer clic sobre el SI realizara una petición al taller Kaizen de fabrica, por favor no la envíe sin haberla cumplimentado por completo. si no

No se podía abrir ventana por riesgo de accidente

Cocentracion de calor

Riesgo de averías en cuadros electricos

Refrigeracion de los pasillos sin riesgos

Figura 60: Actividad CIP 3

### Reuniones departamentales

Toda la información obtenida de la observación, inspección y realización de las actividades de Mantenimiento Autónomo y del control y seguimiento del mantenimiento Preventivo por parte de las subcontratas debe verse reflejado en acciones correctoras y de mejora.

Para el análisis del sistema implantado se establecen unas reuniones bisemanales entre los siguientes departamentos:

1. Departamento de Producción
2. Departamento de Ingeniería
3. Departamento de Métodos y Organización
4. Departamento de Mantenimiento
5. Departamento de logística
6. Empresa externa subcontrata mantenimiento

En estas reuniones se tratará de atacar el principal foco de averías producido en la instalación. Por ejemplo durante los primeros meses de toma de datos de paros y averías de la instalación se observó que los errores de elevación eran el principal problema. Durante esas primeras reuniones se focalizaron en la resolución de ese problema, que finalmente se resolvió colocando un filtro mediante ferrita en cada uno de los pasillos.

### **Auditorías internas**

Como medida para la implementación plena del sistema TPM se crea un sistema de auditorías internas.

Para ello se redacta un cuestionario que será revisado bimensualmente. El cuestionario consta de dos partes. Una en la que se intenta evaluar el nivel de implicación del operario sobre las herramientas facilitadas para el automantenimiento.

- Plan de limpieza y check list. Fuentes de contaminación, tiempo y revisión del plan.
- Eliminación y reducción de dispersión de contaminación y de fuentes de contaminación
- OEE y KPI's.
- Reuniones semanales, cancelaciones y nivel de asistencia.
- CIP y nº de sugerencias por operario.

Y una segunda parte en la que se evalúa el conocimiento sobre la máquina en particular.

- Limpieza de máquina
- Apriete de tornillos en áreas de vibración
- 5S en equipos auxiliares y de medida
- Identificación de material defectuoso
- Máquina aislada de otras fuentes externas de contaminación

En el anexo 8 tenemos acceso a los dos cuestionarios de los que constan estas auditorías.

## **5.4- Mantenimiento preventivo**

Antes de emprender acción alguna, va a ser importante que el departamento de mantenimiento programe y organice de forma secuencial las actividades a llevar a cabo por el mantenimiento especializado a medio y largo plazo.

Dependiendo del nivel de mantenimiento existente en cada empresa, el mantenimiento especializado seleccionará las actividades de mantenimiento que crea oportunas.

**El Mantenimiento planificado o preventivo del almacén automático se encuentra subcontratado a una empresa exterior.** Dicha empresa se encarga de realizar un mantenimiento periódico de las instalaciones a las que nos referimos.

El intervalo de las actividades realizadas por el proveedor es revisado y modificado por mantenimiento. Por decisión de la empresa no se realizan por parte del departamento de mantenimiento de la empresa ningún tipo de actividades planificadas en estas instalaciones. Además se implementa un proceso de control de las actividades realizadas por la empresa externa. El intervalo de actividades será

revisado atendiendo al criterio de ineficiencias de las instalaciones. Este intervalo será evaluado cada 2 meses por el departamento de mantenimiento.

El “*dueño de la instalación*” el departamento de logística y suministros, plantea un pliego de condiciones inicial con los puntos a corregir y los horarios en los que se va a poder acceder a la instalación sin causar problemas a la producción.

