



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



MANTENIMIENTO PLANIFICADO Y SU
APLICACIÓN EN LA MEJORA DE
RESULTADOS DE LA EMPRESA ICE CREAM
FACTORY COMAKER.

TRABAJO FIN DE GRADO

Realizado por:

Germán Manjón Castillo

Titulación:

Grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial

Director del trabajo:

Nicolás Laguarda Miró

Valencia, Junio 2018

Agradecimientos:

Me gustaría dedicar este trabajo a todo aquel que se ha involucrado en mi formación, no solo en lo que al grado de Ingeniería Electrónica compete, si no también durante toda mi formación como estudiante y sobretodo como persona. Creo que todo el mundo puede aportar su punto de vista o su concepción del mundo para beneficiar a los demás de algún modo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETO	3
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. OBJETIVO	4
1.3. JUSTIFICACIONES	5
2. GENERALIDADES	6
2.1. HISTORIA DE ICE CREAM FACTORY COMAKER	6
2.2. ¿QUÉ ES EL TPM?	8
2.2.1. ESTRUCTURA DEL TPM	9
2.2.2. LAS '5 S' DEL TPM	9
2.2.3. LOS 8 PILARES DEL TPM	11
2.2.4. WORLD CLASS MANUFACTURING	20
3. APLICACIÓN DEL TPM EN ICFC	23
3.1. IMPLANTACIÓN DEL TPM	23
4. DESARROLLO PRÁCTICO	38
4.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN EN CONO-MIDI	38
4.1.1. ELABORACIÓN DE UN CONO	39
4.2. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO EN CONO-MIDI	45
5. APARTADO ECONÓMICO	47
6. CONCLUSIONES	48
7. BIBLIOGRAFÍA	50
8. ANEXOS	51

1. OBJETO

1.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de las siguientes páginas se va a llevar a cabo un análisis exhaustivo sobre el mantenimiento planificado en el ámbito industrial y la aplicación que se está llevando a cabo en Ice Cream Factory Comaker, una empresa dedicada a la fabricación de helados de larga tradición.

Se ha realizado un desglose de las bases del TPM, profundizando en las tareas que se han realizado durante el periodo de cuatro meses de prácticas en dicha empresa desde el planteamiento teórico y la aplicación real, tales como el mantenimiento predictivo, el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la mejora continua.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la planta industrial y la cantidad de líneas de producción de que consta la empresa, se va a realizar el análisis del mantenimiento planificado aplicado a la línea CONO-MIDI.

A continuación se detalla la manera de proceder genérica, y sobre la que se basará este trabajo, para la ejecución del mantenimiento planificado (englobando el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo y el mantenimiento autónomo):

- 1.- Adquisición de datos y análisis del proceso de producción.
- 2.- Estudio de elementos de posible avería (sensores, neumática, etc.) y estimación de frecuencias de revisión para prevenirlas.
- 3.- Creación de una gama de registro para la recopilación de los elementos de posible avería y registro de ellas.
- 4.- Documentación de las revisiones realizadas por los operarios de mantenimiento y producción.
- 5.- Realización de un plan de acción para actuar en consecuencia a la información de las anteriores revisiones.

Este esquema es el que se ha realizado con todas la líneas de producción para aplicar el TPM en Ice Cream Factory Comaker, siguiendo estos pasos se crea un registro completo de los elementos a los que aplicar el mantenimiento planificado.

1.2.OBJETIVO QUE PERSIGUE ESTE TFG

El objetivo que se persigue es el análisis de la maquinaria de una línea de producción para conseguir la máxima eficiencia productiva y el mínimo en averías posibles, las bases del TPM.

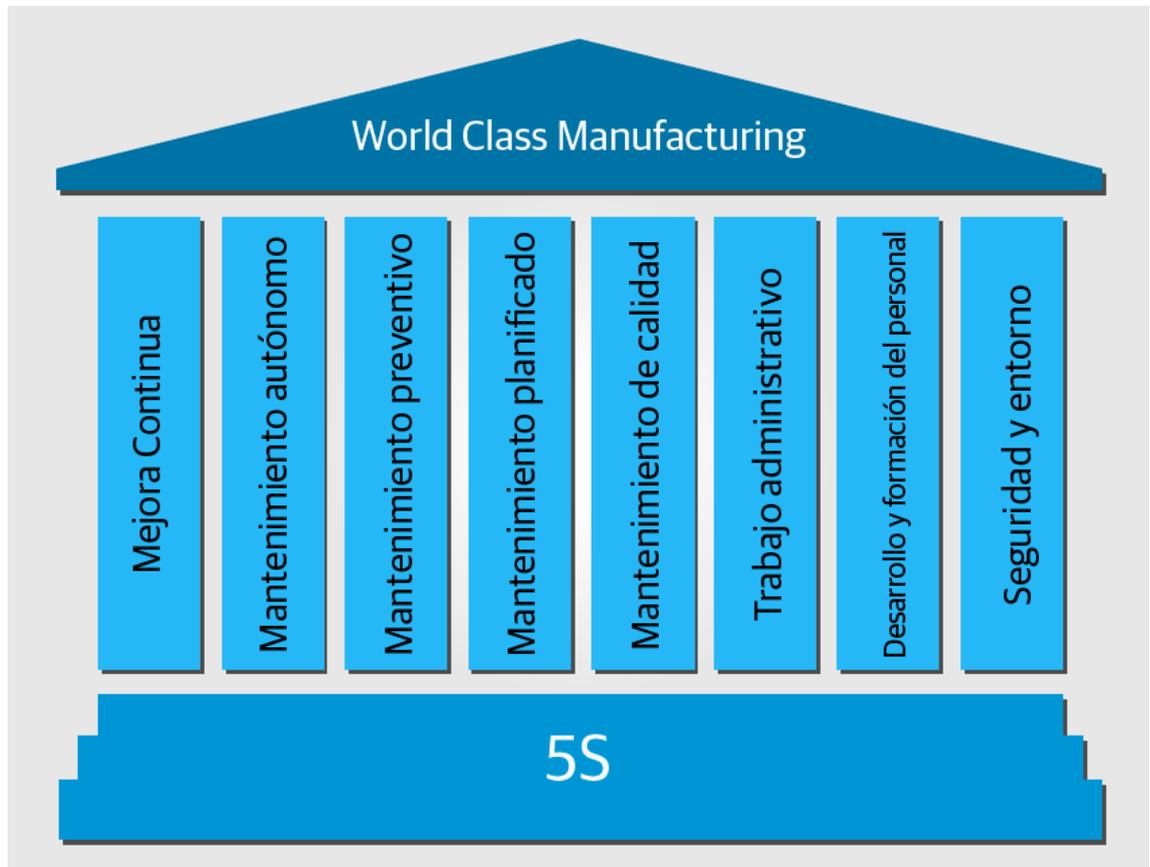


FIGURA 1. Estructura del TPM

Para ello se define en qué consta el Mantenimiento Productivo Total, profundizando en los pilares en los cuales se ha realizado el estudio y puesta a punto en la planta industrial de Ice Cream Factory Comaker.

Una vez realizada la puesta en escena del TPM se procede al análisis de los resultados obtenidos para comprobar el correcto funcionamiento del mismo en relación a los indicadores reconocidos de la efectividad del Mantenimiento Productivo y junto con los datos obtenidos en el trabajo de campo ofrecen una información más que suficiente para conocer si hay o no un correcto funcionamiento del TPM por parte del departamento de mantenimiento en ICFC.

1.3. JUSTIFICACIONES

Hoy en día el mantenimiento industrial tiene un protagonismo esencial dentro de la gestión de las operaciones en toda empresa. Esto se debe a la necesidad de prolongar la vida útil de los elementos de una línea de producción, garantizando una mayor productividad y eficiencia.

En Ice Cream Factory Comaker no es diferente, el Mantenimiento Productivo Total se instaura con la intención de reducir las averías y aumentar la productividad ya que antes de la implantación de este sistema se actuaba sobre avería.

Al observar los avances conseguidos en cuatro años se decide como motivo principal de este documento el análisis de los resultados de la aplicación del TPM, más concretamente del Mantenimiento Planificado, en la planta industrial de Ice Cream Factory Comaker en general, y en la línea CONO-MIDI, la más problemática de toda la fábrica, en particular.

2. GENERALIDADES

2.1. HISTORIA DE ICE CREAM FACTORY



FIGURA 2. Ice Cream Factory Comaker en Alcira

El objeto de estudio de este documento es el funcionamiento de una fábrica dedicada a la elaboración de helados. La empresa a la que pertenece dicha fábrica, actualmente Ice Cream Factory Comaker (ICFC), está englobada en una sociedad adquirida en 2010 por el fondo de capital riesgo Ibersuizas.

El pasado de ICFC se remonta a la antigua Avidesa (Avícolas y Derivados), que fue una sociedad mercantil fundada por Luis Suñer en 1956, con sede en Alzira. Inicialmente la actividad empresarial de Avidesa se centraba en la explotación avícola pero a partir de agosto de 1964 se creó la división de “Helados, postres y dulces”, la cual tuvo un gran éxito, por lo que se convirtió en la actividad principal de la empresa y en los años 1980 se abandonó lentamente la producción avícola. Esta década fue difícil para Avidesa: el secuestro de Luis Suñer por parte de la ETA y el desbordamiento del pantano del año 1982, que dejaron anegadas la gran mayoría de factorías del grupo, supuso un duro golpe del que no fue tarea fácil recuperarse.

En 1993 el banco BBVA, propietario por ese entonces de Avidesa, vendió la compañía a Nestlé y los helados empezaron a comercializarse bajo la marca Camy. En 2003 Guillermo Lamsfus adquirió las instalaciones de Avidesa a Nestlé y se creó la

nueva sociedad denominada Ice Cream Factory Comaker, invirtiendo 19 millones de euros para la modernización de la planta.

Actualmente la planta de Alzira está considerada una de las más importantes de Europa siendo la que más helado produce de toda España y, además, emplea a más de 400 personas. ICFC produce en España, Francia e Italia y exporta principalmente a Europa, Australia, Asia, África, Oceanía y Norteamérica.

En el año 2016 se realizó una inversión de 30 millones de euros para la ampliación de la planta y la modernización de algunas de las líneas de producción. En dicha ampliación se incluye la línea CONO-MIDI, objeto del presente estudio. También se desarrolló un plan de eficiencia energética reduciendo emisiones y mejorando su sostenibilidad.

En la actualidad ICFC emplea a 350 personas en plantilla fija, llegando hasta los 500 trabajadores en campaña alta. A nivel de calidad del producto queda probado que están realizando una gran labor después de haber conseguido el premio por tercer año consecutivo a *Mejor Helado de España*. Por otro lado, la gama de graneles “Parlour” ha sido reconocida a nivel internacional con el premio al *Mejor Helado de Gran Bretaña*.

Es una de las principales factorías de su sector y la que más produce a nivel nacional. Su estrategia de empresa persigue el principio de: “La marca de nuestros clientes es nuestro único negocio”.

Por todo esto, se puede afirmar que Ice Cream Factory Comaker es todo un líder en su sector y al ser una empresa de tal magnitud resulta necesaria una producción continuada de todas sus líneas de producción para mantener la competitividad. Es aquí donde entra en escena el Mantenimiento Productivo Total o TPM.

2.2. ¿QUÉ ES EL TPM?

El Mantenimiento productivo total (del inglés: Total Productive Maintenance, TPM) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) con la finalidad de lograr eliminar las pérdidas en producción originadas por el estado de los equipos. En otras palabras, mantener los equipos disponibles para producir al máximo, sin paradas no programadas.

Las fuentes de pérdidas se agrupan en las llamadas “seis grandes pérdidas” y son las siguientes:

- **Fallos del equipo** que producen pérdidas de tiempo.
- **Ajustes de máquinas** o tiempos muertos, en los que entran los cambios de formato, cambios de producto, etc.
- **Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores)** que ocurren en el transcurso de la producción. Están relacionadas con las pérdidas de tiempo por instrumentación defectuosa, problemas con la producción, pequeñas obstrucciones, etc.
- **Velocidad de operación reducida**, cuando el equipo no funciona a su capacidad máxima. Las pérdidas en este caso están relacionadas con la producción por no trabajar a la velocidad programada.
- **Defectos en el proceso:** al haber defectos en el proceso desperdicia la producción creando merma u obligando a reprocesar los productos defectuosos.
- **Pérdidas de tiempo** como las que ocurren en la puesta en marcha de un nuevo proceso o en los periodos de pruebas.

Visto esto se concluye que para acabar con las “seis grandes pérdidas” todo el personal relacionado con la producción ha de estar involucrado en el TPM, no solo el departamento de mantenimiento. Para llevarlo a cabo es necesario que los operarios de producción, los operarios de limpieza y todo aquel que intervenga en la fabricación del producto participen en él.

Para la eliminación total de estas pérdidas asociadas a paros, costes y calidades es necesario alcanzar los “3 ceros” que son: cero accidentes, cero defectos y cero pérdidas.

2.2.1. ESTRUCTURA DEL TPM

El TPM tiene una estructura basada en un concepto denominado las “5 eses”. Su finalidad es optimizar el espacio de trabajo y facilitar la labor de los empleados para sacarle el máximo provecho.

Sobre esta base se erigen los ocho pilares del TPM que son: mejora continua, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento preventivo, mantenimiento de calidad, trabajo administrativo y seguridad y entorno.

Estos pilares son el camino hacia la cima, el World Class Manufacturing, que representa la excelencia. Este concepto es algo casi imposible de conseguir ya que representa la perfección de la producción.

2.2.2. LAS ‘5S’ DEL TPM

Las 5 eses cimientan el mantenimiento productivo total, su nombre proviene de la inicial de cada nombre en japonés que designa cada uno de sus cinco niveles. Esta técnica de gestión se ha implantado en numerosas organizaciones, desde empresas industriales a centros educativos. Las 5s están basadas en cinco principios simples.