- Intervención los sábados de 6:00 a 14:00 horas.
- Dos personas (mecánico y eléctrico)
- Recomendable una reunión el jueves previo para comentar los trabajos a realizar ese sábado.
- De los repuestos específicos se ocupará BSH de suministrarlos.
- De los materiales habituales se encargará el proveedor (cables, chapas...)
- Se realizará un saneamiento mecánico inicial (a definir por mantenimiento)
- Se realizará un saneamiento eléctrico inicial (a definir por mantenimiento)
- Ante cambios grandes, el proveedor deberá estar presente el lunes siguiente a las 6:00 horas para apoyar en el arranque en el primer turno productivo tras el cambio.
- Revisión de las pletinas del pasillo 1 (solo ubicaciones de cajones rojos)
- Se encargará del marcado de las posiciones correctas de espejos, sensores...
- Realizará todas las revisiones periódicas mecánicas que exija el TPM.
- Los ajustes que se necesiten hacer por incidencias que sucedan durante la semana se llevarán al fin de semana.

Este primer pliego de condiciones es completado posteriormente por mantenimiento para definir al detalles las intervenciones técnicas. Dicho departamento desglosa las actuaciones a llevar a cabo por la empresa subcontratada en tres bloques.

### **Actuaciones Mecánicas**

- Soportación armario maquina 3
- Fuga aceite reductora elevación maquina 3
- Revisión rueda motriz traslación

**Actuaciones eléctricas**

- Cambio mecanismos eléctricos interior armario maquina 3
- Saneamiento cables y elementos de campo
- Portacables flexibles

**Mantenimiento preventivo planificado**

- Revisión cables y poleas de reenvío - M
- Revisión grupo elevación , traslación y horquillas - M
- Revisión rueda motriz y rueda guía de traslación - M
- Revisión rodamientos de apoyo de cuna - M
- Engrases – 2S
  - rodamientos traslación
  - rodamientos elevación
  - guías horquilla
  - guías elevación
  - cables
  - cadenas BK25 - 2M
- Revisión y/o fijación soportes eléctricos de campo - S
- Revisión canales flexibles y estado del cableado - S
- Verificación funcionamiento lámparas - S
- Muestreo apriete bornas en armario central y cabina – S

**5.5- Formación y cualificación de los trabajadores**

Esta fase del proyecto es fundamental para establecer una base adecuada del programa de TPM que evite o limite al máximo las futuras desviaciones en la aplicación del método de trabajo.

Para ello establecemos 3 etapas diferenciadas:

- Anuncio de la dirección de la compañía
- Información extendida sobre sistema TPM a la plantilla
- Formación técnica específica a la plantilla.

Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar TPM

Al inicio de la implantación del TPM en la planta de Montañana, en Enero de 2007 la dirección informó a todos los empleados y órganos departamentales de su intención de implantar el TPM y transmitir su entusiasmo por el proyecto. Esta información se llevó a cabo a través de una serie de reuniones internas y boletines informativos enviados por correo electrónico donde se explicaba el concepto, metas y los resultados esperados. Previo a dar este paso es imprescindible que la alta dirección tenga la completa convicción de la necesidad y de la utilidad de implantar el nuevo sistema de gestión.

### **Información sobre TPM**

La segunda etapa comprende una política de difusión al alcance de todo el mundo que permita entender el concepto de TPM, y cuál va a ser su papel. Un aspecto fundamental de esta etapa es eliminar la resistencia que emana en toda planta cuando se promulga la decisión de introducir un cambio que va a afectar a un colectivo de la plantilla. El TPM supondrá que la división del trabajo y la especialización (que supone que los operarios manejan el equipo, el personal de mantenimiento lo repara) desaparecerán con el TPM, lo que a su vez será un handicap a superar. La realización de esta campaña de difusión del sistema TPM se contrató con una empresa exterior especializada en este tipo de formaciones.

La empresa en particular es OFYDE Consultoría y Formación

El temario del curso formativo tuvo el siguiente índice:

- 1) Éxito del TPM en Japón - JIPM.
- 2) Preparación del TPM.
- 3) Implementación del TPM.
- 4) Mantenimiento Autónomo clave del TPM.
- 5) Estrategia de Mantenimiento Preventivo Efectivo.
- 6) Capacitación y entrenamiento una necesidad imprescindible en TPM-MA.
- 7) Equipos de trabajo - Competencia, premios, incentivos.
- 8) Medición de la Efectividad Global del Equipo.
- 9) TPM y la Teoría de restricciones / Flujo continuo de manufactura.
- 10) TPM y Benchmarking.



El ciclo formativo tuvo lugar en tandas de 15 personas a lo largo de Febrero y Marzo de 2011.

El participante aprenderá los conceptos fundamentales del TPM (Mantenimiento Productivo Total) y lo reconocerá como una nueva filosofía de trabajo en las empresas, utilizando sus pilares como herramientas fundamentales para la planificación y control de la producción, en busca de la excelencia y reducción de costos.

### **Formación técnica específica a la plantilla.**

Con el objetivo de profundizar en la capacitación y formación técnica de los operarios

que componen la plantilla de las secciones implicadas se contactó con el Centro de Formación de Salesianos en Zaragoza.

Este centro es especialista en formación técnica para empresas.

Los puntos sobre los que se quiere preparar a los operarios son los siguientes.

- Electricidad
- Neumática
- Informática
- Calidad
- Hidráulica

Con estas necesidades el Centro de Formación de Salesianos prepara una serie de ciclos formativos que se llevan a cabo a lo largo del segundo semestre de 2011.

El curso tiene carácter teórico (35%) - práctico (65%) con una duración de 60 horas repartidas en 12 sesiones. El Facilitador realiza las exposiciones con ayudas audiovisuales donde se resumen los conceptos principales de cada contenido. Los participantes recibirán estas presentaciones impresas y podrán seguir fácilmente la exposición, tomando apuntes en las mismas hojas. Luego se reforzarán los conceptos teóricos con trabajos prácticos elaborados, discutidos y desarrollados por los participantes reunidos en equipos de trabajo. La participación individual será motivada a través de discusiones sobre los temas vertidos en la exposición.

Como producto final los participantes agrupados en equipos de trabajo deben presentar un proyecto final.

Estas formaciones no son accesibles para todo el personal de la empresa, por cuestiones de tiempo, y personales. Por eso cada vez que se forma un nuevo grupo TPM alrededor de una instalación se realizan, internamente dentro de la propia planta de Montañana, formaciones básicas a cerca de TPM, así como de algunas herramientas que se utilizan dentro del sistema, como la formación de equipos CIP, que suele ir ligada a la primera.

Para ello se muestran distintas diapositivas que podemos revisar en los anexos 9 y 10.

# CONCLUSIONES

## **6- Conclusiones.**

La implantación del proyecto ha mejorado la disponibilidad de información de gestión gracias a la implementación de hojas de registro para la recogida de datos, así como a la creación de bases de datos, que proporcionan un histórico de averías. Este histórico reforzará la toma de decisiones dentro del proceso de mejora continua de la empresa.

De acuerdo con la filosofía del TPM, uno de los objetivos es que los operarios sean autónomos para reparar pequeñas averías en sus máquinas y liberar así al departamento de mantenimiento para que ejecute grandes reparaciones y participe activamente en el diseño de nuevas instalaciones.

Al comienzo de la implantación del proyecto en Febrero de 2012, dentro de la plantilla de BSH Electrodomésticos España S. A. en su sección de almacén no existía ningún operario capacitado para realizar pequeñas reparaciones.

La ejecución del proyecto ha supuesto una potenciación en las personas implicadas de los siguientes campos:

- Aumento de la cualificación para descubrir fallos y averías
- Aumento del interés y la motivación
- Aumento en la formación en el conocimiento de las funciones de los elementos que fallan
- Aumento en los conocimientos sobre la repercusión de los fallos, cuando antes se despreciaba su análisis transformándose en crónicos.

Ha supuesto la capacitación de los tres controladores del almacén automático para la reparación y análisis de pequeñas averías y anomalías de la instalación.

Con la formación sobre el sistema TPM y la implantación del nuevo sistema de gestión el cien por cien de la plantilla es conocedora de los métodos y procedimientos de actuación del TPM.