Clasificación (*seiri*): Separar innecesarios

En primer paso consiste en identificar todos los elementos innecesarios que ocupan el área de trabajo para desprenderse de ellos. Para llevar a cabo este paso se sigue esta jerarquía, basada en el tiempo de uso, como ayuda para clasificar dichos objetos:

- Se desecha todo lo que se usa menos de una vez al año. En este caso hay que saber diferenciar si el objeto en cuestión, aunque se use menos de una vez al año, merece la pena desecharlo; aquí se incluyen objetos de

difícil reposición o de un precio elevado. Por ejemplo, en este paso se desecharía una libreta en la que no se ha escrito en un año, pero no un taladro porque no se haya gastado en dos años.

- De lo sobrante, todo aquello que se usa menos de una vez al mes se aparta donde pueda ser almacenado sin molestar en la tarea diaria.
- De lo sobrante, todo lo que se usa menos de una vez a la semana se aparta a un sitio no muy lejano (un armario de la oficina, o una zona de almacenamiento en fábrica).
- De lo sobrante, todo lo que se usa menos de una vez al día se deja en el puesto de trabajo.
- De lo sobrante, todo lo que se usa menos de una vez por hora se deja al alcance de la mano, en el puesto de trabajo.
- Y lo que se usa al menos una vez por hora lo lleva el operario encima.

Estos cinco pasos son la preparación para la siguiente etapa, destinada al orden para aprovechar los lugares despejados.

Organización (*seiton*): Situar necesarios

Consiste en ubicar e identificar los elementos del área para que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Así se entiende que para ello se siga el lema “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

Para que la organización sea efectiva se utilizan ciertos criterios como organizar racionalmente el puesto de trabajo, tener al alcance de la mano los objetos de uso frecuente, la disciplina FIFO (*first in, first out* o ‘primero en entrar, primero en salir’), o clasificar los objetos por orden de utilización.

Limpieza (*seisō*): Suprimir suciedad

Cuando se ha despejado y ordenado, la limpieza es mucho más sencilla. Para este paso se identifican las fuentes de suciedad y se erradican para operar con un área de trabajo en perfecto estado. El incumplimiento de la limpieza puede generar averías o un funcionamiento anómalo.

Los criterios que se siguen son:

- Limpiar, inspeccionar y detectar anomalías;
- Volver a dejar sistemáticamente en condiciones;
- Facilitar la limpieza;

Estandarización (*seiketsu*): Señalar anomalías

Esta 's' está enfocada a identificar irregularidades mediante normas sencillas para que todos puedan llevarla a cabo. Aunque las etapas previas pueden aplicarse solo de manera puntual, en esta etapa se hace hincapié en mantenerlas siguiendo estos estándares:

- Concienciar sobre las consignas “cantidades mínimas” e “identificación de zonas”.
- Favorecer la identificación visual de las anomalías.
- Formar al personal en los estándares.

Mantenimiento de la disciplina (*shitsuke*): Seguir mejorando

En esta etapa se establece un control riguroso del cumplimiento de las 5S, comprobando el seguimiento del sistema y elaborando un plan de acción de mejora continua, si esta etapa no se aplica de manera efectiva, el 5S pierde su eficacia. El objetivo, por medio de esta etapa, es realizar una comprobación fiable y continua del método, teniendo en cuenta que este es solo un medio para llegar al fin que se persigue.

2.2.3. LOS 8 PILARES DEL TPM

Los pilares son estrategias fundamentales para desarrollar el TPM y sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Para poder llevar a cabo todos y cada uno de los pilares es necesario implantar una metodología disciplinada y rigurosa. El JIPM considera como esenciales los siguientes ocho pilares para el desarrollo efectivo del TPM:

Mejora continua

El término *Kaizen* es de origen japonés, y significa "**cambio para mejorar**", lo cual con el tiempo se ha aceptado como "**Proceso de Mejora Continua**". El principio en el que se sustenta la mejora continua, consiste en involucrar a todos los trabajadores para que formen parte de los continuos procesos de mejora a través de pequeñas aportaciones. Así se consigue crear un ambiente en el que todo el mundo es importante y genera una actitud participativa por parte de los trabajadores al valorar su aportación a la empresa.

En el ámbito industrial existe la premisa de que para realizar mejoras se debe realizar una gran inversión de tiempo, dinero y recursos. Esto está relacionado con el proceso de innovación, mientras que con la mejora continua no sucede lo mismo. Aunque normalmente la innovación está enfocada a mejoras representativas, esto no es siempre esencial. Con la mejora continua se aprovecha el recurso más infravalorado de toda empresa: el capital intelectual, es decir, el conocimiento del trabajador sobre la máquina en la que opera; consiguiendo así mejoras significativas con una inversión baja.

Por tanto, los objetivos del *Kaizen* pasan por descubrir los problemas o posibles mejoras, dar distintas soluciones para los problemas descubiertos, valorar dichas propuestas y hacer un seguimiento de su puesta a punto; y medir los resultados.

Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo es el pilar más costoso de implantar y el más importante de todos los que forman el TPM. Esto se debe a que los operarios de producción y mantenimiento son reacios a realizar más tareas o cambiar su forma habitual de trabajo. Cambiar las actitudes de los trabajadores es la tarea más costosa del TPM y es por eso que la implantación es prolongada en el tiempo y de constante modificación.

En esta etapa se trata de involucrar progresivamente a los operarios de producción en las tareas básicas de inspección, limpieza o lubricación de su propio equipo (al principio supervisados por técnicos de mantenimiento para que sea efectivo y

así formar a producción). La falta de estas tareas puede acarrear fallos en la calidad del producto o averías en los elementos de las máquinas. Por tanto, si estas tareas se realizan correctamente, poco a poco se van añadiendo nuevas tareas más complicadas para que realicen los operarios de producción.

Para llevar un control de la realización de tareas básicas se crea un manual con una descripción de en qué consiste cada punto del mismo. Aquí se recogerán los puntos a realizar diferenciándolos en puntos en marcha y en parada, y se asignan, dependiendo de su exigencia técnica, a producción o mantenimiento. De esta manera se podrá ir formando a los operarios de producción en tareas de mayor cualificación una vez dominen las tareas ya asignadas, consiguiendo liberar a mantenimiento para centrarse en tareas de mayor responsabilidad.

Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado es esencial para el correcto funcionamiento del TPM ya que su meta es alcanzar el “cero en averías”. Implantar correctamente el mantenimiento planificado implica una inversión de tiempo importante ya que generalmente los departamentos de mantenimiento no disponen de registros con la información que necesita el mantenimiento planificado, ya sea por la falta de datos para establecer las frecuencias con las que se causan averías o de los registros de los recambios, o la descripción de los estándares de trabajo con los que actuar, entre otros.

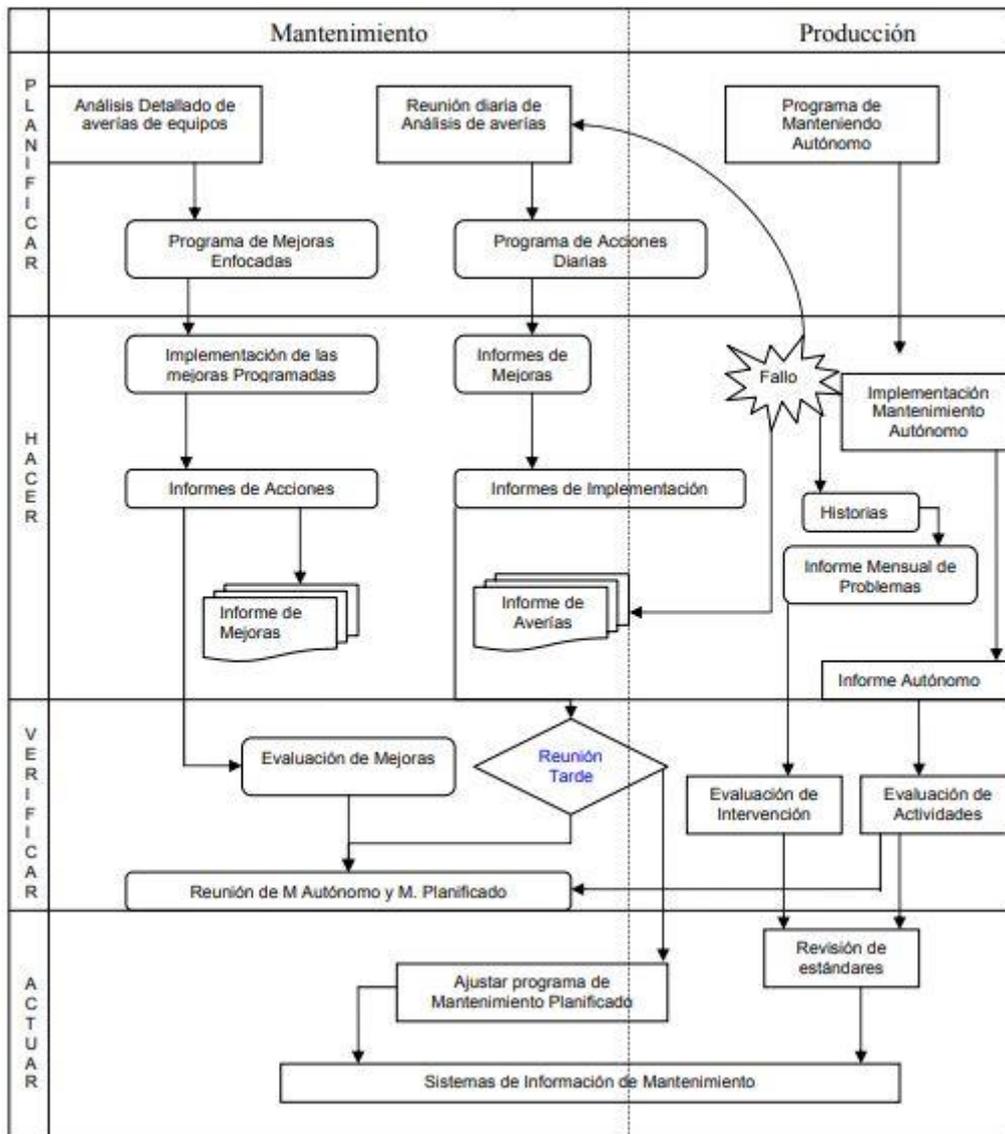


FIGURA 3. Esquema Mantenimiento Planificado. Fuente:
<http://www.mantenimientoplanificado.com>

El mantenimiento planificado engloba tres tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo**, que tiene tal importancia dentro del TPM que se le ha otorgado un pilar exclusivo, se hablará de él posteriormente.
- **Mantenimiento de averías**, que consiste en reparar el equipo una vez se ha averiado intentando limitar los costes de la reparación, para ello hay que formar a los operarios de producción para realizar reparaciones menores en las paradas para inspección.
- **Mantenimiento correctivo**, que consiste en realizar las reparaciones pertinentes cuando se observan; también comprende mejoras para

realizar correctamente el mantenimiento preventivo. Este fue el primer tipo de mantenimiento que existió hasta que la industria evolucionó y con ella el mantenimiento.

El establecimiento del Mantenimiento Planificado se realiza en seis pasos:

En el primer paso se realiza una recopilación de la información disponible, se amplía dicha información y se crea un registro en el que se agrupan todos los elementos que componen los equipos.

El siguiente paso busca erradicar los problemas de los equipos de producción con acciones que priorizan en la eliminación de fallos en el proceso, eliminación de averías, aplicando la mejora continua, realización de acciones para evitar fallos recurrentes y utilizar la información extraída de cada diagnóstico.

El tercer paso se centra en la gestión de la información, para ello es fundamental crear una relación de averías que sirva de base para implantar un sistema de gestión de mantenimiento. Muchas empresas optan por utilizar una aplicación GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador). Para que el sistema sea efectivo es necesario que responda afirmativamente a preguntas como: ¿Se tiene información necesaria sobre los fallos y el equipo?, ¿Se cuenta con un sistema de información que dé apoyo a la gestión del mantenimiento? o ¿Permite el sistema controlar todos los recursos de la función?

Para el cuarto paso se establecen los estándares de mantenimiento, es decir, las tareas a realizar en cada elemento de los equipos, las frecuencias de revisión basadas en la vida útil de cada uno de ellos para realizar un mantenimiento periódico y un modelo para establecer las acciones previstas para el mantenimiento.

El paso cinco introduce diagnósticos de equipos, ya sea por medio de tecnologías de mantenimiento o en relación a la prueba y error o la experiencia. Se identifican los equipos y elementos en su estado inicial para, progresivamente, aplicarles dichas tecnologías.

Para finalizar, el sexto paso introduce los procesos ideados en el “*Kaizen*” por medio de un plan de acción para mejorar el sistema de mantenimiento periódico establecido.

Mantenimiento preventivo

Como antes se ha apuntado, el mantenimiento preventivo tiene tal importancia para la implantación del TPM que se le ha concedido un pilar independiente, y está en contraposición al mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento se refiere a la lista de actividades, realizadas por operarios de producción, mantenimiento, y limpieza, que se efectúan de forma anticipada con la intención de prevenir averías o fallos.

Con la implantación previa del Mantenimiento Planificado se ha realizado una tarea de recolección de datos de los componentes de las líneas de producción para establecer una base de datos y con ellos se diseña un programa con frecuencias de cambios de aceite, lubricación, remplazos o ajustes.

Existen diferentes tipos de mantenimiento preventivo:

- **Mantenimiento programado:** es el grupo de tareas que se realizan sobre los equipos siguiendo un programa establecido. Este tipo de mantenimiento es muy efectivo para instalaciones que necesitan una alta disponibilidad ya que reduce considerablemente las averías. Las tareas a realizar se producen con los equipos en parada por eso es necesario realizar una parada obligatoria en el plan de producción para poder ejecutar el mantenimiento programado. Las tareas principales de este mantenimiento tienen que ver con la limpieza, la sustitución de elementos que acumulan mucha fatiga, como rodamientos, cojines camisas, etc., y las comprobaciones que no se pueden realizar con la máquina en marcha.
- **Mantenimiento predictivo:** son una serie de acciones y técnicas que se aplican con la intención de detectar defectos de manera previa a que se manifiesten y supongan una avería severa. Su finalidad es mantener el plan de producción y aprovechar el mejor momento para realizarlo y se realiza aunque el equipo no haya dado problemas. Las principales

ventajas son la rápida detección de las fallas, permitiendo así planificar acciones correctivas en paros programados para minimizar tiempos muertos y que la mayoría de técnicas empleadas son “on-condition”, que significa que se pueden realizar con la línea en marcha.

- **Mantenimiento proactivo:** también conocido como mantenimiento basado en la confiabilidad, consiste la gestión de los riesgos y permite mejorar las estrategias de mantenimiento para eliminar los fallos recurrentes.

El mantenimiento preventivo tiene una desventaja a nivel económico ya que supone no aprovechar al máximo la vida útil de los elementos de revisión, pero este coste se suele ver compensado con la reducción de averías que supone ahorro de personal de mantenimiento, reducción de tiempos muertos por averías y disminución de accidentes y riesgos para el personal, entre otros.

Mantenimiento de calidad

El fin del mantenimiento de calidad es establecer las condiciones del equipo donde pueda llegarse al “cero defectos”. Esta etapa se desarrolla periódicamente.

Con el mantenimiento de calidad no se pretende realizar las tareas propias del departamento de control de calidad; su objetivo es realizar acciones de mantenimiento que garantizan la máxima calidad del producto, prevenir defectos en las máquinas estableciendo unas condiciones y haciendo que estas se cumplan u observar las variaciones de los equipos para adelantarse a los fallos de calidad, entre otras.

El MC se fundamenta en diversos puntos:

- Identificación de defectos y las causas y frecuencias de los mismos.
- Análisis para identificar los elementos que generan los defectos de calidad (este paso proviene del Mantenimiento Preventivo).
- Adquisición de datos en un periodo suficiente para establecer un sistema de revisión.
- Realizar informe de inspección.

Para facilitar el cumplimiento de esta fundamentación existen instrumentos de medición, como básculas, detectores de metales, etc.

Trabajo administrativo

Aunque los departamentos más involucrados con el TPM son los de producción y mantenimiento, las áreas administrativas también tienen su importancia. Como se ha dicho anteriormente el mantenimiento productivo necesita de un trabajo interdepartamental para su correcto funcionamiento.

Su trabajo suele estar ligado a la planificación y el tratamiento de datos y ofrecen un apoyo necesario para que el proceso productivo funcione con mayor eficiencia.

Desarrollo y Formación de personal

Para el TPM la implantación correcta de la formación de personal engloba a todos los demás pilares, y es ahí donde reside su importancia. Este pilar tiene en cuenta las habilidades, técnicas y prácticas, de cada individuo de la empresa y pretende seguir aumentando las capacidades de cada uno de ellos en todos los ámbitos que engloban su puesto de trabajo.

Desarrollar las capacidades de los empleados es vital para la filosofía del TPM ya que esto conlleva un ahorro económico y motiva al personal por el trabajo realizado. Otro punto a favor es que, una vez formados, los mandos intermedios pueden extender esa formación a los empleados a su cargo y aumentar las capacidades individuales para cumplir las necesidades de la empresa.

La manera correcta de implantar este pilar en una empresa comienza con situar objetivos sencillos y a corto plazo para preparar al operario de manera adecuada en la realización de una tarea concreta. Con esto se consigue motivar al empleado y concienciarlo de la necesidad de formación para mejorar junto con la empresa. Seguidamente se aumenta la dificultad de las tareas a realizar y la formación se vuelve más y más específica.

Independientemente de la dificultad de la tarea a realizar, se suceden estos tres puntos:

1. Preparar al operario en las tareas que va a realizar en su puesto de trabajo.
2. Ofrecer la posibilidad de obtener mayor formación para desarrollar las habilidades ya adquiridas o incorporar unas nuevas.
3. Generar un ambiente para la comodidad del operario y propiciar una motivación y una actitud positivas.

Estos tres pasos serán cíclicos cada vez que se quiera formar a un nuevo operario o al mismo operario en diferentes habilidades o disciplinas.

El siguiente paso en la implantación del pilar de desarrollo y formación consiste en realizar un programa de desarrollo de habilidades que estará enfocado a cumplir las necesidades de la empresa segregando por cargo y criticidad para la producción.

Con las prioridades y necesidades ya establecidas es el momento de seleccionar un cargo y analizar las aptitudes de cada trabajador que desempeña dicho cargo, valorarlas y realizar una matriz que contenga toda la información correspondiente a la formación de todos los trabajadores de la fábrica. Este es un elemento visual que facilita la programación de la formación para conseguir trabajadores más completos y mejor formados. Los valores de dicha matriz varían entre el 1 (no sabe o no aplica) y el 4 (experto).

Idealmente, la idea del TPM es conseguir operarios expertos en todas las materias o al menos en su ámbito cosa prácticamente imposible de conseguir, pero una buena aplicación, algo bastante solvente, sería conseguir varios expertos por aptitud o habilidad.

Seguridad y Entorno

En el TPM la seguridad va ligada al *Kaizen*. En la gran mayoría de empresas, o al menos en las que resultaría viable implantar un sistema de mantenimiento como el TPM, la seguridad se rige por las medidas de Prevención de Riesgos Laborales. Pero la propuesta del Mantenimiento Productivo Total pasa por la resolución de problemas que acarrear accidentes sean mayor o menor recurrentes.

La referencia a la mejora continua que se hace en este pilar viene dada por el estudio estadístico de los accidentes laborales en todos los sectores de la empresa. La manera de implantarlo pasa por recolectar todos los datos de accidentes que ocurren anualmente y se realizan mejoras con tal de atajar dichos accidentes.

Otra manera de implantar este pilar, que va de la mano de la utilización de la mejora continua, está relacionada con la creación de estándares para la concienciación de los empleados para evitar actitudes temerarias o alertar a quienes vayan a pasar por zonas con riesgo de accidente.

2.2.4. WORLD CLASS MANUFACTURING

El concepto del *World Class Manufacturing* (Manufactura de Clase Mundial) corresponde a la cúspide del TPM y son los pilares de los que se ha hablado los que sustentan esta cima. Es la denominación que se le da a la idea de producir de manera excelente, algo que todos los competidores querrían imitar. Significa ser competitivo al nivel de los mejores de todo el mundo.

La calificación de *World Class* data de los años ochenta, cuando grandes empresas empezaron a realizar estrategias de mantenimiento que pudiesen competir con la acuñada por Toyota, ya que la instauración del JIT (*Just In Time*) las convirtió en una empresa con una capacidad competitiva excelente, es decir, los poseedores del concepto que se expone.

Una empresa *World Class* es aquella que posee la capacidad de respuesta a los movimientos del entorno, gestión de tecnología del producto y el proceso, conocimientos amplios de mercados globales y capacidades para obtener lo mejor de sus empleados. Además de esas competencias, posee también procesos estratégicos únicos donde el modelo de negocio sirve para reforzar la posición competitiva de la empresa. (García Garrido, 2008).

La idea de WCM se suele cuantificar, principalmente, por medio del OEE (Eficiencia General de los Equipos), una empresa se considera *World Class* cuando sus valores de OEE superan el 95%. Si están entre el 75% y el 85% tienen una

competitividad aceptable aunque ligeramente baja. Todo aquel que esté por debajo de este valor tiene una competitividad baja o muy baja.

Esta imagen destaca los parámetros que tiene en cuenta el OEE:

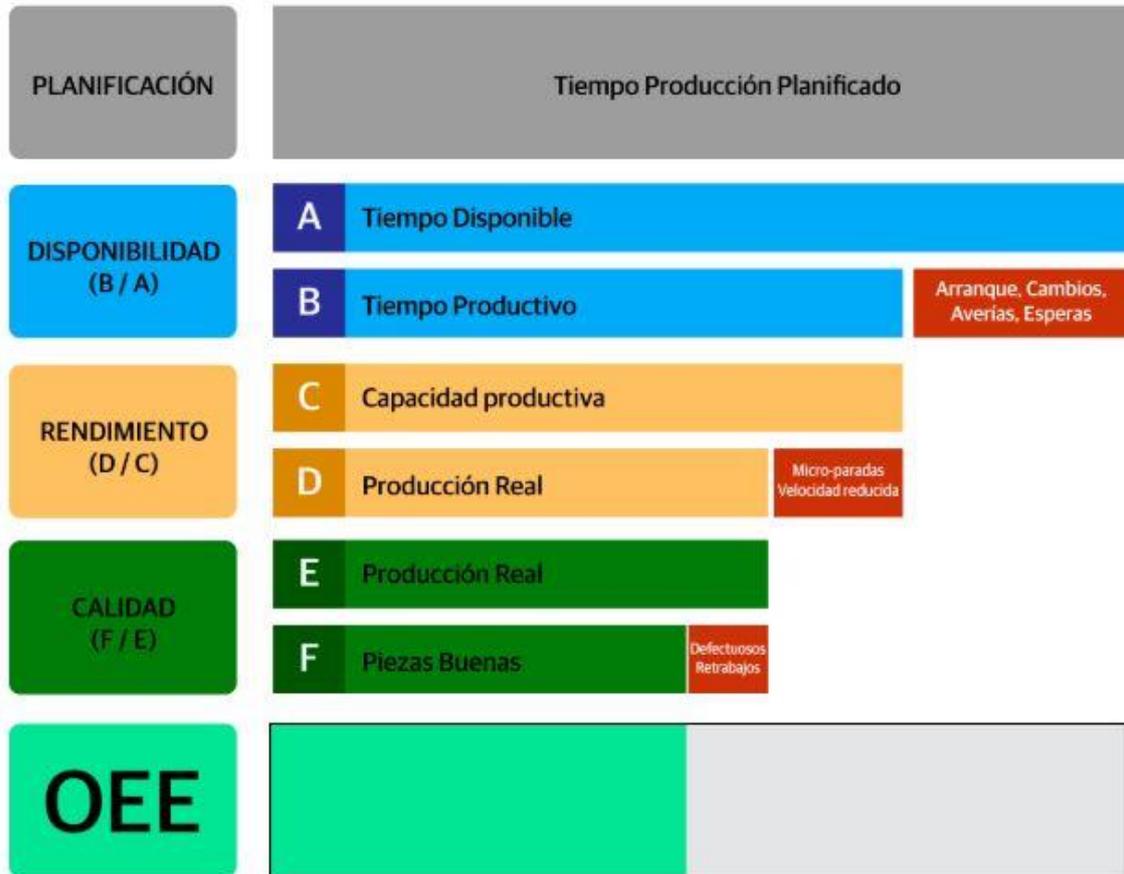


FIGURA 4. Parámetros de OEE. Fuente: <http://www.sistemasoe.com/oe/85-para-principiantes/98-calculer-oe>

Para poder calcular los porcentajes de OEE el indicador esencial por el que se rige el *World Class Manufacturing* se utilizan las siguientes fórmulas:

OEE:

- Disponibilidad:

$$\frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo Planificado de Producción}} \times 100$$

$$TO = TPP - \text{Averías/Ajustes}$$

$TPP = \text{Tiempo total trabajo} - \text{Tiempo de Paradas Planificadas}$

- Rendimiento

$$\frac{N^{\circ} \text{ total de unidades}}{T \times \text{Velocidad Máxima}}$$

- Calidad

$$\frac{N^{\circ} \text{ de unidades conformes}}{N^{\circ} \text{ de unidades producidas}}$$

- OEE

$$\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Del concepto general *World Class* nace una idea subyacente denominada *World Class Maintenance* que referencia a un nuevo modelo para la direcci3n del mantenimiento. El objetivo de esta estrategia de mantenimiento es conseguir un funcionamiento 3ptimo de los equipos para alcanzar el máximo nivel en productividad y fiabilidad. Este alto nivel de funcionamiento genera un ahorro en los costes de mantenimiento. Así es como el *World Class Maintenance* consigue desbancar la idea del mantenimiento como una herramienta que solo genera costes, si no que le da la vuelta y visualiza el potencial que tienen realmente las tareas de mantenimiento.

Este es el objetivo que persigue el TPM para la excelencia a nivel industrial, pero aun así no se puede afirmar que este sea el final ya que esta filosofía afirma que no existe la producci3n perfecta, siempre existe margen de mejoría y justamente ahí es donde reside la clave del Mantenimiento Productivo Total.

3. APLICACIÓN DEL TPM EN ICFC

En el departamento de mantenimiento de Ice Cream Factory Co maker (ICFC) el TPM se implantó en 2014 con la intención de reducir las averías. Teniendo en cuenta que la manera de operar hasta entonces era sobre avería, era una forma muy sencilla de mejorar la productividad de los equipos y reducir el tiempo de espera por averías. Las averías en ese momento rondaban el 9%, un valor altísimo para una empresa que fabrica las 24 horas del día y para la que es esencial tener los equipos al máximo nivel de producción para mantener la competitividad. En cuatro años, desde la llegada de Javier Romero y el TPM, se ha conseguido reducir considerablemente el porcentaje de averías: a día de hoy se encuentran entre el 4% y el 6%. (Anexo 1)

En ICFC la filosofía del TPM se implantó de forma interdepartamental e involucrando a los altos mandos de los mismos. Inicialmente se realizó una jornada de concienciación con la nueva tendencia que se pretendía implantar. En esta jornada, aprovechando que la fábrica iba a empezar la nueva campaña y la producción era mínima por temporada baja se decidió hacer una parada completa de todas las líneas. Esta decisión permitió darle la importancia al TPM que le corresponde, como ya se ha apuntado, esta tarea ha de realizarse de manera que todos los departamentos estén involucrados para su éxito. Y es por ello que dicha concienciación se realizó dividiendo a los trabajadores en grupos de 8, independientemente de su departamento o cargo, y se les asignó tareas básicas del mantenimiento autónomo.