Se han creado actividades estructuradas de Mantenimiento Autónomo. Se integra el mantenimiento de equipos a través de rondas o inspecciones rutinarias en las que se efectúan controles visuales, medidas simples de parámetros, lubricación de puntos de engrase, pequeños ajustes y operaciones de mantenimiento elemental.

En el transcurso de estos meses de recopilación de datos se han podido observar las siguientes mejoras, ofreciendo datos globales de la instalación.

- Hemos conseguido reducir el **número de paradas mensuales**, que habían alcanzado valores del orden de las dos mil paradas que llegamos a tener en junio, justo antes de empezar a realizar acciones (hasta entonces solo se estaban recogiendo datos), hasta estabilizarlo en octubre a 1156 paradas, con unas producciones en fabrica bastante elevadas.
- Los resultados del **MTBF** también nos muestran la mejoría de las instalaciones, pasando de las 0,2 horas entre fallos, a las actuales 0,5 horas.
- Igualmente el **MTTR** también ha evolucionado hacia una mejora singular, llegamos a tener un tiempo medio para reparación de 4,1 minutos, y lo hemos estabilizado por debajo de la mitad, 1,8 minutos.
- Las paradas técnicas han pasado de estar en valores superiores al 15%, a estabilizarse por debajo del 5%.
- Todo esto ha hecho que la OEE global adquiriera valores por encima del 90%.

Esta mejora de los indicadores está basada principalmente en;

- Implantación de un sistema de gestión de mantenimiento apoyado en la recogida de datos productivos y que permite un análisis técnico y organizativo del mantenimiento autónomo y preventivo.
- Implantación de una dinámica de mejora continua estable a través del coordinador de actividades CIP de la organización de la empresa.

El principal resultado de esta implantación, pensando en el medio y largo plazo, ha sido el cambio en los métodos de mejora continua de la organización dentro de la sección de almacén. Como consecuencia de la implantación se comenzó con la sistemática estructurada de reuniones para gestionar la mejora. Se establecieron varios niveles de reuniones

- Reunión interrelevos de 5 minutos: Pensada para transmitir las incidencias de un turno a otro y registrarlas en una base de datos.
- Reunión semanal: en la que se reúnen los responsables de la instalación, con el responsable de la Mejora Continua, el responsable de mantenimiento y un responsable del departamento de organización para revisar las incidencias anotadas diariamente.
- Reunión mensual: se realiza el seguimiento de todas las acciones pendientes de las reuniones y se lanzan otras nuevas.

La implantación de este proyecto ha supuesto un cambio en la mentalidad de gestión en cuanto a mantenimiento se refiere. Se ha hecho participe a los operarios de producción de las actividades de mantenimiento de las instalaciones, así como en la toma de decisiones.

# BIBLIOGRAFÍA

## **7- BIBLIOGRAFÍA**

Libros consultados

**[1] Boucly, Françis**

“Gestión del Mantenimiento”

AENOR (1999)

**[2] Dennis McCarthy and Dr Nick Rich**

“Lean TPM”

Elsevier Butterworth-Heinemann (2004)

**[3] Peter Willmott & Dennis McCarthy**

“TPM – A Route to World-Class Performance”

Elsevier Butterworth-Heinemann (2001)

**[4] Rey Sacristán, Francisco**

“Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo”

Madrid: Fundación Confemetal, D.L. 2001

**[5] Suzuki, Tokutaro**

“Nuevas directrices para el TPM”

Madrid: TGP-Hoshin, D.L. 1998

**[6] Cuatrecasas Arbós, Lluís**

“TPM: hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción”

Barcelona: Gestión 2000, D.L. 2002

**[7] Suehiro, kikuo**

“Eliminación de pequeñas paradas en máquinas y líneas automáticas”

Orgon ; Madrid : Productivity Press : TGP, cop. 1995

**[8] Royo, Jesus A. ; Bolea, Mariano; Torres, Fernando; Aguilar, Juan José**



“Mantenimiento Industrial Integral”

Kronos , Zaragoza 2002