La jornada de concienciación resultó bastante satisfactoria, pero por ello mismo parece más importante que se repita al menos anualmente para mayor calado y, sobre todo, porque en cuatro años ha habido nuevas contrataciones que puede que no estén tan involucradas en realizar correctamente sus tareas correspondientes para el éxito de esta filosofía japonesa.

3.1. IMPLANTACION DEL TPM

Para el éxito del TPM en ICFC es muy importante la estructura interdepartamental que se ha conseguido a lo largo de los 4 años que se lleva implantando este método. Cada departamento tiene asignadas ciertas tareas que han sido incluidas a lo largo de un proceso de prueba y error.

Inicialmente el TPM se implantó de forma progresiva y con pocas competencias, en los departamentos de mantenimiento y producción. Posteriormente se incluyó a los departamentos de calidad, mermas e industrial. Finalmente se creó un departamento de TPM exclusivo que coordina todas las actividades referidas al método japonés.

Las primeras tareas se centraron en la recogida de información. Se formó a los operarios de producción para elaborar una lista de defectos por cada línea de producción. En principio parecía una buena idea para recabar información sobre las averías de cada línea, pero al tener un mantenimiento correctivo, exclusivamente, durante tantos años las listas de defectos eran interminables. Para poder solucionar todos ellos se debía establecer una prioridad y aun así era imposible abarcar todos. Esto creaba frustración en los operarios de producción que veían que ese trabajo extra que estaban realizando con la lista de defectos no servía de demasiado.

Vistos los inconvenientes que acarrea la lista de defectos se decidió limitar su impacto en las tareas de producción e implantar un sistema de parte de averías con SCRA, un sistema que, mediante los 5 porqués, pretende llegar a la raíz de la avería. Este sistema resultó ser mucho más acertado ya que hacía un estudio previo del problema y era más fácil resolverlo.

El caso de la lista de defectos frente a los partes de avería es un claro ejemplo de cómo se ha ido implantando el TPM en ICFC, progresivamente y mejorando los sistemas iniciales. Es así como se ha funcionado hasta llegar a la estructura departamental de ICFC, aunque cabe añadir que esta estructura está sujeta a cambios ya que para llegar al World Class Manufacturing queda mucho trecho y la misma filosofía del TPM exige estos cambios.

Por tanto, se realizará una exposición de la implantación de cada pilar del TPM en Ice Cream Factory Comaker que tiene como objetivo el estudio de los resultados para su correcta implantación.

Las 5S

Hay que tener en cuenta que esta es la base del TPM, por tanto se debe ejecutar de manera estricta especialmente en las áreas de producción. En ICFC se realizan

auditorias internas anuales para el cumplimiento de las 5S, y durante la temporada alta son los mismos clientes quienes realizan sus propias auditorias, de diversa índole, que también incluyen puntos para comprobar el cumplimiento de las 5S.

Hasta aquí todo sería correcto si no fuese porque las 5S solamente se cumplen en los periodos de auditoría ya que se avisa con suficiente antelación para “falsear” los resultados de la misma. El punto de organización se incumple sistemáticamente ya que, aunque esté señalizado con letreros en zonas específicas para mantener la organización dentro de la misma fábrica por norma general se desatienden. El punto de limpieza se intenta cumplir al máximo en la zona húmeda (zona donde se trabaja con el helado antes de envasar), pero nada que ver con la zona seca (zona de embalaje de los helados), la mayoría de las máquinas formadoras tienen restos de polvo y cartón; los restos suelen estar en una zona que no tiene demasiado contacto con el producto, pero existe suciedad persistente. Si estos dos puntos se incumplen de manera indiscriminada, no hace falta añadir que el punto de seguir mejorando ni se intuye.

Con respecto a los puntos de clasificación y estandarización se cumplen, por norma general, con bastante acierto, sobre todo el punto de estandarización que está incluido en el mantenimiento autónomo y en las auditorías internas y externas.

Se debe puntualizar que esto ocurre solamente en fábrica, en los demás departamentos sí que se cumplen con mayor o menor acierto. Pero cabe apuntar que es bastante grave que ocurra ya que de base no se está funcionando correctamente para que el TPM sea un éxito.

Subjetivamente se concluye que el problema reside en una falta de concienciación y sobre todo de formación en las 5S, también apuntar que si este problema acaba influyendo a nivel de calidad del producto se debe atajar cuanto antes ya que estaría afectando a la producción gravemente

Mejora Continua:

En ICFC este pilar tiene una ejecución distinta a todos los demás, mientras los pilares de mantenimiento autónomo o preventivo son de aplicación constante, el pilar de mejora continua se aplica anualmente una vez ya ha concluido la temporada alta.

Con todos los datos de averías anuales que son recogidos por la aplicación *Mapex*, una GMAO adquirida con el fin de facilitar las tareas de mantenimiento, y por medio del principio de Pareto. Este principio es una observación, que no una ley, que afirma que el 80% de las consecuencias derivan del 20% de las causas. Aplicándolo en este ámbito se refiere a que el 80% de las averías que ocurren en una línea de producción se producen por el 20% de las causas.

Una vez hecho el Pareto de averías se procede a atajar el problema mediante una reunión interdepartamental en la cual se propondrán mejoras que solucionen las causas de raíz.

Este es el modo ordinario de actuación en ICFC para este pilar en concreto y de manera consensuada, pero aunque no se incluya dentro de este pilar se ha observado en el transcurso de las prácticas otra manera de proceder dentro del departamento de mantenimiento para la mejora continua. Esto viene dado por los informes de averías que se realizan por parte de los técnicos de mantenimiento y los maquinistas o responsables de zona seca (encargados de cada línea de producción) y los SCRA's que buscan el porqué de las mismas; cada mañana se realiza una reunión en la que se repasan estas partes y a la que asisten los responsables de cada turno de los técnicos de mantenimiento, los responsables de merma en producción el planificador de mantenimiento, el jefe de mantenimiento y un representante del departamento de ingeniería industrial. En cónclave se exponen las averías y los 5 porqués de cada una por si fuese de fácil solución o directamente para incluir la resolución en el plan de acción debidamente programado. Una vez expuesta la avería se realiza un registro de ellas (Véase Anexo 2). Pero no siempre el método SCRA resuelve el problema o no llega a la raíz, o simplemente las acciones efectuadas no son suficientes para resolverlo y reaparece la avería en cuestión. Al ocurrir esto se realiza una lluvia de ideas para llegar a una solución y muchas veces el resultado es satisfactorio. Otras veces, gracias a la dilatada experiencia de los oficiales de mantenimiento surgen mejoras aplicables que solucionan el problema.

Finalmente añadir que dentro de la mejora continua se deben englobar las mejoras que proponen los responsables de línea, que suelen ser las más económicas y efectivas. Como se ha apuntado anteriormente, quien mejor conoce las líneas de

producción es quien pasa 8 horas al día en ellas; aprovechar el recurso que ofrece esa experiencia es vital para mantener la productividad.

Un ejemplo de mejora continua ofrecido por parte de un responsable de zona seca en POLO-14, línea que produce polos de palo por moldeado; el producto estrella es el almendrado, cuyo proceso de fabricación incluye introducir el polo de vainilla o nata congelado en una balsa de chocolate y almendras que está a una temperatura de 12°C y que sale goteando ligeramente de la zona de baño. El problema se producía cuando los polos llegaban a la zona de la envolvedora, donde el plástico entraba para envolver el polo aun algunos seguían goteando, cosa que echaba a perder aquellos productos que tuvieran el envoltorio sucio ya que no pasaban el corte de calidad.

La mejora consistió en añadir una plancha entre los ganchos del transportador de polos y las tiras de plástico que entran a la envolvedora, como se puede observar en la siguiente imagen:



FIGURA 5. Mejora aplicada a POLO-14

Otra de las mejoras introducidas, en este caso por parte del departamento de mantenimiento, fue incluir unos golpeadores en la cadena de planchas del CONO-MIDI. El problema residía en que al salir del túnel de congelación las planchas estaban pegadas entre si e impedían que los brazos transportadores de conos desde la llenadora hasta los moldes de las planchas encajaran correctamente el producto.

La solución al problema fue colocar cinco ruedas de nylon enganchadas a un pistón actuador que hacía que las ruedas golpearan cada plancha con una fuerza suficiente como para soltarlas. En la siguiente imagen se observa el mecanismo:



FIGURA 6. Mejora aplicada a CONO-MIDI.

Mantenimiento Autónomo

El pilar de Mantenimiento Autónomo suele ser el primero en implantarse en cualquier empresa, en ICFC no fue diferente. Esto se debe a que es el más sencillo de llevar a cabo inicialmente y facilita la adquisición de datos en las líneas de producción.

Para comenzar con el Mantenimiento Autónomo en la fábrica alcireña, se realizó una formación a los responsables de las líneas de producción, responsables de zona seca y maquinistas y a los mecánicos responsables de turno que realizarían el apoyo a las

tareas asignadas a los responsables de producción. La formación consistió en conseguir que se identificaran los defectos en cada máquina dependiendo de si podía llevar a avería o no y la urgencia por repararlo; también se formó a los responsables para localizar las zonas de difícil acceso. El fin de esta formación era realizar la lista de defectos comentada anteriormente para tener identificados los focos de posible avería y cumplimentar un plan de acción. Este plan permitía planificar las tareas de los mecánicos que, por medio del mantenimiento correctivo, debían reparar los desperfectos de los equipos.

La lista de defectos fue la toma de contacto con el Mantenimiento Autónomo, esencialmente era un sistema de recogida de datos y su funcionamiento constaba de tres pasos:

1. **Hoja en línea** donde los operarios de producción incluían todos los puntos de desperfecto.
2. **Registro informático** para la consolidación del registro de puntos de defectos y averías.
3. **Petición de Orden de Trabajo directa** que asignaba a un técnico de mantenimiento para resolver los problemas y defectos.

La lista de defectos parecía un buen sistema, pero no resultó muy efectiva; al tener una formación escueta en la identificación de defectos, los responsables de línea incluían todos los desperfectos que observaban sin diferenciar bien la urgencia de las mismas cargando de trabajo a los técnicos de mantenimiento. Para resolver este problema se realizó una formación más exhaustiva y la lista de defectos se reinventó.

Para el nuevo método era necesario registrar todos los puntos de posible avería, de engrase, lubricación y limpieza. Esta tarea, para que fuese efectiva, fue encargada a los técnicos de mantenimiento por su formación específica en las áreas mecánica y eléctrica. Posteriormente, con todos los datos de cada línea, se realizó un nuevo registro de actividades para el mantenimiento llamadas “Gamas”.

Las gamas de mantenimiento se convirtieron en el elemento principal del mantenimiento planificado y autónomo. Como se puede observar en la imagen inferior, las gamas especifican por línea, estación y máquina para identificar el punto, acompañado de una foto para mayor facilidad. Se incluye también un estándar como

descripción de la tarea a realizar y una columna para anotar OK si se ha podido realizar con normalidad dicha tarea o KO si ha habido algún impedimento; de ser así se ha de anotar en la columna de observaciones las dificultades que han aparecido para realizar la tarea.

Línea	Priority (ALTA/BAJA)	Zona	Tarea a realizar	Estado de la máquina	Frecuencia	Responsable del trabajo	Tipo de mantenimiento	TIEMPO REAL	Tiempo de trabajo en (h)	Nº de operaciones	STANDARD	ESTÁNDAR	
1			FORMADORA IMPALL 1										
2	H&C-Case	Seca	Revisar motor tracción principal	MARCHA	120	MANTENIMIENTO	ELECTRICO				MOTOR	Comprobar que el motor consuma su potencia nominal. Anotar el valor la intensidad nominal que pone en la placa y el valor de la intensidad que está consumiendo en la columna de observaciones	

ESTÁNDAR	nº de OPL (Revisión)	Acción en caso de desviación	No. OPL (Reparación)	Repuestos (Codigo de Prima)	Código de repac	Cantidad	Estado ok/ko	Observaciones		
									0	1
		Apretar, ajustar, sustituir		INA ME 05 GVE40-KBR-8						2

FIGURA 7. Punto de revisión (Extracto de las gamas de mantenimiento).

Para poder imprimir las gamas de mantenimiento se filtran las columnas diferenciando entre: puntos para mantenimiento autónomo o mantenimiento preventivo, si la línea debe estar en marcha o en parada, tipo de mantenimiento mecánico o eléctrico, y si está en revisión o en OK (en esta columna existe un tercer caso que corresponde con adelantar la revisión de este punto, este caso se utiliza para aprovechar largas paradas y realizar puntos de preventivo que no exigen un recambio y que mejoran el estado de la línea).

Las revisiones del Mantenimiento Autónomo se realizan cuando se producen los desescarches de los túneles de congelación o cuando se ha parado la producción y se puede aprovechar ese tiempo para hacer la inspección (Véase Anexo 3). Además de estas gamas se realiza un engrase en relación al tiempo de trabajo de cada máquina, esta tarea la realizan responsables de zona seca y maquinistas.

Con la finalidad de mejorar el mantenimiento autónomo se modifican puntos y periodos de revisión, se registran y se tienen en consideración los comentarios de las gamas y se sigue formando a los responsables de línea e incluyendo a nuevos

responsables auxiliares que van aprendiendo en todas las líneas relacionadas, por ejemplo las extrusoras, que tienen máquinas con funcionamiento parecido.

El Mantenimiento Autónomo es esencial para el TPM y en ICFC fue el primer pilar implantado, un acierto por su parte ya que facilitó crear rápidamente un registro de datos para las tareas de mantenimiento. También añadir que al principio el sistema no fue el adecuado, pero se ha ido depurando con el tiempo y el sistema actual con las gamas podría ser óptimo, se puntualiza qué podría ser y no lo es. Todas las líneas de producción paran al menos una vez cada dos semanas y el fin de semana, todas menos dos, tiempo de sobra para realizar el Mantenimiento Autónomo; el problema viene cuando no se realiza o bien por falta de operarios de producción, en referencia a que los responsables de su línea cuando se realiza el desescarce en su línea han de estar supliendo huecos en otras líneas, es decir, falta personal en ciertas líneas y se suple con los responsables de línea que estaban destinados a hacer el Mantenimiento Autónomo; o bien por desconocimiento, ya que hay veces que tampoco son avisados por parte del jefe de turno de que han de realizar el Autónomo. Otro de los factores que dificultan el buen funcionamiento de este pilar es la falta de formación de algunos responsables. Si bien los más veteranos han sido correctamente formados, los promocionados hace poco tiempo no tienen las nociones necesarias y por lo general se falsean los resultados dando un OK en puntos que no se han revisado correctamente o directamente no se han revisado.

Con todo esto se puede afirmar que el Mantenimiento Autónomo aún tiene margen de mejora para Ice Cream Factory Comaker. No solo porque el TPM exige que sea así, ya que no existe el mantenimiento perfecto, sino también por las mismas exigencias que se ha planteado la empresa que a largo plazo quiere conseguir un mantenimiento autónomo sin intervención del departamento de mantenimiento cosa que hoy parece algo difícil.

Mantenimiento Planificado

Este pilar surge en ICFC casi simultáneamente con el de Mantenimiento Autónomo, pero no se le sacó suficiente provecho hasta la aparición de las Gamas de mantenimiento.

La primera tarea relacionada con el Mantenimiento Planificado derivaba de las peticiones de Orden de Trabajo directa que solicitaban en la lista de defectos los responsables de las líneas de producción, asesorados por un técnico de mantenimiento. Al registrar una petición de OT la tarea de planificación consistía en asignar a un mecánico para realizar la orden.

Una vez implantado el sistema de las OOTT se fundamenta un plan de acción que supone a día de hoy la piedra angular del Mantenimiento Planificado en ICFC. En la época en la que la lista de defectos era el sistema por el que se regía el TPM, prácticamente inexistente en la empresa, la única tarea del MP era la de asignar las OOTT, pero al comenzar a verse buenos resultados, algo que era evidente que pasaría, ya que de realizar un trabajo nulo para el Mantenimiento Autónomo a efectuar la más mínima tarea iba a ser favorable, los altos directivos confiaron en el buen hacer de Javier Romero, director industrial de ICFC, y esa “nueva” filosofía japonesa que tanto prometía.

Con el beneplácito de los dirigentes de la empresa, el director industrial inició un plan de integración progresiva para el Mantenimiento Planificado. Para ello se hizo una prueba piloto parando las líneas de producción cada dos meses para realizar el Mantenimiento Preventivo y el Autónomo. Las líneas pararían en esos dos meses, una cada día, hasta completar las tareas que las Gamas de mantenimiento recogían hasta ese entonces. Unas gamas escuetas con una descripción corta de la zona y tarea a realizar. Esto trajo mejores resultados aún, lo que llevó al siguiente nivel, realizar paradas cada 15 días y ampliar las Gamas de mantenimiento.

Esta fue la confirmación de que el TPM era necesario a todos los niveles, los valores de OEE aumentaron y las averías se redujeron considerablemente. A partir de ese momento se empezó a implantar el Mantenimiento Productivo Total con todos sus pilares.

Otro elemento esencial en el Mantenimiento planificado es la gestión de recambios, esta tarea es necesaria ya que en el momento en que falte un recambio de alguna avería puede acarrear una parada de larga duración y afectar severamente a la productividad. Por eso resulta necesario tener una lista de recambios críticos, que son aquellos elementos que tienen mayor riesgo de avería o necesitan sustitución periódica para su correcto funcionamiento. En ICFC estas listas de repuestos críticos se generaron

con la información de averías recogidas en las Gamas de mantenimiento y la información de las datasheets de los fabricantes referente a la vida útil de los elementos que no se habían averiado aún.

Conseguir una buena gestión de repuestos es complicado ya que supone un gasto añadido importante y, por norma general, este dispendio se lleva a cabo por parte del departamento de mantenimiento que debe recortar en otras inversiones para poder mantener la lista de recambios críticos. Para ICFC esta tarea se vuelve complicada por la larga lista de recambios críticos existente, y más en las nuevas líneas de producción las cuales no tienen aún una lista bien definida de repuestos críticos y que, al ser más modernas, incluyen máquinas con elementos más sofisticados.

En el presente sigue existiendo el mismo sistema de Gamas para el mantenimiento y la planificación del mantenimiento se realiza en relación a la planificación de la producción (Véase Anexo 3). Se aprovechan las paradas para desescarhe o cambio de formato y se realizan paradas específicas si es necesario para realizar el Mantenimiento Preventivo. En las paradas programadas también se realizan las tareas de correctivo referentes a los desperfectos recogidos en las Gamas o por medio de los partes de avería, esta información se gestiona por medio del plan de acción para que el trabajo realizado sea efectivo y no se pierda por el camino.

Mantenimiento Preventivo

Como se ha explicado con anterioridad, el Mantenimiento Preventivo está incluido en el Mantenimiento Planificado, pero este pilar ha adquirido tanta importancia dentro del TPM que se antoja necesario darle ese lugar icónico.

En ICFC el mantenimiento preventivo fue inexistente hasta que el sistema utilizado para el Mantenimiento Autónomo derivó en las Gamas de mantenimiento o Gamas de Preventivo. Este sistema se implantó con la base de datos que realizaron los técnicos de mantenimiento y que identificaba los posibles puntos de avería, los puntos de engrase, los puntos de lubricación y los puntos de limpieza.

Las gamas iniciales contaban con puntos de revisión con una descripción de la tarea a realizar en cada máquina de cada estación en todas las líneas. Las revisiones se

realizaban en periodos de dos meses y como ese tiempo era bastante prolongado las lubricaciones y los engrases resultaban insuficientes, al igual que la limpieza.

Al reducirse a 15 días el periodo de revisiones se hizo necesario mejorar las gamas de preventivo, las tareas eran escuetas y no dependían, hasta ese momento, del tiempo de trabajo de la línea en cuestión. Las nuevas gamas, vigentes hasta hace bien poco, se crearon a partir de unos puntos estándar que servirían para la gran mayoría de elementos de las estaciones, como por ejemplo cuatro puntos de revisión para un moto-reductor: revisar la temperatura del moto-reductor, comprobar el aceite del reductor, verificar consumos y observar que no exista pandeo. Estos cuatro puntos son iguales para cada moto-reductor de cada máquina en todas las líneas. Además se ha incluido la frecuencia de revisión, es decir el tiempo máximo que ha de pasar para que ese punto sea revisado de nuevo, las frecuencias son como mínimo semanales, pero también se realizan inspecciones mensuales, trimestrales o anuales dependiendo de la vida útil del elemento.

Los puntos revisados se pasan a un registro implementado en hojas de cálculo que actualiza las horas y, mediante una fórmula, pone el contador a cero para que el punto a revisar no vuelva a aparecer hasta que las horas de trabajo de la línea no sobrepasen las horas mínimas de revisión del punto en cuestión. (Véase Anexo 4)

Con la base de datos de puntos estándar se han repasado todas las líneas y se han creado gamas actualizadas con muchos más puntos a revisar, las Gamas de preventivo actuales contienen más de 15000 puntos de revisión para garantizar un buen Mantenimiento Preventivo. Durante los cuatro años que se ha venido realizando el MP se ha percibido una reducción notable en el porcentaje de averías y ha aumentado la productividad ya que durante la producción existen menos paradas por averías que se han previsto gracias a las tareas del preventivo. (Véase Anexo 1)

La última actualización del sistema de las Gamas de Preventivo ha sido incluirlas en el sistema GMAO “Mápex” con el que ICFC trabaja para gestión de datos estadísticos, pero que resulta una herramienta mucho más potente que solo el tratamiento de datos. La nueva etapa ha llevado a dejar atrás las gamas impresas y se trabaja con una Tablet que muestra los puntos a revisar de cada línea y ahorra un gasto importante de papel y tóner para ser más respetuosos con el medio ambiente.

El Mantenimiento Preventivo funciona con bastante eficacia y se está cumpliendo con las expectativas que se tiene en ICFC (Véase Anexo 5). Pero aun así existe margen de mejora, como la implantación de sistemas para el mantenimiento predictivo o mejorando la formación que reciben los técnicos de mantenimiento.

Mantenimiento de Calidad

La implantación de este pilar empezó a ser eficaz una vez había un tratamiento de datos gracias a la aplicación GMAO “Mapex”. El departamento encargado del buen funcionamiento de este pilar es, como no, el departamento de calidad y gracias a la información que recogen anualmente, por medio del principio de Pareto, se escogen los principales problemas que afectan a las líneas para que la calidad de todos sus productos no esté al 100%.

Los problemas más recurrentes a nivel de calidad y que tienen un impacto importante son aislados y por medio del pilar de la mejora continua, como se ha explicado previamente, gracias a las reuniones interdepartamentales, se llega a la raíz del problema y se proponen soluciones que resuelvan los defectos en el producto final.

Desarrollo y formación personal

Este pilar se ha ido depurando con el tiempo, al inicio de la implantación del TPM no existía un programa de formación inicial para registrar los conocimientos de los empleados y la formación que se recibía este pilar era inexistente, ya que el primer paso para la implantación del mismo es realizar un programa de formación que establezca las necesidades de la empresa y un registro para tener un control de las competencias adquiridas antes y después de la formación impartida.

Para abordar este pilar se establecieron las necesidades de la empresa a nivel de conocimientos en las líneas de producción para cada empleado, sobre todo, los responsables de zona seca y los maquinistas ya que sobre ellos recae la carga del correcto funcionamiento de sus máquinas.

A continuación se creó una matriz con la que visualizar más fácilmente quiénes eran aptos para qué tarea en concreto. Esta matriz da un valor del 1 al 4 dependiendo de los conocimientos del empleado: 1 desconoce o no aplica, 2 sabe algo, 3 sabe en cualquier circunstancia, 4 es experto. El nivel 4 queda reservado para los oficiales de mayor nivel o técnicos con una dilatada experiencia. Con los datos de todos los trabajadores y las necesidades de formación ya se pudo establecer un plan de formación que resolviera las demandas a nivel de conocimientos que precisaba ICFC.

Para asegurarse de que se está cumpliendo la formación correctamente ICFC cuenta con unas hojas de registro en las que, después de recibir la formación pertinente, el empleado firma dando a entender que la formación se ha realizado con éxito.

El sistema de la matriz de competencias y habilidades sigue vigente, pero el plan de formación no se cumple estrictamente y existen casos de líneas, como por ejemplo el caso del responsable auxiliar, generalmente auxiliar de una línea en concreto ya sea como auxiliar de responsable de zona seca o de maquinista, que solamente tiene conocimientos respecto a su línea cuando el plan de formación exige que tenga al menos un nivel dos de alguna de las otras líneas. O casos de responsables de línea, en teoría experimentados, que no saben cómo funcionaba el Mantenimiento Autónomo y que llevan trabajando más de un año ya como responsables, este caso en concreto se puso de manifiesto durante el periodo de prácticas.

World Class Manufacturig

Gracias a la adquisición de la aplicación *Mapex* para la gestión del mantenimiento existen datos sobre la productividad de los equipos (OEE), el porcentaje de averías y el de ajustes de toda la fábrica. La implantación del TPM fue conjunta con la de la aplicación GMAO, pero el provecho que se le saca a *Mapex* ha ido en aumento, inicialmente se utilizaba para el tratamiento de datos, pero en la actualidad se utiliza para gestión de almacén, partes de avería, gamas de preventivo y también para calcular los indicadores para saber si se está dentro del WCM.

La evolución del OEE en los primeros años de implantación del TPM fue significativa y amparaba los buenos resultados que generaba la filosofía japonesa. En el cuarto año de implantación, en el que nos encontramos actualmente, los valores se han

estabilizado rondando el 81% de OEE y el 4% de averías, muy cerca de los objetivos de la empresa (Véase Anexo 1). Estos resultados son muy positivos para el departamento de mantenimiento, ya que el aumento en el porcentaje de Efectividad de los Equipos se debe a la reducción de las averías. Para que aumentase este porcentaje sería más rápido que se redujese el índice de mermas, ya que sigue en un valor por encima del que persigue ICFC.

Es evidente que los valores de OEE no están cerca del *World Class Manufacturig* pero el trabajo que se está realizando es bueno, si se sigue por este camino, a largo plazo se podría conseguir entrar dentro del WCM y competir en el más alto nivel con las empresas líderes del sector a nivel mundial.

4. DESARROLLO PRÁCTICO

Durante el periodo de prácticas, el trabajo realizado ha consistido en la recolección de datos para la creación de Gamas de preventivo y la actualización de muchas de las existentes.

Muchas de las Gamas hasta la fecha no contenían la mayoría de los puntos estándar que se habían establecido gracias a la experiencia que el mismo Mantenimiento Preventivo había generado, otros puntos añadidos consistían en mejoras o en puntos modificados por nuevos elementos o cambios en el correctivo.

A lo largo de los cuatro meses de prácticas se han realizado Gamas para tres líneas nuevas y se han actualizado otras cinco acumulando un total de 2312 puntos añadidos al Mantenimiento Preventivo. En la línea que se ha hecho un trabajo más extenso es en CONO-MIDI y a continuación se expone lo estudiado en ella.

4.1. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CONO-MIDI

La línea de producción elegida para este estudio, conocida como CONO-MIDI, tiene como fin la elaboración de conos de un tamaño intermedio entre el mini-cono y el cono de tamaño estándar, este tamaño tiene como objetivo la venta a cadenas de alimentación o supermercados ya que no es usual verlo en restauración o como producto de una marca propia, más bien sería producto de “marca blanca”.

Esta línea es, junto con la línea PIRULO, la más moderna de toda la planta industrial y está dividida en “Zona Húmeda” (ZH) y “Zona Seca” (ZS), estas denominaciones se deben a que en la ZH ocurre todo aquello que involucra elementos líquidos y en la ZS el producto ya está acabado y se dispone su embalaje correcto. La ZH incluye las dos llenadoras con las que cuenta el CONO-MIDI y el túnel de congelación; por su parte, en la ZS se encuentran las formadoras de packs, los robots delta para la introducción de los conos en estos packs, las cerradoras de packs, la pesadora en continuo, el túnel de rayos x y la Wrap Around.

4.1.1. ELABORACIÓN DE UN CONO

Zona Húmeda:

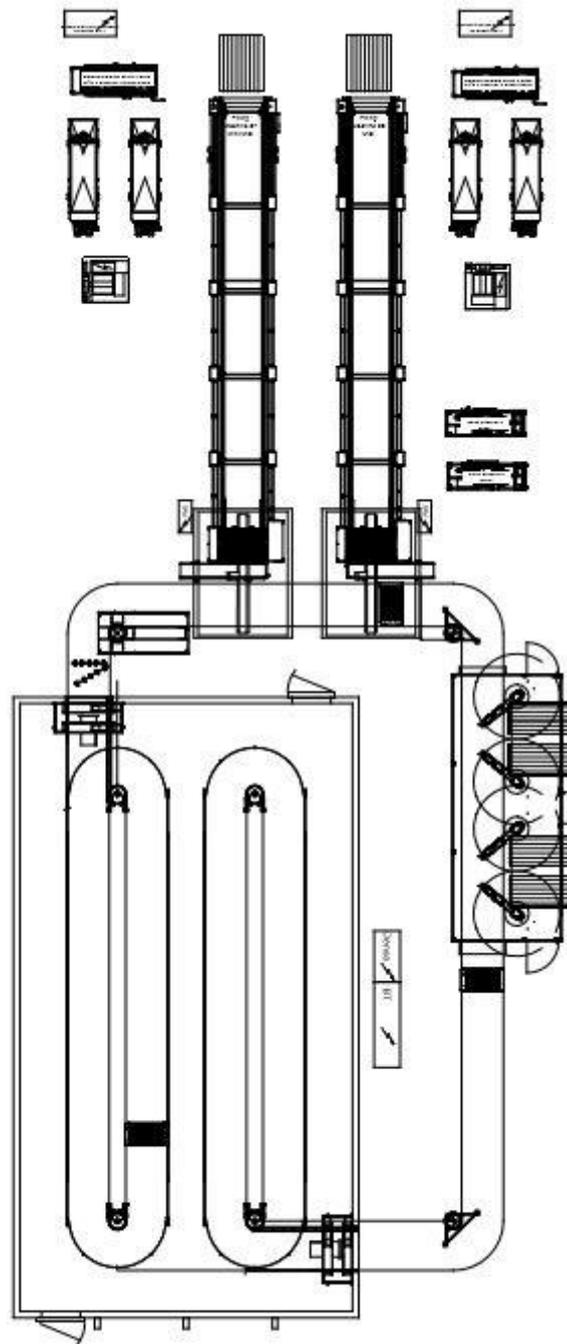


FIGURA 8. Vista en planta de la zona húmeda de la línea CONO-MIDI

Proceso de fabricación en la zona húmeda:

Llenado del cono:

Se procede a hacer una descripción del proceso de elaboración en el CONO-MIDI. En la llenadora se introducen ocho conos gracias a un sistema neumático, estos conos se rellenan del helado y salsa que viene introducido por unas mangueras a los pistones inyectoros; el mix de helado y salsa viene desde el CLM, pequeños depósitos alimentados desde los tanques de mezclas, donde previamente se ha realizado la mezcla requerida en relación al producto que se va a elaborar.

Después de la caída del cono el sistema de “choco punta” introduce una cantidad de chocolate a una temperatura de 12°C que forma una punta en el final del cono, seguidamente una boquilla por pulverizado impregna toda la galleta, éste método se utiliza para crear una capa que impermeabiliza la galleta del helado consiguiendo así que la galleta permanezca crujiente. De manera inmediata se introducen los conos en una cámara que aplica nitrógeno para congelar automáticamente el chocolate y que este quede repartido de manera homogénea por todo el cono.

Una vez salen los conos del túnel del nitrógeno pasan por los dispensadores de helado y salsa. Llegan a los dispensadores de helado que rellenan el cono con helado o helado con salsa, dependiendo de la producción que se esté realizando. Los dos dispensadores de una llenadora permiten rellena los conos con dos sabores diferentes para realizar en una misma producción packs que contengan conos de diferentes sabores. Estos dispensadores rellenan el cono hasta el límite de la galleta.

Para conseguir un buen acabado mediante un sistema neumático, la siguiente estación realiza un nivelado de helado al ras de la galleta, a continuación la estación “Pencil”, una boquilla alargada y con poco diámetro introduce un hilo de salsa en el centro del cono. Una vez realizado este paso se corona el cono con helado en una nueva estación de dosificación y cuando pasa por la tolva de añadidos se decora la parte superior del cono con *toppings*.

Al llegar a este punto el cono ya está relleno, ahora se realiza el tapado. La tapa se introduce por unas guías hasta unas ventosas que hacen vacío e introducen la tapa

dentro de la envoltura del cono, este llega a los pistones de engrapado que realizan un cerrado mecánico del mismo.

La última estación de las llenadoras 86 y 87 de CONO-MIDI consiste en un “*transfer*”, un sistema de pinzas que se accionan mediante pistones y se mueven con servomotores independientes para cada eje de coordenadas. Estas pinzas cogen hasta 40 conos, en cada llenadora, ya acabados y los trasladan a las planchas que los introducen en el túnel de congelación. Aquí se daría por concluido el proceso en la zona húmeda.

Zona Seca:

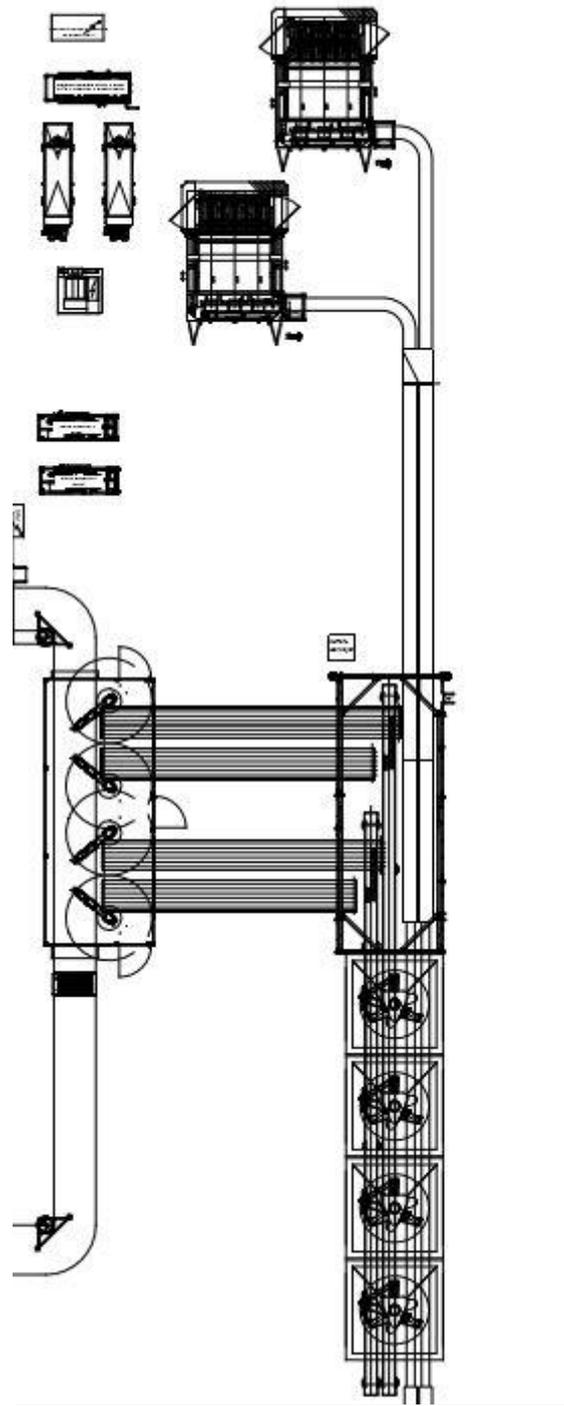


FIGURA 9. Vista en planta de la zona seca de la línea CONO-MIDI

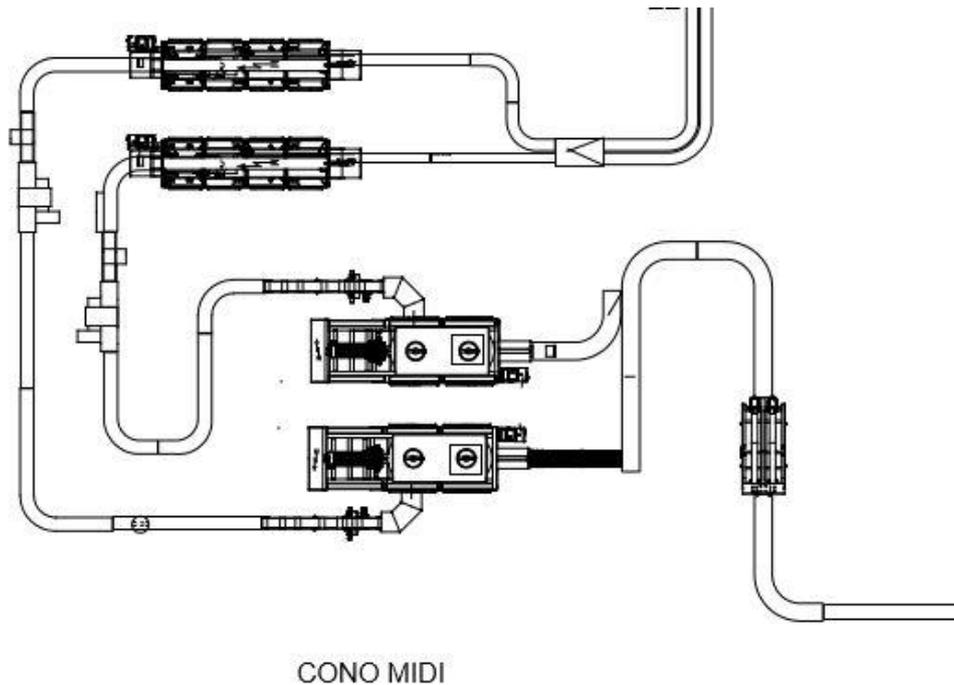


FIGURA 10. Vista en planta de la zona seca de la línea CONO-MIDI

Proceso de fabricación en la zona seca:

El primer paso del proceso en la zona seca se inicia con la formadora de cajas, en esta estación se introducen los packs sin forma, unas ventosas hacen vacío y recogen el cartón para que lleguen por empuje de un servomotor a los mazos de ganchos que se accionan mediante pistones y pasan por un troquel con la forma exacta del pack, al introducirse en el troquel salen los ganchos que forman todos los lados del pack dejando este abierto únicamente por la tapa superior.

Los packs ya formados se dirigen a la zona *Delta* que recibe este nombre por la marca de los robots que trabajan en ella. Al tiempo que se están formando las cajas, los conos han salido del túnel y cuatro brazos robóticos han recogido los conos con diez pinzas cada uno, los depositan en una línea de acumulación donde unos “policores” (cintas de goma) los trasladan delicadamente, para no dañar el producto hasta la misma zona *Delta*. Una vez llegan los cuatro robots del mismo nombre introducen los conos de ocho en ocho en los packs, previamente formados, mediante un sistema de vacío.

Seguidamente salen los packs hacia la zona de cerrado, al inicio de esta zona los operarios de producción comprueban que todos los packs estén llenados correctamente, si no es así, se retiran de la línea. Los packs que pasan el corte de calidad siguen su

camino por unas bandas modulares hasta las cerradoras. Estas pegan las solapas del pack con tres pistolas de cola para una fijación perfecta.

Con el pack ya completamente sellado se procede a la comprobación del peso exacto de cada pack por una báscula de pesado en continuo, si el pack no entra en los parámetros del peso se acciona el pistón de rechazo y este se descarta. A continuación los packs pasan por una cápsula de rayos X para asegurarse de que no existe ningún cuerpo extraño dentro de cada pack, si no son aptos se sigue el mismo proceso de rechazo.

Ya para concluir todo el proceso, los packs se dirigen hacia una estación denominada “Wrap around”, que funciona con dos robots Delta y es de gran complejidad. En esta estación los packs serán envasados en unas cajas de un cartón más resistente, el cartón es introducido en la máquina por un sistema de vacío con ventosas, se deposita en el empujador y, simultáneamente, se introducen los packs, por medio de un robot, mientras se forma la caja contenedora, se doblan las solapas y tres pistolas de cola pegan todo casi al mismo tiempo.

Esta máquina realiza el mismo proceso que una formadora y una cerradora a la vez, hay que tener en cuenta que al realizar todo a la vez intervienen muchos factores que pueden generar un fallo en el embalaje; ya sea el movimiento de la pistola de cola que realiza el pegado por medio de uno de los dos robots, el doblado de las solapas o incluso la humedad del cartón que no siempre es la misma en cada producción.

Ahora el embalaje que contiene los ocho packs sale del “Wrap around” y se dirige hacia un cuello de cisne que eleva el producto final hacia las bandas modulares que acaban en el almacén.

Este es el proceso completo que realiza la línea de producción CONO-MIDI.

4.2. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO EN CONO-MIDI

Para la adquisición de la moderna línea CONO-MIDI fue necesaria una inversión de 2.500.000€, la más cara y moderna que ha adquirido ICFC en su historia. Debido a las dimensiones de las dos nuevas líneas adquiridas, PIRULO y CONO-MIDI, se realizó una ampliación de la nave industrial, resultó una tarea complicada ya que las líneas debían estar separadas y las dos zonas, húmeda y seca, bien delimitadas. El problema principal surgió con las formadoras de packs del CONO-MIDI, que pertenecen a la zona seca y no había forma de situarlas en su zona delimitada por cuestiones de espacio, por tanto se optó por añadir una zona elevada donde colocarlas y que los packs ya formados avanzaran por una banda modular en rampa hasta la zona de acumulación.

Con la firma del contrato con la empresa italiana IMBALL para la adquisición de nuevas líneas de producción se entregó un pliego de condiciones para que el fabricante garantizara las exigencias de ICFC para con los nuevos equipos. En este pliego de condiciones se recogían puntos como los fabricantes de ciertos elementos con los que se trabajaba ya en *Ice Cream*, como por ejemplo pistones y electroválvulas FESTO o sensores fotoeléctricos de la marca IFM, entre otros. También se incluían croquis de las secciones donde los operarios de producción controlarían que los packs estuviesen completos y correctamente colocados.

Algo que se le puede recriminar a este pliego de condiciones fue no reclamar que el fabricante facilitara unas gamas de mantenimiento preventivo y autónomo con el formato propio de la empresa. Igualmente, el cambiar los elementos de los equipos a las marcas con las que se trabaja en ICFC facilitaba completar las gamas de mantenimiento ya que se conoce la vida útil de cada elemento y en el almacén existen recambios registrados de muchos de ellos.

Pero si hay una problemática que recalcar sobre la línea CONO-MIDI es el referente a la imposibilidad de que las máquinas WRAP AROUND funcionen a la máxima velocidad que se espera de ellas. Estas máquinas se encargan de empaquetar en cajas de cartón los packs, ya llenos de conos, de 8 en 8 por medio de dos brazos robóticos muy sensibles. Los problemas son diversos, desde no conseguir hacer bien el vacío para que las ventosas cojan el cartón para doblarlo, que las pistolas de cola tarden

demasiado en disparar o que el segundo brazo robótico se desajuste y deje los últimos dos packs demasiado atrás y la caja no cierre bien.

Teniendo en cuenta que el presupuesto de la línea es tan elevado cabría esperar que la empresa IMBALL se hiciera cargo de solucionar esto sin ningún precio añadido, pero al haber pasado el tiempo de garantía entre las dos empresas no llegan a un acuerdo para ver quién se hace cargo del gasto extra.

Aunque este hecho no tenga que ver con el mantenimiento planificado, es un problema que afecta a los valores de OEE, averías y ajustes. Por tanto es un problema necesario ya que esta línea es de las más importantes para ICFC, puesto que sus productos se distribuyen a países como Gran Bretaña (por medio de *Tesco* y *Sainsbury's*), Australia o Francia.

Al comenzar el periodo de prácticas fueron asignadas las tareas referentes a la mejora de las gamas de mantenimiento preventivo y autónomo. Estas gamas eran muy escuetas y no aparecían en ellas gran parte de los elementos de revisión. Con las gamas completas se consiguió aumentar de 412 puntos de revisión a 1094 puntos. Gracias, en parte, a esta tarea se ha conseguido aumentar considerablemente el nivel de OEE en los últimos meses.

En resumen, el Mantenimiento Planificado aumentará en los siguientes meses el nivel de Efectividad de los Equipos en la medida en la que las revisiones periódicas lo permitan ya que los problemas con las WRAP AROUND y la cantidad de merma por defectos de calidad disminuyen el porcentaje de OEE. También ayudará a que se reduzca considerablemente el porcentaje de averías, ya que algunas de ellas se debían a la falta de revisión o de acciones de correctivo necesarias, como cambios de casquillos o limpieza de los conductos de vacío.

5. APARTADO ECONÓMICO

Presupuesto estimado del Mantenimiento Preventivo en la línea CONO-MIDI:

PRESUPUESTO PREVENTIVO CONO-MIDI		
	Total 2017	2018 Semana 23
Repuestos Críticos	25.232 €	25.232 €
Repuestos	32.325 €	10.257 €
Mejora Enfocada	750 €	0 €
Órdenes de trabajo	2.200 €	335 €
Engrase y lubricación	220 €	220 €
Correctivo	15.850 €	8.652 €
Mantenimiento externo	10.250 €	5.500 €
TOTAL MATERIALES	86.827 €	50.196 €
Ejecución		
Honorarios Operario/Turno	19.600 €	9.800 €
Honorarios Operarios Tres Turnos	58.800 €	29.400 €
TOTAL EJECUCIÓN	58.800 €	29.400 €
IVA (21%)	30.582 €	16.715 €
Beneficio Industrial	68.287 €	37.141 €
TOTAL MANTENIMIENTO PLANIFICADO	244.496 €	133.453 €

6. CONCLUSIONES

Durante el periodo de prácticas en Ice Cream Factory Comaker se han realizado, principalmente, tareas relacionadas con el Mantenimiento Preventivo, concretamente completando y actualizando las Gamas para el Mantenimiento Autónomo y Preventivo. También se ha observado el funcionamiento del departamento de mantenimiento y de producción y las tareas de desarrollo del TPM que se realizan por parte de sus integrantes.

La filosofía del TPM requiere una implicación por parte de todos los empleados de la fábrica, en mayor o menor medida. Aunque los departamentos de producción y mantenimiento son los que llevan el peso en la aplicación de este método.

Esta exigencia de implicación un serio problema para la aplicación del TPM ya que añade tareas al trabajo que se estaba realizando hasta el momento. En ICFC dentro del departamento de producción se aprecia esta dinámica y hay operarios bastante reacios a comprometerse con las tareas añadidas para el mantenimiento autónomo.

Por otro lado, en el departamento de mantenimiento sí tiene mayor implicación para la realización de las tareas del Preventivo (Véase Anexo 5), de hecho en los tres turnos que componen el equipo de técnicos de mantenimiento se encuentra la figura del técnico de preventivo. Este puesto lo venían ocupando algunos de los técnicos más experimentados del departamento hasta que se ha ido formando a los de menor experiencia y se han podido encargar estos últimos siempre con supervisión de los jefes de turno para tareas de difícil aplicación.

No obstante, el problema principal que se debe resolver para la mejora del Mantenimiento Planificado reside en la formación. Muchos operarios de producción no están debidamente formados para las tareas del Mantenimiento Autónomo tales como el engrase o la limpieza de ciertas máquinas y acciones de pequeñas reparaciones que ahorrarían tiempo a los técnicos de mantenimiento.

Cabe destacar la función de las Gamas de mantenimiento como elemento principal para el cumplimiento de los pilares de Mantenimiento Preventivo y Autónomo, también las OPL (One Point Lesson) resultan efectivas. El único inconveniente que se puede achacar a este sistema es que al ser impreso en papel supone un gasto y es un poco complicado realizar todo el papeleo. Esto se ha solucionado con

la transición a la aplicación GMAO *Mapex* que ha incluido las Gamas en un formato informático y el preventivo se realiza por medio de una Tablet. Añadir que se está valorando la adquisición de nueva tecnología para mejorar el Preventivo por medio del mantenimiento predictivo que anticiparía las reparaciones de muchas averías.

El Mantenimiento Productivo Total está completamente implantado en ICFC y los datos de OEE y ajustes y averías (Véase Anexo 1) avalan que el Mantenimiento Planificado en los últimos años se está realizando con buenos resultados, es evidente que el coste de implantación es elevado, en el apartado 5 se demuestra que es así, pero el beneficio a largo plazo será mayor ya que los costes para llevarlo a cabo se reducen.

Todo y que decir que hay margen de mejora hasta llegar al *World Class Manufacturing*, los resultados obtenidos están dentro de lo esperado y se está cumpliendo, por lo general, con la programación anual de ICFC.

Con todo esto se puede dar por concluido el Trabajo Final del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática realizado por el alumno Germán Manjón Castillo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Rey Sacristán, Francisco *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. Ed: FC Editorial, Madrid (2001)

Shirose, Kunio. *TPM para operarios* Ed: TGM Hoshin, S.L. Madrid, (1994)

Páginas Web consultadas:

<http://www.sistemasoe.com/oe/87-avanzado/114-tpm> (Última visita 13/6/2018)

<http://www.expansion.com/valencia/2017/06/16/59441bcee5fdea4c7a8b4685.html>

(Última visita 13/6/2018)

<https://www.alimarket.es/alimentacion/noticia/246163/icfc-apuesta-por-la-innovacion-en-sus-novedades-de-campana> (Última visita 8/5/2018)

<http://ietpm.es/encyclopedy/centroTPM/mantenimientocalidad.htm> (Última visita 15/6/2018)

<http://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/blog/tpm-y-el-pilar-mantenimiento-de-calidad> (Última visita 19/6/2018)

<http://www.mantenimientoplanificado.com> (Última visita 19/6/2018)

<http://mantenimientopetroquimica.com/mantenimientoprogramadopetroquimica.html> (Última visita 20/6/2018)

<https://www.xing.com/communities/posts/el-concepto-de-world-class-1004976478> (Última visita 21/6/2018)

ANEXOS

Anexo 1:

Gráfico de averías y ajustes, valores semanales y acumulado de 2018

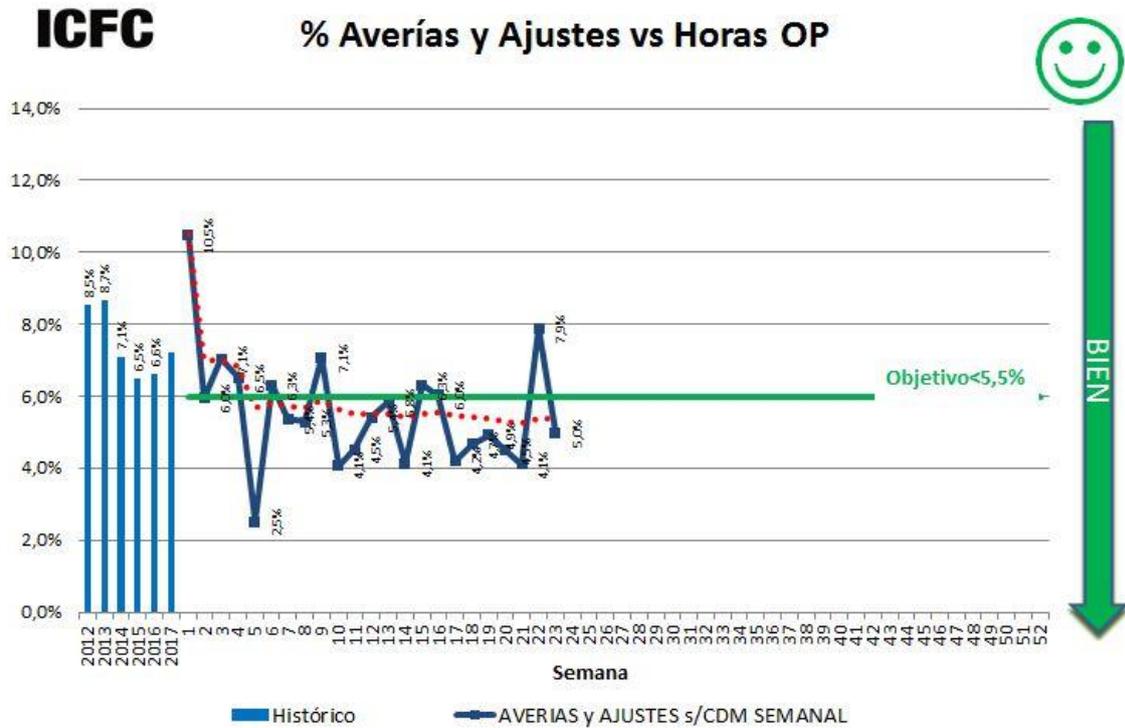
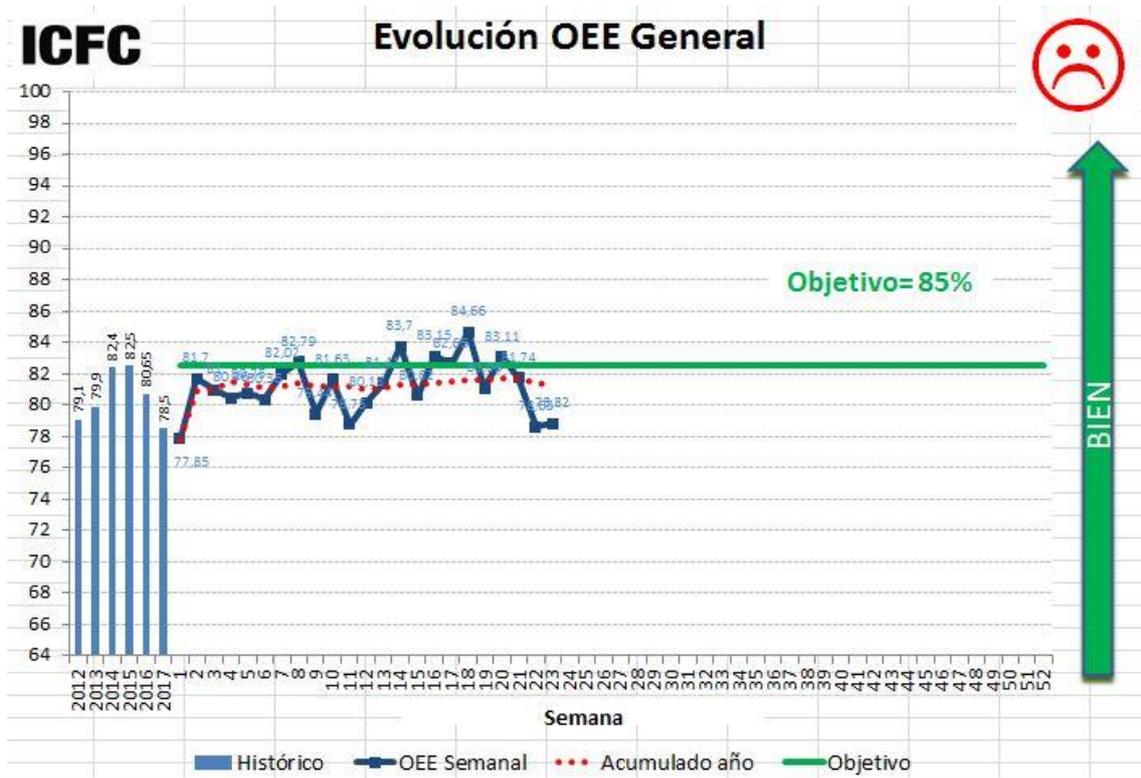


Gráfico de OEE, valores semanales y acumulado de 2018



Anexo 2:

Registro de partes de avería

LINEA	Nº DE PARTE DE AVERÍA	FECHA	TURNO	HORA INICIO PRODUCCION	HORA FIN PRODUCCION	HORA INICIO MANTENIMIENTO	HORA FIN MANTENIMIENTO	TIEMPO	MÁQUINA	TIPO DE DEFECTO	DESCRIPCION DE LA AVERIA	CAUSA 1
POLO-14	13771	4, de Enero de 2018		18:34	18:53	18:35	19:00	0:26	Apilador			19. FALTA AJUSTE PARAMETROS
POLO-14	13769	4, de Enero de 2018		16:00	16:06	16:00	16:25	0:25	Apilador		AL PARARSE EL APILADOR SE PARA LA LONA GARVETUS AL PARARSE POR UNA CAJA EL SOPLADOR NO FUNCIONA HASTA ABRIR PUERTA DE LA BILOPAK.	11.DISEÑO DEFICIENTE O CON FALLO
POLO-14	13829	4, de Enero de 2018		15:50	16:00	15:50	16:00	0:10	LONAS TRANSFER		NO SE PUEDE QUITAR HELADO DE CUBETAS DEL REBALS POR NO PODER DAR VELOCIDAD A LA LONA DE LAS CAJAS.	11.DISEÑO DEFICIENTE O CON FALLO
EXTR 4	13833	4, de Enero de 2018		14:22	14:45	14:25	14:42	0:20	BALSA CHOCO -1		LA BALSA NO DA SEÑAL DE SONDA.	2. FALTA MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO

LINEA	CAUSA 1	CAUS A2	CAUS A3	Explicación avería	PROBLEMA	SOLUCIÓN	ACCIONES PROPUESTAS PARA EVITAR AVERIAS	RESPONSAB LE MANTENIMIE NTO	RESPONSAB LE PRODUCCIO N
POLO-14	19. FALTA AJUSTE PARAMETROS			AJUSTE MECANICO	En el empujador fricciona muchos las cajas y rompe con las guías superiores.	LIMPIAR RESTOS DE COLA Y CARTÓN. PONEN TEFLON MARRON AL EMPUJADOR.	MARCAR CAMBIOS DE FORMATO.		
POLO-14	11.DISEÑO DEFICIENTE O CON FALLO			AJUSTE MECANICO	EL APILADOR CUANDO TIENE CAJAS ACUMULADAS A LA ENTRADA, CON LA MAQUINA EN MARCHA NO EXPULSA LAS CAJAS. En caso de parada de la apilador las cajas que quedan en la cerradora bloquean la pesadora porque no hay espacio.	INSTALAS SOPLADOR JUSTO DESPUES DE LA CERRADORA EN CASO DE AVERIA NO BLOQUEA LA CERRADORA.			
POLO-14	11.DISEÑO DEFICIENTE O CON FALLO			AJUSTE ELECTRICO	SE QUITO POR AVERIA EL VARIADOR MECANICO Y NO PUEDEN REGULAR LA VELOCIDAD GENERANDO MUCHOS CAJONES DE PRODUCTO Y DESPUES AL NO PODER AUMENTAR LA VELOCIDAD LA LINEA NO ABSORVE EL PRODUCTO DE REVALS.		INSTALAR POTENCIOMETRO JUNTO A LA FOTOCELULA DE PUESTA EN MARCHA DE LA CINTA DE ENVASADO. (PONER POTENCIOMETRO FUERA DEL CUADRO).		
EXTR 4	2. FALTA MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO			AJUSTE MECANICO	FALSO CONTACTO EN LA CONEXIÓN MARTING A2 W40412	REVISAR CONECTOR MARTING Y LIMPIEZA DE CONTACTOS.			
EXTR 4				AJUSTE ELECTRICO	CEPILLOS GASTADOS Y GUIAS SUELTAS HACEN QUE LA CAJAS CAIGAN Y SE ROMPAN.	SE ADELANTAN Y SE BAJAN LOS CEPILLOS. SE AJUSTAN LAS GUIAS PARA QUE LA CAJA NO REBOTE AL CAER. SE BAJA EL DETECTOR DE CAJA LO MAXIMO POSIBLE.	CAMBIAR LOS CEPILLOS NEGROS, EL TROZO MÁS CERCAÑO AL INTRODUTOR ESTÁ DESGASTADO DEJANDO QUE LA CAJA PUEDA CAER HACIA DELANTE (CODIGO 8614). COLOCAR OTRO TIPO DE DETECTOR PARA QUE SE DETECTE LA CAJA.		
EXTR 4	19. FALTA AJUSTE PARAMETROS			AVERIA MECANICA	LA CAJA FORMADORA SE VOLTEA SOBRE LA LONA ATASCANDO Y PARANDO LA MAQUINA.	AJUSTE DEL REGULADOR DE AIRE DEL EXPULSADOR DE CAJAS FORMADOS. AJUSTE DE GUIAS DE LA LONA. LIMPIEZA DE LOS RODILLOS QUE FORMAN LA CAJA.			
	3.FALTA MANTENIMIE			AVERIA					

Anexo 3:

Planificación Mantenimiento Preventivo y Autónomo

PROGRAMACIÓN GAMAS PREVENTIVO SEMANA 24							(SEMANA Lunes 11 de Junio)
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
TURNO DE MAÑANA	Página 1	Preventivo Túnel 7 (06:00-14:00) <small>Página 5</small>	Preventivo Sandwich (06:00-14:00) <small>Página 9</small>	Preventivo Kurt (06:00-12:00) Preventivo Bloques (06:00-14:00) <small>Página 13</small>	A DEFINIR <small>Página 17</small>		Página 21
TURNO DE TARDE	MAQUINA EN MARCHA Y ACCIONES	Preventivo Polo-14 (14:00-22:00)	Preventivo Extrusión-1 (14:00-22:00)	Preventivo Extrusión-4 (14:00-22:00)	A DEFINIR		
TURNO DE NOCHE	Página 2 MAQUINA EN MARCHA Y ACCIONES	Preventivo Conos (22:00-06:00) <small>Página 6</small>	Preventivo Ventura (22:00-06:00) <small>Página 10</small>	A DEFINIR <small>Página 14</small>	A DEFINIR <small>Página 18</small>		Página 22
<p>PIRULO: JUEVES (TURNO TARDE Y NOCHE) Y VIERNES PARADA</p> <p>TUNEL 7: MARTES (TURNO MAÑANA Y TARDE), MIERCOLES Y JUEVES (TURNO MAÑANA) PARADA</p> <p>TUNEL 11: MIERCOLES, JUEVES Y VIERNES PARADA</p> <p>EXTRUSION-1: MINIDUO TODA LA SEMANA PARADA</p> <p>TECNOFREEZES: TECNOFREEZE 1,2 Y 3 PARADA TODA LA SEMANA</p>							

Anexo 4:

Registro del Mantenimiento Preventivo y Autónomo y registro de horas trabajadas por línea

Nº	MÁQUINA	Punto Inspección	ZONA	LÍMITE ADELANTADO (H)	LÍMITE (H)	LÍMITE (H)	RESPONSABLE	TIPO MANTENIMIENTO	ESTADO DE LA MÁQUINA	CRITICIDAD	HORAS DE INSPECCIÓN	HORAS TOTAL KUR	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7		
1	LLENADORA Nº1	0																			
19	LLENADORA Nº2	0																			
21	LLENADORA Nº2	Revisar estado cortador y apriete		130	178	250	Mantenimiento	Eléctrico	Parada	C	REVISAR	6558,51	4102,92							4741,66	
28	LLENADORA Nº2	Revisar rodamiento piño tensor sistema mecánico de corte		880	928	1000	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3776,12								
52	OITEM 12	Página 23		Página 34		Página 45		Página 56													
65	OITEM	Revisar correa transmisión motor-reductor principal a eje reductor movimiento sellado longitudinal		230	278	350	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3949,11	4320,30							4741,66
67	OITEM	Revisar correa transmisión a eje intermedio transmisión a cadena de gatillos de entrada		230	278	350	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3949,11	4320,30							4741,66
70	OITEM	Revisar correa transmisión a eje movimiento cadena de gatillos de entrada a la Otem		230	278	350	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3949,11	4320,30							4741,66
74	OITEM	Revisar correa transmisión movimiento cadena de gatillos entrada cerradora		230	278	350	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3949,11	4320,30							4741,66
77	OITEM	Revisar correa		230	278	350	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3949,11	4320,30							4741,66
81	OITEM	Revisar correa transmisión movimiento rodillos sellado longitudinal		230	278	350	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3776,12	4320,30							4741,66
87	OITEM	Revisar correa movimiento rodillo sellado longitudinal		230	278	350	Mantenimiento	Mecánico	Parada	B	REVISAR	6558,51	3949,11	4320,30							4741,66
92	OITEM	Revisar resistencia sellado longitudinal		380	428	500	Mantenimiento	Eléctrico	Parada	A	REVISAR	6558,51	4102,92	4320,30							
93	OITEM	Revisar sonda sellado longitudinal		380	428	500	Mantenimiento	Eléctrico	Parada	A	REVISAR	6558,51	3776,12	4320,30							
105	OITEM	Revisar resistencia sellado transversal		380	428	500	Mantenimiento	Eléctrico	Parada	A	REVISAR	6558,51	4102,92	4320,30							

HORAS ULTIM MTO	VECES QUE SE HA REALIZADO EL MTO SOBRE E	HORAS ACOMULADA QUE LLEVA E	PLANIFICACION A DOS SEMANAS (6 días de trabajo m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6212,61	7,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
4974,56	1,00	1583,95	1728	PLANIFICAR																	
Página 67																					
6212,61	6,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
6212,61	6,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
6212,61	6,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
6212,61	6,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
6212,61	6,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
6212,61	6,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
6212,61	6,00	345,90	490	PLANIFICAR																	
5978,39	4,00	579,52	724	PLANIFICAR																	
5978,39	4,00	579,52	724	PLANIFICAR																	
5978,39	4,00	579,52	724	PLANIFICAR																	

Fecha	Mes	Semana	ANDERSON N°1	ACUMULADO	ANDERSON N°2	ACUMULADO	ANDERSON N°3	ACUMULADO	CONOS	ACUMULADO	CONOS MIDI	ACUMULADO	EXTRUSIÓN-1	ACUMULADO	EXTRUSIÓN-3	ACUMULADO	EXTRUSIÓN-4	ACUMULADO	GRAM-1	ACUMULADO
01/01/2017	1	1																		
30/05/2017	5	23		4.909,0				228,6	4.353,2		2.332,8	3.144,0			1.698,0		7.485,0		151,8	
31/05/2017	5	23		4.909,0				228,6	4.353,2		2.332,8	3.144,0			1.698,0		7.485,0		151,8	
01/06/2017	6	23		4.909,0				228,6	4.353,2		2.332,8	3.144,0			1.698,0		7.485,0		151,8	
02/06/2017	6	23		4.909,0				228,6	4.353,2		2.332,8	3.144,0			1.698,0		7.485,0		151,8	
03/06/2017	6	23		4.909,0				228,6	4.353,2		2.332,8	3.144,0			1.698,0		7.485,0		151,8	
04/06/2017	6	23		4.909,0			115,2	343,8	4.353,2	65,5	2.398,3	84,0	3.228,0	159,5	1.857,5	159,4	7.644,4		151,8	
05/06/2017	6	24		4.909,0				343,8	4.353,2		2.398,3	3.228,0			1.857,5		7.644,4		151,8	
06/06/2017	6	24		4.909,0				343,8	4.353,2		2.398,3	3.228,0			1.857,5		7.644,4		151,8	
07/06/2017	6	24		4.909,0				343,8	4.353,2		2.398,3	3.228,0			1.857,5		7.644,4		151,8	
08/06/2017	6	24		4.909,0				343,8	4.353,2		2.398,3	3.228,0			1.857,5		7.644,4		151,8	
09/06/2017	6	24		4.909,0				343,8	4.353,2		2.398,3	3.228,0			1.857,5		7.644,4		151,8	
10/06/2017	6	24		4.909,0				343,8	4.353,2		2.398,3	3.228,0			1.857,5		7.644,4		151,8	
11/06/2017	6	24		4.909,0				343,8	106,3	4.459,5	90,0	2.488,3	47,1	3.275,1	156,5	2.014,0	158,1	7.802,5		151,8

Anexo 5:

Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo

