

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

PRESENTA:
VICENTE PÉREZ PÉREZ

NOMBRE DEL PROYECTO:
“EXCELENCIA OPERATIVA OEE (EFICACIA GLOBAL DE EQUIPOS)”

PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO – JUNIO 2014

ASESOR INTERNO:
ING. MARGARITA MARCELÍN MADRIGAL

ASESOR EXTERNO:
ING. ALEXANDER JIMÉNEZ RUIZ

ÍNDICE

I. Introducción.....	3
II. Justificación.....	5
III. Objetivos.....	6
General.....	6
Específicos.....	6
IV. Caracterización del área en que se participó.....	7
Misión.....	7
Visión.....	7
Macrolocalización.....	7
Microlocalización.....	8
Nombre del departamento donde se realizó la residencia.....	9
Descripción de las principales actividades del área de desarrollo de la residencia.....	9
Organigrama de la empresa.....	11
V. Problemas a resolver.....	12
VI. Alcances y limitaciones.....	13
VII. Fundamento teórico.....	14
VII.1 Las seis grandes pérdidas de los equipos.....	14
1. Las grandes pérdidas de los equipos y sus categorías.....	14
2. Pérdidas por averías en los equipos.....	14
3. Pérdidas debidas a preparaciones.....	15
4. Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas.....	16
5. Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida.....	18
6. Pérdidas por defectos de calidad, recuperaciones y reprocesados.....	20
7. Pérdidas de funcionamiento por puesta en marcha del equipo.....	21
VII.2 Eficiencia de los equipos y de su mantenimiento.....	22
1. Eficiencia global de los equipos.....	22
2. Determinación de los tiempos que intervienen en el rendimiento.....	24
3. Factores que inciden en la eficiencia.....	26

4. Factores especiales que inciden en la determinación del rendimiento.....	28
VII.3 Cálculo de la Efectividad Global de los Equipos (OEE).....	29
1. Disponibilidad.....	30
2. Rendimiento.....	31
3. Calidad.....	31
4. Clasificación del OEE.....	31
5. ¿Por qué es importante el OEE?.....	32
VIII. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	35
Elaboración de las hojas de cálculo por medio del programa Excel® en el cual se concentrará toda la información recolectada.....	35
Elaboración de formatos para tiempos y eficiencia OEE que serán llenados por los operadores de cada máquina.....	36
Recolección de datos.....	42
Llenado de la base de datos y obtención de OEE.....	43
IX. Resultados.....	47
Febrero.....	47
Marzo.....	58
Abril.....	68
Mayo.....	74
X. Conclusiones y recomendaciones.....	80
Conclusiones.....	80
Recomendaciones.....	81
XI. Fuentes de información.....	82

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los retos que las empresas enfrentan hoy en día, es la utilización eficiente de sus recursos para cumplir con sus programas de producción, con el fin de mantener la competitividad en el mercado actual. Para lograr este objetivo, las industrias buscan cada vez más el uso de nuevos métodos y herramientas de producción para alcanzar este propósito.

Actualmente en la empresa Fritos Totis S.A de C.V., debido a la falta de un método para calcular y medir el rendimiento real de sus máquinas, no conoce su eficiencia, lo que dificulta la planificación de la producción, y creer que no se puede mejorar.

En este proyecto se implantará el OEE (*Overall Equipment Effectiveness, o Eficiencia General de los Equipos*) como una herramienta de mejora continua para alcanzar los objetivos que persigue la empresa; éste es una relación porcentual que sirve para conocer la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. (*Cuatrecasas, 1999*).

Así, el conocimiento de la eficiencia real de los equipos dentro de la planta es indispensable para el desarrollo de la planificación estratégica de la empresa, ya que dependiendo de esta información podrá determinarse la capacidad instalada de la planta.

El presente estudio también ayudará a conocer los factores que más afectan el proceso productivo y que llevan a pérdidas económicas, haciendo énfasis sobre en cuál de ellos actuar para disminuirlas y mejorar el rendimiento del proceso en la elaboración de las botanas para obtener una mayor rentabilidad.

El OEE mide la condición operativa y la fiabilidad de un proceso respecto al nivel de operación deseado (*Cuatrecasas, 1999*). Gracias a esta herramienta se mostrará a la

empresa qué tan bien está utilizando sus recursos, incluyendo el equipo y la mano de obra, para cumplir con los requerimientos de suministro y calidad de los productos.

El presente proyecto de residencia denominado “Excelencia Operativa OEE” busca medir los indicadores OEE de cada uno de los equipos que conforman el área de procesos de la empresa Fritos Totis S.A de C.V., ubicada en Comitán, Chiapas, la cual está dedicada a la elaboración de botanas de harina de trigo, maíz y papa, con el objetivo de satisfacer las necesidades que sus clientes demanden.

Es una empresa comprometida con producir y distribuir productos que cumplan con los requerimientos de sus consumidores, mediante procesos eficientes de mejora continua que garanticen la seguridad alimentaria y el cumplimiento de las leyes aplicables.

II. JUSTIFICACIÓN

Para competir con éxito en el mercado, las empresas han de adaptarse rápidamente a las fluctuaciones de la demanda, a la disponibilidad o al precio de materias primas. 'Cambio constante' es el mejor resumen de esta situación. Para ello, como se ha adelantado, será absolutamente esencial la medición correcta y objetiva de los rendimientos y pérdidas reales de la producción.

Es por ello que la empresa Fritos Totis S.A. de C.V. requiere medir la eficiencia de sus equipos; este indicador es posiblemente el más efectivo para conocer el grado de competitividad de una planta industrial ya que se trata del punto de unión entre la toma de decisiones financiera y el rendimiento operativo, permitiéndonos identificar las barreras que bloquean la mejora de la productividad, el concepto de OEE reúne eficiencia y calidad bajo una métrica común, proporcionando una única medición del rendimiento, que soporte cualquier decisión sobre nuevas inversiones.

El OEE está fuertemente relacionado con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está en operación, indica cuántas piezas han salido como producto correcto funcionando la máquina a la velocidad nominal y sin averiarse. En este concepto están incluidas todas las fuentes de ineficiencia existentes en cualquier proceso de fabricación (6 grandes pérdidas) que muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo.

Este concepto es el mejor indicador para medir la eficiencia productiva, partiendo de dos principios fundamentales; No se puede gestionar lo que no se mide y No sirve medir lo que no se gestiona.

Por lo anterior se realizará el proyecto de la medición de los indicadores OEE como una herramienta de mejora continua en el área de producción de la empresa antes mencionada.

III. OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS

General.-

Determinar la eficiencia global de los equipos de proceso utilizados en Fritos Totis S.A. de C.V. - planta Comitán - para la elaboración de sus diferentes productos y presentaciones, para definir aquellas partes en las que se debe realizar la mejora continua implantada por la empresa.

Específicos.-

- Recabar información necesaria mediante formatos OEE para calcular el rendimiento, disponibilidad y calidad con que están operando las máquinas.
- Obtener los niveles de OEE diario así como el porcentaje promedio mensual.
- Elaborar el diagrama de ruta para conocer cuellos de botella y tiempos muertos no programados que se presentan durante el proceso de elaboración de botanas para determinar sus causas.
- Incrementar la eficiencia de las máquinas mediante el análisis de la información obtenida y reducir los paros por mantenimiento correctivo.

IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPÓ

Nombre de la empresa: FRITOS TOTIS S.A. DE C.V

Misión:

Ofrecemos sabor y diversión a nuestros consumidores construyendo y fortaleciendo marcas con responsabilidad y rentabilidad para sustentar el desarrollo de colaboradores y accionistas.

Visión:

Ser una empresa innovadora de botanas y bebidas con marcas sólidas y de fuerte presencia en el mercado, que se distinga por el sabor y calidad de sus productos, buscando siempre la satisfacción de los consumidores.

Dirección y mapa de localización

Dirección: Libramiento Oriente s/n, Los Sabinos, Comitán de Domínguez, Chiapas.

Macro-localización:

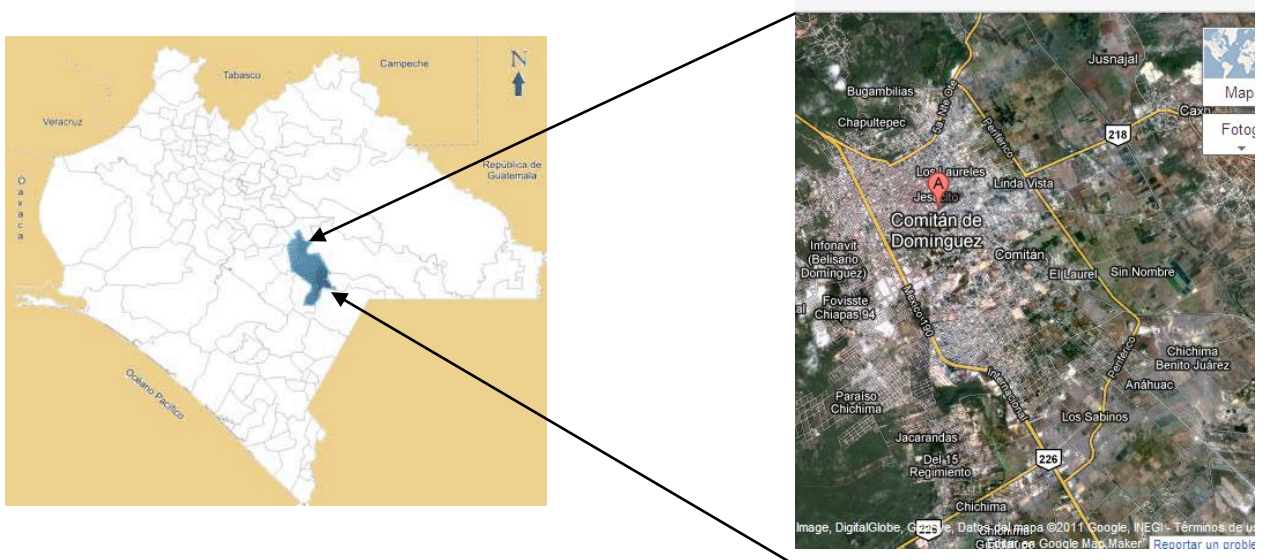


Fig. 1: Localización del municipio de Comitán de Domínguez, Chiapas.

Micro-localización:

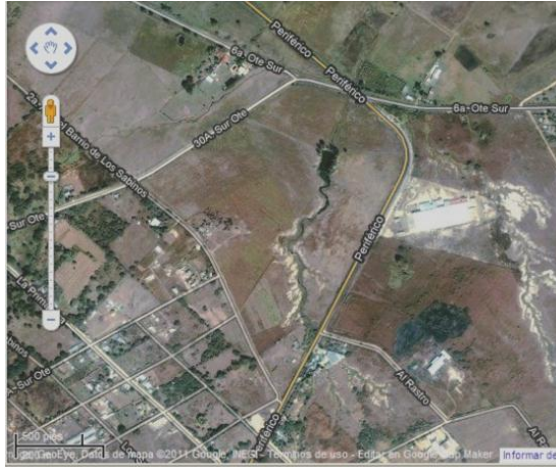


Fig. 2: Localización del terreno donde se ubica Fritos Totis S.A. de C.V.

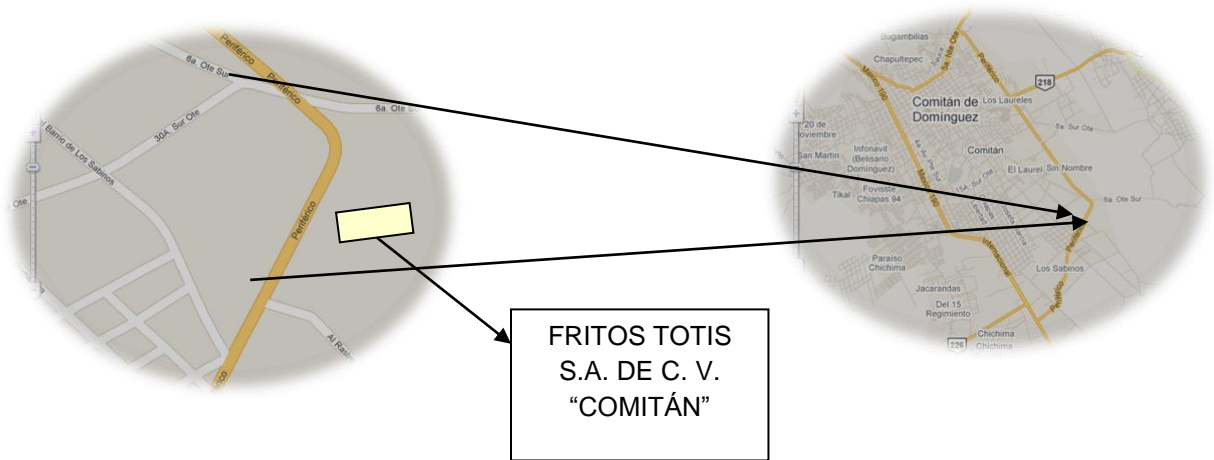


Fig. 3: Dirección de la empresa Fritos Totis S.A. de C.V.

Nombre del Departamento donde se realizó la residencia: Producción.

El área de producción es el departamento encargado de elaborar los distintos productos (figuras y presentaciones) con base en los requerimientos de los clientes.

Cuenta con 4 líneas encargadas de procesar la materia prima dependiendo del producto a elaborar y están conformadas por 12 básculas y 12 envasadoras volumétricas.

Descripción de las principales actividades del área de desarrollo de la residencia:

En el área de producción, se realizan los diferentes procesos de transformación de materia prima como son: freído, horneado y extruido; en ésta se encuentran las líneas 1, 2, 3 y 4, básculas, envasadoras, área de recuperado y cuarto de lavado que elaboran los siguientes productos: dona sal-limón, dona chile y limón, dona hot chili, palitos chile y limón, chicharrón chile y limón, paloma queso, esponjado queso cheddar, torcido queso-jalapeño, torcido hot-chili.

- Línea 1: Cuenta con una tolva que alimenta la materia prima a través de un fast back que envía la materia prima al freidor donde se fríe el producto que posteriormente es transportado a través de un equipo de cangilones llamado Varilift al área de condimentación que es un lugar formado por un equipo condimentador y un bombo sazonador donde el producto se mezcla con condimento y éste a su vez es transportado a la línea de envasado.

- Línea 2: Produce paloma chile y paloma queso, cuenta con un bombo cernidor de condimento y un mezclador este último llamado slurry, que dosifica ciertas cantidades de acuerdo al requerimiento; esta línea se conforma por una tolva de

alimentación de materia prima, horno, cernidor, bombo sazonador y slurry de dosificación.

- Línea 3: Produce esponjado, esta línea está conformada por tolvas donde se alimenta harina, extrusores que transforman la materia prima en producto a hornear, bandas transportadoras que envían al producto al horno, bombo alimentador de condimento y slurry que es un tanque donde se prepara el condimento.

- Línea 4: Produce friters queso cheddar/jalapeño y torcido hot-chili, esta línea está formada por un mezclador que remueve la harina, tolvas alimentadoras que bajan la harina hacia los extrusores y éstos la transforman en producto que es dirigido a través de bandas transportadoras hacia el horno donde se mezcla con condimento a través de un bombo y un slurry de dosificación.

- Básculas y envasadoras: las cuales están formadas por vibradores que alimentan el producto semielaborado, tolvas de alimentación, bandas dosificadoras de salsas, bandas transportadoras de sobres; envasan los distintos productos a través de ciertas programaciones dependiendo del requerimiento de cada producto a elaborar, éste proceso es monitoreado por el operador de envasado y supervisado por el coordinador de producción.

- Área de recuperado: está conformada por aros metálicos los cuales sirven para depositar una bolsa dentro del cual se deposita el producto recuperado de sobres dañados y posteriormente se lleva otra vez al área de envasado.

- Cuarto de lavado: este espacio es utilizado para el lavado de equipos el cual tiene mucha afluencia; está conformado por un estante de garrafas para químicos, un estante para contenedores de lavado, un estante para materiales que se utilizan para el lavado de maquinaria y una estación de lavado.

Organigrama de la empresa (incluyendo al asesor externo)

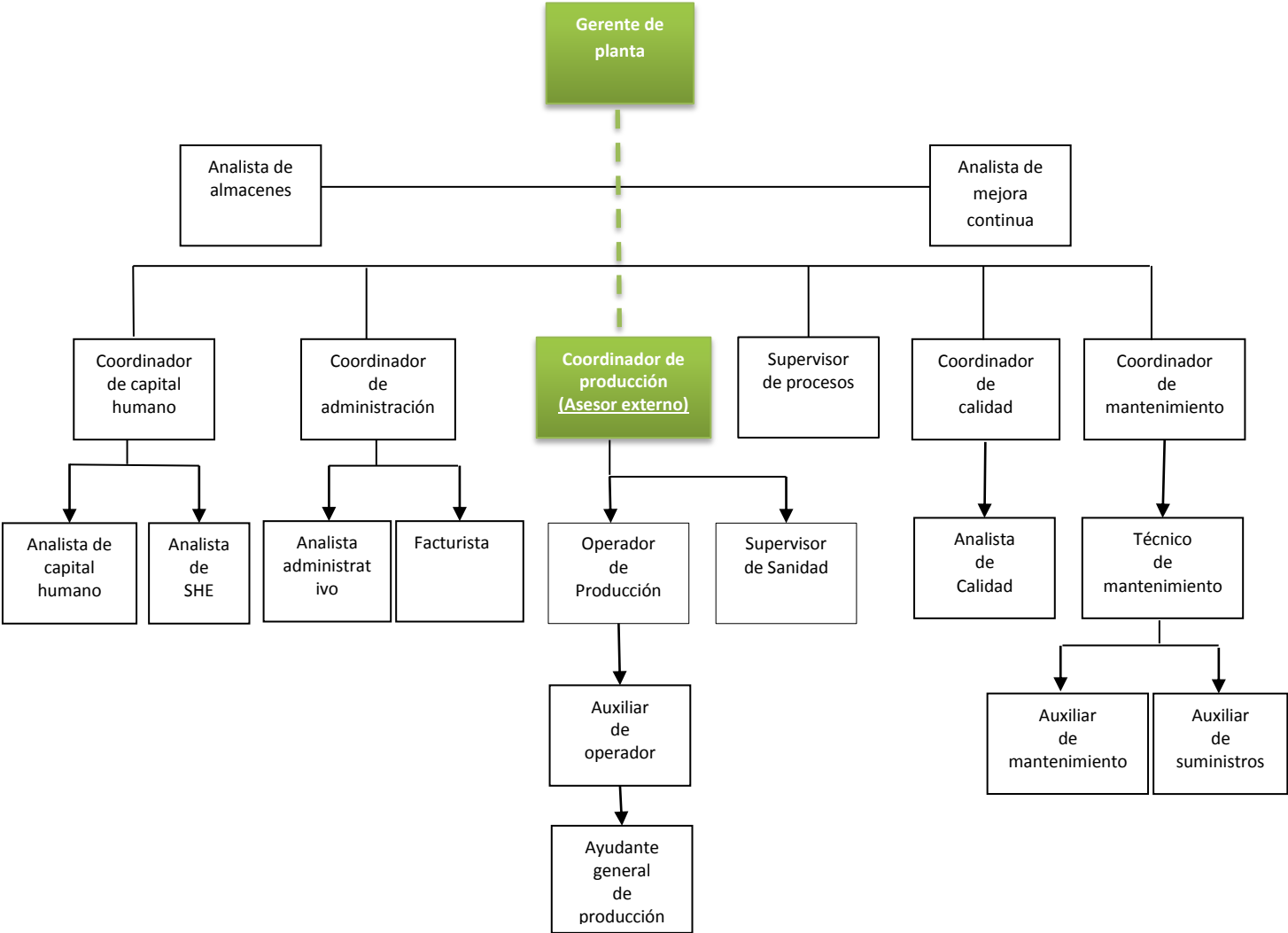


Fig. 4: Organigrama de la empresa Fritos Totis S.A. de C.V.

V. PROBLEMAS A RESOLVER

El proyecto se realizará en la empresa Fritos Totis S.A. de C.V. planta Comitán, en el área de producción, el cual está enfocado para solucionar el problema que existe en cuanto a que no se conoce la eficiencia real de los equipos, esto lleva a que si no se conoce dicho dato tan importante, no se podrá saber en dónde mejorar el proceso de producción. Es por eso que se requiere implantar la medición de los indicadores OEE como una herramienta que ayudará a:

- Medir la eficiencia del área de procesos de la empresa mediante la recopilación de datos necesarios para obtener cada uno de ellos.
- Determinar las principales causas de los tiempos muertos de los equipos y envasadoras que presentan diariamente para saber a cuál de ellos darle prioridad en disminuir o suprimir.
- Al conocer las pérdidas por tiempos muertos se podrá también proponer una planificación del mantenimiento preventivo para disminuir o eliminar dichas pérdidas.
- Identificar cuál de los tres indicadores OEE es la que está afectando más en la eficiencia de los equipos en la empresa.
- Proporcionar a la empresa información necesaria para la toma de decisiones para mejorar la eficiencia en el área de producción.

VI. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances.-

Con el proyecto se llevó a cabo la medición de la eficiencia global de los equipos utilizados en la empresa llevándonos a conocer la condición operativa y la fiabilidad del proceso de producción. Gracias a ello se logró mostrar qué tan bien se están utilizando los recursos incluyendo la mano de obra.

Con el OEE se identificaron las pérdidas provocadas por el equipo incluyendo disponibilidad, rendimiento y calidad. Se logró medir la eficiencia de cada máquina y equipo con el fin de conocer el de cada línea de producción y con esto llegar a conocer la eficiencia global del área de producción.

Con los resultados obtenidos se propuso a la empresa implementar totalmente un programa de mantenimiento basado en TPM (Mantenimiento productivo Total), para aumentar la eficiencia global de los equipos, así como trabajar en equipo y mostrar la importancia que tienen estos indicadores en la toma de decisiones para mejorar la productividad.

Limitaciones.-

Se requiere realizar la medición de las máquinas y equipos durante un largo tiempo para obtener mayor cantidad de resultados y poder comparar lo obtenido entre los diferentes meses, en el proyecto solo se midieron durante 4 meses (febrero -mayo).

Dentro de lo propuesto por la empresa, el proyecto solo abarcó la obtención de los indicadores OEE como primer paso para la mejora de la eficiencia de los equipos, no pudiéndose implementar otras herramientas como el TPM. La falta de empeño por parte de los operadores al llenar los formatos, impidiendo algunas veces la obtención de resultados exactos. Durante el desarrollo de este proyecto la empresa trabajó solo dos meses con dos turnos y los siguientes dos con uno solo, esto hizo que hubiera variación en los resultados finales mensuales.

VII. FUNDAMENTO TEÓRICO

VII.1 Las seis grandes pérdidas de los equipos

1. Las grandes pérdidas de los equipos y sus categorías

El objetivo de un sistema productivo eficiente desde el punto de vista de los equipos es el de conseguir que éstos operen de la forma *más eficaz* durante el *mayor tiempo* posible. Para ello es necesario descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que merman las condiciones operativas ideales de los equipos, lo que es un objetivo fundamental del TPM.

Los principales factores que impiden lograr maximizar la eficiencia global de un equipo se han clasificado en seis grandes grupos y son conocidos como las *Seis Grandes Pérdidas*. Están agrupadas en tres categorías tomando en consideración el tipo de mermas y efectos que pueden representar en el rendimiento de un sistema productivo con intervención directa o indirecta de los equipos de producción.

2. Pérdidas por averías en los equipos

Las pérdidas por averías, errores o fallos del equipo provocan tiempos muertos del proceso por paro total del mismo debido a problemas que impiden su buen funcionamiento. Las averías y sus paros pueden ser de tipo esporádico o crónico. Estos últimos constituyen aquel tipo de problemas que se repiten periódicamente. Ello redundará no sólo en pérdidas de tiempo, sino también, por supuesto, en pérdidas del volumen de producción que podría haberse llevado a cabo. Son problemas que surgen a lo largo del tiempo, una y otra vez.

Las averías son el grupo de pérdidas más grande de entre las seis citadas. Hay dos tipos: averías de pérdida de función y averías de reducción de función.

Las averías de pérdida de función suelen producirse esporádicamente (de repente) y son fáciles de detectar ya que son relativamente dramáticas: el equipo se detiene por completo.

Por otra parte, las averías de función reducida permiten que el equipo siga funcionando pero a un nivel de eficacia inferior. Muchas veces se descubren las averías de función reducida sólo después de una exhaustiva observación, pero cuando no se detectan pueden causar momentos de inactividad y paradas pequeñas, repeticiones de trabajos, velocidad reducida y otros problemas y pueden llegar a ser la causa de averías de falla de función esporádicas.

En general, las averías pueden causarse por todo tipo de factores pero solemos darnos cuenta únicamente de los grandes defectos y pasamos por alto la multitud de defectos pequeños que también contribuyen a ellas. Obviamente, los grandes defectos merecen nuestra atención, pero los defectos pequeños merecen igual atención porque se acumulan y también causan averías. De hecho, muchas se producen simplemente por no hacer caso a detalles que parecen insignificantes tales como un tornillo suelto, abrasión, suciedad y contaminantes, y los efectos de estas pequeñas cosas se acumulan hasta afectar a la eficacia del equipo.

3. Pérdidas debidas a preparaciones

Trataremos en este punto del tiempo empleado en la preparación o cambio de útiles y herramientas y los ajustes necesarios en las máquinas para atender los requerimientos de la producción de un nuevo producto o variante del mismo.

Es necesario minimizar el tiempo invertido en todo ello, en esta dirección se han desarrollado en los últimos años, con notable éxito, 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 inferior a 10 minutos.

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* (MP), junto a otras que se realizan fuera de las mismas y que pueden llevarse a cabo a *máquina en marcha* (MM). El tiempo consumido a máquina parada es el objetivo básico de la reducción.

Dentro de este tiempo se llevan a cabo operaciones de:

- Preparación
- Montaje
- Ajuste

de los útiles, que suponen la base del tiempo a reducir.

Las pérdidas por preparación y ajustes son pérdidas que se deben a paradas que ocurren durante el proceso de reutilaje tales como cambio de útiles, etc. Las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente.

Los ajustes son los que consumen la mayor parte del tiempo. A veces se necesitan de los ajustes debido a una falta de rigidez o alguna otra deficiencia mecánica. Sin embargo, al intentar reducir el número de ajustes primero hay que investigar los mecanismos de ajuste y dividir los ajustes en los evitables (que se pueden mejorar) y los inevitables (no mejorables).

4. Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas

Este tipo de pérdidas hace 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.

Podríamos citar por ejemplo un equipo que se encuentre operando en tiempo de vacío porque en la carga de la máquina una pieza ha quedado encallada en la rampa de acceso, impidiendo la alimentación de piezas, o bien el caso del fallo de un temporizador que no desbloquee una pieza y el equipo considera que lo está, y realice todo el ciclo de mecanización sin pieza alguna; también incluiremos el caso del paro de la producción de un equipo por falta de presencia de pieza.

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 previsible y en general solucionables de forma automática, pero que pueden provocar pérdidas de producción y rechazo de productos considerables.

A diferencia de las averías ordinarias la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo. Por ejemplo, una pieza puede atascarse en una tolva o un sensor de control de calidad puede parar temporalmente el equipo. Tan pronto como alguien quita la pieza atascada o vuelve a poner en marcha el sensor, funciona normalmente de nuevo. Por lo tanto, la inactividad y paradas pequeñas difieren cualitativamente de las averías normales, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo sobre todo en máquinas de proceso automático, de ensamble o de línea.

Ya que se pueden restaurar con bastante facilidad los tiempos muertos y paradas pequeñas, hay una tendencia a pasarlos por alto y no considerarlos como pérdidas. Pero son, de hecho, pérdidas y esto hay que hacerlo entender a todo el mundo. Sin embargo, aún después de haber explicado esto, puede que sea difícil entender la importancia de las pérdidas por tiempos muertos desde un punto de vista cuantitativo. Por ello, mientras no se haga patente su nocividad, difícilmente se podrán tomar medidas exhaustivas para eliminarlas.

En fábricas con muchas unidades de equipos, cada caso de inactividad o parada pequeña necesitará su tiempo de reparación, pero obviamente cuanto más tiempo se tarda, más grande es el problema. Hoy en día cada vez más fábricas que han ido reduciendo su personal, sufren inactividad y paradas pequeñas que suponen un problema muy grave pues no hay nadie allí que pueda responder de inmediato. Entonces, en estos casos, es esencial la meta de cero inactividades y paradas pequeñas.

5. Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida

Nos referimos ahora a las pérdidas de producción ocasionadas por la diferencia que hay entre la velocidad prevista (de diseño) para el equipo 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 que fuerzan la reducción de la velocidad.

Los puntos clave de este tipo de pérdida son:

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

La mejora de los procesos por lo que hace referencia a las caídas de velocidad, puede establecerse por medio de las etapas:

1. Determinar el nivel actual de velocidad, así como de los factores que la condicionan (proceso que requiere mayor velocidad por ser <<cuello de

botella>>, tasa de defectos relacionados con la velocidad, tiempos de vacío, etc.).

2. <<Gap>> o desviación existente entre el citado nivel actual y las especificaciones de la máquina o equipo.
3. Historial de acciones que afectan a la velocidad, tomadas en el pasado (más o menos reciente), y cómo condicionan la velocidad actual.
4. Estudio de la operativa actual y de los condicionantes técnicos y de gestión con relación a la velocidad actual y la capacidad de aumentarla. Puede ser importante contrastar en este punto la diferencia entre la velocidad actual de nuestro equipo y la de otros iguales o similares.
5. Establecimiento de nuevos estándares de operativa que corrijan deficiencia y mejoren la velocidad. Deberá tenerse en cuenta cualquier factor que pueda verse afectado indirectamente, como la precisión o la calidad.
6. Realización de ciclos operativos de ensayo con las nuevas condiciones.
7. Reajuste del nuevo estándar y confirmación y puesta en vigor del mismo.

Las pérdidas por reducción de velocidad se producen cuando hay una diferencia entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual. Las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran generalmente, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo y deben estudiarse cuidadosamente. La meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual.

El equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño por una variedad de razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, una historia de problemas anteriores o el temor de sobrecargar el equipo. A menudo, simplemente no se conoce la velocidad óptima. Por otro lado, aumentar deliberadamente la velocidad de operación contribuye a la resolución de problemas revelando fallos latentes en la condición del equipo.

6. Pérdidas por defectos de calidad, recuperaciones y reprocesados

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.

También este tipo de pérdidas pueden incluir defectos esporádicos y defectos crónicos, aunque referidos, ahora, a la calidad del producto, lo que no obsta para que las causas, esporádicas o crónicas, se hallen en los equipos. Tal y como ya hemos comentado, a propósito de los equipos, normalmente no será tan difícil tratar los defectos esporádicos, de manera que no trasciendan al siguiente proceso sin haber actuado sobre ellos. Por el contrario, las causas de los defectos crónicos pueden ser muy difíciles de identificar, no siendo fácil encontrar contramedias o soluciones que permitan entregar los *outputs* de nuestro proceso productivo con la calidad esperada o prevista.

Como resultado de todo ello, es frecuente que para este tipo de defectos se proceda a tirar el producto y llevar a cabo la producción de uno nuevo.

Los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente devolviendo el equipo a su condición normal. Estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos. Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para restaurar el status de la máquina raramente resuelven el problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o dejarse de lado. Deben también registrarse como pérdidas crónicas, y no ignorarse, los defectos que se pueden corregir a través de rectificaciones y trabajos rehechos.

La eliminación de los defectos crónicos, como las averías crónicas, exige una profunda investigación y medidas innovadoras. Deben determinarse las condiciones que provocan los defectos y entonces controlarse eficazmente. La meta principal es siempre la eliminación total de los defectos.

Ya que hay distintos tipos de defectos -esporádicos y crónicos- alcanzar la meta de cero defectos se vuelve cada vez más difícil. Llegar a ella, requiere la consideración de medidas basadas en una comprensión amplia de todos los defectos.

7. Pérdidas de funcionamiento por puesta en marcha del equipo

Estas pérdidas se refieren al nivel de producción que se da en ocasiones en el arranque y puesta en funcionamiento de determinadas máquinas, situado por debajo de la capacidad (y por tanto de lo que en TPM nos hemos referido como *velocidad*) que puede obtenerse con el mismo equipo una vez superada esta fase.

Vendría a ser, comparando con algunos sistemas de transporte, como el hecho de circular, en nuestro caso operar, a una velocidad inferior a la 'velocidad de crucero' que se alcanza cuando todo el sistema está ajustado y en plenas condiciones de funcionamiento.

Estamos pues ante una pérdida de rendimiento, y su incidencia tendrá mayor o menor impacto dependiendo de las condiciones de operación y de las características del propio equipo, los problemas con los útiles o plantillas, las habilidades individuales de los operarios, etc.

Estas pérdidas deben minimizarse si se quiere aumentar la efectividad del equipo mediante procedimientos de "arranque vertical" (arranque inmediato, libre de dificultades).

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable.

Muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a operaciones de prueba y otros factores. En todo caso, el resultado es tener muchas pérdidas.

VII.2 Eficiencia de los equipos y de su mantenimiento

1. Eficiencia global de los equipos

De acuerdo con lo que se ha expuesto hasta el momento, el TPM permite mejorar la eficacia con la que operan los equipos e instalaciones productivas, y como resultado de ellos puede aumentar considerablemente la eficiencia del sistema productivo.

Las posibles mejoras en los equipos productivos y su operativa se centrarán especialmente, según se ha visto, en las pérdidas, tanto las crónicas como las esporádicas, las provocadas por una causa única, por causas múltiples, o bien por causas interrelacionada. Sus identificación y posterior reducción o eliminación será lo que nos permita progresar hacia el rendimiento óptimo del equipo en cuestión.

Veremos en este capítulo que factores van a ser los que van a incidir directamente en la obtención de lo que denominaremos rendimiento o eficiencia global de los equipos productivos.

Va a ser fundamental para el logro con éxito de este objetivo activar y potenciar todos los recursos a nuestro alcance, considerando como tales el potenciar las

tareas de mantenimiento llevadas a cabo por los operarios de producción, es decir, una implantación con éxito de las 5 'S, en el propio puesto de trabajo, y la reorganización del departamento de mantenimiento con el claro objetivo de trabajar en base a la mejora continua, y la reconducción de las tareas de este departamento hacia actividades de prevención de fallos y gestión de sus propios equipos y recambios.

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.

La eficiencia global de equipos productivos (OEE) es igual al producto de la disponibilidad por el rendimiento y por la calidad.

El coeficiente de eficiencia global se obtiene, pues, por determinación de la fracción de tiempo que el equipo funciona, una vez deducidas 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 reprocesarse.

El resultado obtenido para la eficiencia global será un porcentaje que, con anterioridad a la introducción de mejoras, deberá determinarse, para poder así conocer cuál es el punto de partida del equipo cuya eficiencia quiere mejorarse, y cómo se va obteniendo la progresión de la eficiencia a medida que se implantan mejoras. Cada equipo tendrá unos puntos débiles claramente diferenciados de los que tenga otro. No será correcto hablar de un valor absoluto, sino de la tendencia a lo largo del tiempo. Así, por ejemplo, para un determinado equipo, dadas sus posibilidades de mejora, se podrá llegar a valores de rendimiento cercanos al 80-85%, y sin embargo, otro con menos posibilidades, alcanzar un 65-70%, será algo más que razonable.

2. Determinación de los tiempos que intervienen en el rendimiento.

El tiempo disponible para operar a plena eficiencia (tiempo operativo eficiente) puede obtenerse a partir del tiempo total disponible deduciendo los correspondientes a todas las posibles pérdidas. 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 tres coeficientes de eficiencia que componen la eficiencia global:

- **Coeficientes de operatividad por paros:**

Es la relación entre el tiempo que el equipo está teóricamente operativo y el tiempo en que lo está considerando paradas cortas y funcionamiento a velocidad a la especificada:

$$OP = \text{tiempo operativo real TOR} / \text{tiempo operativo} = (CR/TO) \times Q$$

- **Coeficiente de operatividad del ciclo:**

Es una relación entre el tiempo ciclo (según norma) para producir una unidad de producto y el tiempo ciclo real para su producción:

$$OC = \text{tiempo de ciclo ideal CI} / \text{tiempo de ciclo real CR}$$

Una vez definidos estos coeficientes, pasaremos a obtener las expresiones que nos van a dar los coeficientes de Disponibilidad, Efectividad y Calidad en función de los tiempos previamente definidos.

- **Coeficiente de disponibilidad:**

D= tiempo operativo TO / tiempo de carga TC

$$D = TO / TC$$

- **Coeficiente de efectividad:**

E= tiempo operativo ideal / tiempo operativo TO

Lo cual vendrá expresado de la siguiente manera:

E= CI X Q/FO= OC X CR X Q/ TO= OC X TOR / TO= OC X OP

$$C = TOE / TOR$$

Con todo ello el valor de la eficiencia global del equipo, teniendo en cuenta todas las posibles pérdidas y los tiempos sobre los que incide, será el producto de estos tres ultimo coeficientes, según ya ha sido expuesto, es decir:

EG= D X E X C= (TO/TC) X (OC X OP) X TOE/TOR

Lo cual se puede expresar como:

EG= (TO/TC) X (OC X TOR / TO) X (TOE / TOR) = (TOE / TC) X OC

Así pues: **eficiencia o rendimiento global:**

$$OEE = F X E X C = (TOE / TC) X (OC)$$

TOE: *tiempo operativo efectivo final*

TC: *tiempo de carga inicial*

OC: *coeficiente de operatividad de ciclo*

Se obtendrá el valor de la eficiencia global como la relación entre: el tiempo operativo efectivo final y el tiempo de carga inicial, multiplicada por el coeficiente de operatividad del ciclo. La consideración del tiempo de carga como base de cálculo de la eficiencia en lugar del tiempo disponible real, hace que en la determinación de la eficiencia global no se tenga en cuenta el tiempo no empleado de forma prevista por descansos, es decir, aquel que se excluye al hacer el cálculo del tiempo de trabajo.

3. Factores que inciden en la eficiencia

La implantación de un programa de Mantenimiento Productivo Total no solo 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 eficiencia global del equipo 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 efectividad 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 eficiencia global del equipo.

El *coeficiente de efectividad* tiene en cuenta las pérdidas por tiempos en vacío y paradas cortas y las pérdidas por reducción de velocidad, la mejora de este coeficiente implica, evidentemente, la erradicación de estas pérdidas.

El *coeficiente de disponibilidad* 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 operativo del equipo y, como consecuencia, aumentar la disponibilidad.

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.

La expresión *global*, que acompaña al concepto de eficiencia hace referencia a que quedan incluidas y son consideradas todas y cada una de las pérdidas que el TPM intenta reducir o eliminar. En definitiva, un incremento de la eficiencia global del equipo se traduce en un incremento en productividad, reducción del número de fallos, reducción de los accidentes, etc.

La eficiencia de los equipos tras la implantación del TPM, no solo se verá reflejada en el incremento del ciclo de vida del equipo, su productividad y su rentabilidad, sino que todo esto revertirá en hacer los <<*procesos productivos más rentables*>> y la obtención de <<*productos de mayor calidad*>> y <<*entregas a tiempo al cliente*>>, con lo que conseguiremos una mejora de la competitividad, y por tanto obtendremos una ventaja competitiva en el mercado. Esto será así ya que pueden alcanzarse, simultáneamente y en mayor o menor grado, todos los objetivos que siguen:

- mejora de la productividad
- mejoras incidentes en la calidad de los productos
- procesos más rentables
- aumento de la participación del personal

4. Factores especiales que inciden en la determinación del rendimiento

El rendimiento de un equipo, y el nivel de pérdidas que su utilización comporta, depende de una gran cantidad de factores.

Estos factores son los denominados *particulares* y, en general, pueden medirse cuantitativamente, y su consideración y ponderación puede ser de gran ayuda para introducir mejoras que permitan eliminar las pérdidas concretas, o cuando menos reducirlas.

Ello nos llevará a identificar estas pérdidas, analizar la capacidad para su mejora y, por supuesto, poder medir los resultados.

- 1) Duración y frecuencia de paros debidos a preparaciones y ajustes
- 2) Importancia y frecuencia de las averías y fallos en general

La frecuencia con que se producen las averías y fallos en general va a centrar el diagnóstico que puede efectuarse en base a:

- *Tiempo perdido* que comporta la avería en sí más el tiempo de reparación.
- *Frecuencia* con que se producen.

- 3) Eficiencia derivada de los distintos tipos de avería

Cada tipo de pérdida se va a traducir en una reducción del tiempo real disponible para operar, hasta llegar al tiempo operativo efectivo.

- 4) Factores intrínsecos a la eficiencia
- 5) Rendimiento de las actividades de mantenimiento

Tabla 1: Fuentes de ineficiencia existentes en un proceso de fabricación.

Criterio	Principales pérdidas	Categoría OEE	Comentarios
Tiempo perdido por:	Grandes averías	Pérdidas de disponibilidad	En ocasiones es difícil discernir entre una avería que se encuadre en esta pérdida o en las de rendimiento.
	Puesta en funcionamiento y cambios de herramientas		Incluye cambios de reglajes o configuraciones.
Producción perdida por:	Pequeñas paradas	Pérdidas de rendimiento	Se incluyen paradas de tiempo inferior a 5 minutos y no precisan de la intervención del personal de mantenimiento.
	Reducción de velocidad		Debido a que no se quiere producir al máximo rendimiento (intencionada), o a que se aminora la velocidad por algún motivo específico (malfuncionamiento, atasco, etc.).
	Defectos de inicio de fabricación	Pérdidas de calidad	Productos defectuosos que se producen cuando una línea se pone en funcionamiento.
	Defectos de producción		Productos defectuosos producidos en una línea operativa.

Fuente: Pérez V. Raúl, 2011. Universidad Politécnica de Catalunya.

VII.3 Cálculo de la Efectividad Global de los Equipos (OEE)

El índice de efectividad global del equipo (Overall Equipment Effectiveness - OEE) es una herramienta desarrollada por Nakajima (1989) que permite conocer el rendimiento real del equipo. Este indicador es encontrado a partir de la estratificación

de las seis grandes pérdidas, y se calcula por el producto de los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad, como se muestra en la ecuación:

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

Los valores usados pueden reflejar una completa planta de procesos, una línea de proceso o un elemento de equipo individual.

Para equipo individual, el rendimiento del equipo es comparado con valores anteriores del mismo equipo o de otros elementos de equipo. Los cambios que ocurren en la OEE o en sus elementos son rastreados y se calculan las tendencias en el tiempo.

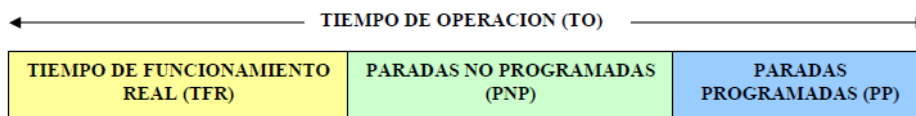
El OEE para una línea de proceso trata a toda la línea como una sola unidad, sin importar cuánto equipo incluya. Para operaciones de múltiples recetas o de batch, la OEE es calculada para cada producto producido.

Como en el caso de la línea de proceso, una planta de proceso funciona como un todo, y por lo tanto, se calcula la OEE para toda la planta como una unidad.

1. Disponibilidad

Representa el tiempo que un equipo realmente estuvo operando dentro de un intervalo de tiempo predefinido, el cual puede ser día, semana, mes, etc.

La disponibilidad mide las pérdidas originadas por las paradas no programadas. Es el porcentaje del tiempo en que el equipo está operando realmente.



$$\text{Disponibilidad} = \frac{(TO - PP) - PNP}{(TO - PP)} \times 100$$

2. Rendimiento

Este índice mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, y el funcionamiento a velocidades menores a las de diseño indicadas por el fabricante del equipo.

Muestra cómo el tiempo de ciclo está en relación al tiempo del ciclo teórico del equipo. En general, el tiempo de ciclo, es mayor que el tiempo del ciclo teórico debido a las microparadas y pérdidas de velocidad del equipo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo ideal de ciclo} \times \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de funcionamiento real TFR}}$$

3. Calidad

Las pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde ya que el producto se debe destruir o reprocesar. Si todos los productos son perfectos no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

Muestra la relación entre la cantidad de productos buenos que se han producido en un determinado período de tiempo, en relación con la producción total, que incluyen defectos y retrabajos. La ecuación muestra su cálculo:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Rechazos}}{\text{Piezas producidas}}$$

4. Clasificación del OEE

El OEE sirve para construir índices comparativos entre plantas (benchmarking) para equipos similares o diferentes o para medirnos con respecto a nuestra competencia. Pero, ¿cuáles deberían ser los objetivos en los que nos debemos fijar y establecerlos como metas a alcanzar?

Las empresas de fabricación han adoptado el término “World Class” (Clase Mundial) para describir procesos, productos y servicios que han alcanzado los más altos estándares de prestaciones (rendimiento, eficiencia y calidad). Alcanzar el estándar World Class significa estar bien posicionado para la competición global.

De esta manera se tiene la siguiente clasificación:

- a) $OEE < 65\%$ Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- b) $65\% < OEE < 75\%$ Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- c) $75\% < OEE < 85\%$ Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- d) $85\% < OEE < 95\%$ Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
- e) $OEE > 95\%$ Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad.

Como norma, la World Class recomienda un valor global de OEE del 85 %. En general se habla siempre de valores en torno al 85% puesto que valores superiores es posible que los costes y esfuerzos para alcanzar dichos valores no se correspondan con los beneficios obtenidos, aunque este tipo de afirmaciones no se pueden realizar hasta analizar en profundidad empresa y sector en cada caso.

5. ¿Por qué es importante el OEE

Este indicador responde elásticamente a las acciones realizadas tanto de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de OEE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM. Sirve para justificar a la alta dirección sobre la necesidad

de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta.

Las cifras que componen el OEE nos ayudan a orientar el tipo de acciones TPM y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos. El OEE sirve para construir índices comparativos entre plantas (benchmarking) para equipos similares o diferentes. En aquellas líneas de producción complejas puede se debe calcular el OEE para los equipos componentes.

Esta información será útil para definir en el tipo de equipo en el que hay que incidir con mayor prioridad con acciones TPM. Algunos directivos de plantas consideran que obtener un valor global OEE para una proceso complejo o una planta no es útil del todo, ya que puede combinar múltiples causas que cambian diariamente y el efecto de las acciones TPM no se logran apreciar adecuadamente en el OEE global.

Por este motivo, es mejor obtener un valor de OEE por equipo, con especial atención en aquellos que han sido seleccionados como piloto o modelo.

Es frecuente que la información se encuentre fragmentada en los diferentes departamentos de la empresa y no se calcule el AE (aprovechamiento del equipo) y OEE. Esto conduce a que cada departamento cuide sus índices.

Sin embargo, el efecto multiplicativo de la disponibilidad, rendimiento y niveles de calidad producen un deterioro del AE y OEE, no siendo observado por los directivos de la empresa.

Es frecuente que el personal de mantenimiento se encargue de controlar la disponibilidad de los equipos ya que este mide la eficiencia general del departamento. La disponibilidad es una medida de funcionamiento del equipo. Sin

embargo, en el área de mantenimiento es frecuente desconocer los valores del nivel de rendimiento de estos equipos. Si se llega a deteriorar este nivel, se cuestiona la causa y frecuentemente se asume como causa aquellos problemas que operativos y que nada tienen que ver con la función de mantenimiento. Esta falta de trabajo en equipo y con intereses comunes, hace que sea más difícil obtener las verdaderas fuentes de pérdida. Por este motivo, si en una empresa existen comportamientos frecuentes como "yo reparo el equipo y tú lo operas", va a ser imposible mejorar el OEE de una planta.

VIII. PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Con la implementación de esta herramienta se busca obtener con precisión el rendimiento real de los equipos utilizados en la elaboración de los diferentes productos.

La medición de los indicadores OEE se llevó a cabo mediante la realización de las actividades que a continuación se describen:

1) Elaboración de las hojas de cálculo por medio del programa Excel® en el cual se concentrará toda la información recolectada para crear una nueva base de datos

La empresa en estudio, anteriormente utilizaba una base de datos en el que se llevaba la información para la medición de la eficiencia de sus equipos pero no estaba completo y carecía de campos para poder procesar toda la información. Así mismo, les hacían falta las fórmulas necesarias para poder llegar a resultados correctos, por su incipiente implantación.

Por todo lo anterior fue necesario elaborar una base de datos con hojas de cálculo del programa Excel en que se pudieran vaciar toda la información recolectada todos los días que hubiera producción.

Se elaboró una base de datos (transferible a Excel) para cada una de las 24 envasadoras que conforman las dos líneas de envasado y se elaboraron hojas de cálculo para cada línea de proceso.

También se tuvo que hacer una tabla (en Excel) con los productos que se elaboran en la empresa asignándoles un código, con el fin de facilitar el llenado de las hojas de cálculo con los datos recolectados. Y posteriormente esta tabla se anexó a las hojas electrónicas para cada una de las envasadoras así como de las líneas de proceso.

Es importante señalar que para poder recolectar y utilizar de forma adecuada los datos, con ayuda del departamento de mantenimiento, se hizo una homologación de las fallas que habían presentado los equipos en los meses anteriores y de esta forma sacar las que se presentaron con mayor frecuencia y que coincidían en varias envasadoras (historial de fallas), con esto se elaboró una tabla con las principales fallas y se les asignó un código, dicha tabla se anexó en las hojas de cálculo así como en los formatos que iba utilizar cada operador.

2) Elaboración de formatos para tiempos y eficiencia OEE que serán llenados por los operadores de cada máquina

Para poder llevar a cabo la recolección de la información necesaria para hacer los cálculos correspondientes a cada uno de los indicadores OEE, se elaboraron los formatos adecuados, los cuales se hizo entrega a cada operador de cada una de las líneas de proceso, así como de los cuatro operadores de las líneas de envasado.

Los formatos elaborados deben llevar el nombre de cada operador y fecha, además de los datos como los tiempos muertos y las posibles fallas que pudieran presentarse; los formatos se desglosaron en las ocho horas que corresponde a cada turno, una columna por cada hora, esto con el fin de que los operadores se les facilitara el llenado para cada uno de las envasadoras, indicando en ellos si hubo cambio de presentación, cambio de producto, de bobina, etc. O los tiempos no programados durante el turno (expresados en minutos).

En estos formatos se incluyeron las diferentes presentaciones de cada producto elaborado por la empresa con su respectivo código, así como también una tabla con las posibles fallas de cada equipo a las cuales se les asignó un código, ambos con el fin de que a cada operador se le facilitara el llenado de los formatos.

A continuación se presentan los formatos que serán llenados por los operadores:

FORMATO PARA TIEMPOS Y EFICIENCIA OEE ENVASADO

TURNO:	MIN	T.M. TOTAL:	OPERADOR:		FECHA:		PRODUCTOS	CODIGO	
		OPERADOR:	OPERADOR:	FECHA:	FECHA:				
PRODUCCION TOTAL:	SOBRES	MERMA:	SOBRES	EFICIENCIA:	%		MAQUINA:		
HORA:		06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00
PRODUCTO:									
T.M. PROGRAMADO:	ALIMENTOS							FRITERS HOTCHILI 25G	P4
	CAMBIOS DE CINTA							FRITERS QUESO CHED/JAL 25G	P5
	CAMBIOS DE BOBINA							CHICHARRONES CHI Y LIM 15G	P6
	CAMBIOS DE PRESENTACION							CHICHARRONES CH/L 10G	P7
	LIMPIEZA COSMETICA							DONITAS CHI Y LIM 13G	P8
	ARRANQUE							DONITAS CHI Y LIM 20G	P9
T.M. : CALIDAD	LIBERACIÓN DE PRODUCTO							DONITAS CHI Y LIM 10G	P10
PRODUCCIÓN	AJUSTE DE CARRERA							DONITAS SAL Y LIMON 13G	P11
	OTROS							DONITAS SAL Y LIMÓN 20G	P12
ENERGÍA ELÉCTRICA	CORTE POR CFE							DONITAS SAL Y LIMÓN 10G	P13
MATERIA PRIMA	RECEPCIONES DE MATERIALES							DONITAS SAL Y LIM C/S 20G	P14
MANTENIMIENTO	DISCO GIRATORIO							DONITAS SAL Y LIM C/S 10G	P15
	TEMPERATURA BAJA / ALTA							DONITAS HOT CHILI 13G	P16
	FUGA EN LOS SOBRES							PALITOS CHILE Y LIMON 15G	P17
	REVENTADO DE SOBRES							PALITOS CHILE Y LIMON 12G	P18
	SOBRES CHICOS							TOTIS PALOMITAS CH/L 11G	P19
	PRODUCTO PISADO							PALOMITAS Q. CHEDDAR 11G	P20
	PRODUCTO SIN SALSA							PALOMITAS Q. CHEDDAR 10G	P21
	FALLA FRENO MECÁNICO							ESPIRALES S/P 22G	P22
	FALLA EN PISTONES DE MORDAZA							PAP'S A LA FRANC HOT CHI 18G	P23
	TOLVAS DE PESADO							PALOMITAS Q. CHEDDAR 16G	P24
	TOLVAS DE DESCARGA							PALITOS CHILE Y LIMON 22G	P25
	BANDA COLA DE PATO							CHICHARRONES CHI Y LIM 22G	P26
	FALLA EN CORREDERAS							PALOMITAS CHILE Y LIM 20G	P27
	SELLO HORIZONTAL							FRITERS HOTCHILI 14G	P28
	EMBUDO ATORADO							FRITERS QUESO CHED/JAL 14G	P29
	REVENTADO DE SALSA							TOTIS PARTY MIX BULTO 30 MEGA	P30
	FALLO POR PINZA								

Tabla 2: Formato para tiempos y eficiencia OEE para envasado.

FORMATO PARA TIEMPOS Y EFICIENCIA OEE FREÍDO

TURNO:		T.M. TOTAL:	MIN			OPERADOR:			FECHA:		PRODUCTOS	CODIGO
PRODUCCION TOTAL:	KG	MERMA:	KG			EFICIENCIA:	%		MAQUINA:		TOTIS CHICHARRONES CH/L	P1
HORA:		06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	TOTIS DONITAS SAL Y LIMÓN	P2	
PRODUCTO:										TOTIS DONITAS CHILE Y LIMÓN	P3	
T.M. PROGRAMADO:	ALIMENTOS									TOTIS DONITAS HOT CHILI	P4	
	CAMBIOS DE PRODUCTO									TOTIS PALITOS CHILE Y LIMÓN	P5	
	LIMPIEZA COSMETICA									PAP'S A LA FRANCESA HOT CHILI	P6	
	ARRANQUE									TOTIS ESPIRALES SALSA PICANTE	P7	
T.M. : CALIDAD	LIBERACIÓN DE PRODUCTO									PARTY-MIX	P8	
PRODUCCIÓN	AJUSTE DE PROCESO											
	RETRASO POR CAMBIO DE FIGURA											
ENERGÍA ELÉCTRICA	CORTE POR CFE											
MATERIA PRIMA	RECEPCIONES DE MATERIALES											
MANTENIMIENTO	FALLA EN BALERO DE TRACCIÓN GUSANO											
	TAPONAMIENTO DE DUCTOS DE ACEITE									PRODUCTO	MERMA (KG)	
	TAPONAMIENTO DE CADENA BANDA SUMERGIDORA											
	ATORAMIENTO DE CANGILONES											
	BALEROS DE LAS CATARINAS DEL VARILIFT											
	AFLOJAMIENTO DE CADENA MOTRIZ VARILIFT											
	SENSOR DE PRESENCIA VARILIFT											
	FALLA EN SISTEMA DE CONTROL DE CONDIMENTADO											
	FALLA EN GUSANO CONDIMENTADOR											
	FALLA EN POTENCIÓMETRO CONDIMENTADOR											
	BUJÍA DE IGNICIÓN DEL INTERCAMBIADOR											
	CÓPLE DEL MODUTROL											
	DETECTOR U.V. INTERCAMBIADOR											
	BOMBA PRINCIPAL SELLO											
ATORAMIENTO DE PIEZA EN BOMBA PRINCIPAL												
										TOTAL:		

Tabla 3: Formato para tiempos y eficiencia OEE para línea 1, freído.

FORMATO PARA TIEMPOS Y EFICIENCIA OEE L2

TURNO:		T.M. TOTAL:	MIN			OPERADOR:			FECHA:		PRODUCTOS	CODIGO	
PRODUCCION TOTAL:	KG	MERMA:	KG			EFICIENCIA:			%		MAQUINA:	TOTIS PALOMITAS Q. CHEDDAR	P1
HORA:		06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00		TOTIS PALOMITAS CHILE Y LIMÓN	P2	
PRODUCTO:											DONA HORNEADA	P3	
T.M. PROGRAMADO:	ALIMENTOS												
	CAMBIOS DE PRODUCTO												
	LIMPIEZA COSMETICA												
	ARRANQUE												
T.M. : CALIDAD	LIBERACIÓN DE PRODUCTO												
PRODUCCIÓN	AJUSTE DE PROCESO												
	RETRASO POR CAMBIO DE FIGURA												
ENERGÍA ELÉCTRICA	CORTE POR CFE												
MATERIA PRIMA	RECEPCIONES DE MATERIALES												
MANTENIMIENTO	FALLA EN SERPENTÍN												
	FALLA EN MODUTROL												
	FALLA EN SENSOR U.V.												
	FALLA EN LA PURGA SISTEMA												
	FALLA EN CONTACTOR DE ARRANQUE DE CERNIDOR												
	FALLA EN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PRODUCTO												
	FALLA EN LA BUJÍA DE IGNICIÓN												
	FALLA EN BOMBA DE RECIRCULACIÓN												
	FALLA EN CONTACTOR DE ARRANQUE DEL BOMBO												

Tabla 4: Formato para tiempos y eficiencia OEE para línea 2, reventado de maíz.

FORMATO PARA TIEMPOS Y EFICIENCIA OEE L3

TURNO:		T.M. TOTAL:	MIN			OPERADOR:		FECHA:		PRODUCTOS	CODIGO
PRODUCCION TOTAL:	KG	MERMA:	KG			EFICIENCIA:		%		MAQUINA:	
HORA:		06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	PARTY-MIX	P2
PRODUCTO:											
T.M. PROGRAMADO:	ALIMENTOS										
	CAMBIOS DE PRODUCTO										
	LIMPIEZA COSMETICA										
	ARRANQUE										
T.M. : CALIDAD	LIBERACIÓN DE PRODUCTO										
PRODUCCIÓN	AJUSTE DE PROCESO										
	RETRASO POR CAMBIO DE FIGURA										
ENERGÍA ELÉCTRICA	CORTE POR CFE										
MATERIA PRIMA	RECEPCIONES DE MATERIALES										
MANTENIMIENTO	FALLA EN BOMBO EXPULSOR DE AIRE DEL HORNO										

Tabla 5: Formato para tiempos y eficiencia OEE para línea 3, extruido esponjado.

FORMATO PARA TIEMPOS Y EFICIENCIA OEE L4

TURNO:		T.M. TOTAL:	MIN			OPERADOR:	FECHA:			PRODUCTOS	CODIGO	
PRODUCCION TOTAL:	KG	MERMA:	KG			EFICIENCIA:	%			MAQUINA:	QUE TOTIS FRITERS Q. CHEDDAR Y JALAPEÑO	P1
HORA:		06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	QUE TOTIS FRITERS HOT CHILI	P2	
PRODUCTO:												
T.M. PROGRAMADO:	ALIMENTOS											
	CAMBIOS DE PRODUCTO											
	LIMPIEZA COSMETICA											
	ARRANQUE											
T.M. : CALIDAD	LIBERACIÓN DE PRODUCTO											
PRODUCCIÓN	AJUSTE DE PROCESO											
	RETRASO POR CAMBIO DE FIGURA											
ENERGÍA ELÉCTRICA	CORTE POR CFE											
MATERIA PRIMA	RECEPCIONES DE MATERIALES											
MANTENIMIENTO	FALLA EN BOMBA											

Tabla 6: Formato para tiempos y eficiencia OEE para línea 4, extruido torcido.

3) Recolección de datos

La colecta de datos en los “Formatos”, para cada equipo de las líneas de producción y de envasado en estudio, fue realizado diariamente durante un período de cuatro meses, de febrero a mayo.

Fue importante revisar diariamente a los operadores de cada equipo para que cumplieran con el llenado de los formatos OEE en ambos turnos, con el fin de que la información estuviera completa y no se dificultara realizar los cálculos correspondientes a los indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad, así como también indicarles que era importante el reporte de los tiempos muertos ya sean programados o no, dentro del mismo formato.

Para tener una mayor precisión de los tiempos muertos reportados por los operadores fue necesario comparar con los tiempos reportados por el departamento de mantenimiento. Durante el primer turno se recogían los formatos del turno de la tarde y viceversa, para que no pudiera afectar o impedir el llenado de los operadores correspondientes.

Cabe señalar que durante la estancia la empresa trabajó solo con dos turnos durante los meses de febrero y marzo; los meses de abril y mayo se trabajó con uno, debido a que disminuyó la producción y los planes de ésta se podían cumplir solo con un turno, a fin de ahorrar energía y aprovechar lo mayor posible los recursos disponibles.

4) Llenado de la base de datos y obtención de OEE

La base de datos se fue llenando con la información que proporcionaba cada operador a través de los formatos OEE elaborados anteriormente.

➤ Cálculo de disponibilidad:

Como se ha mencionado anteriormente 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. Para calcularlo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Disponibilidad = \frac{\text{tiempo de funcionamiento}}{(\text{tiempo disponible total} - \text{tiempo de paro programado})}$$

Colocándolas en las celdas correspondientes para su cálculo diario de cada equipo en estudio.

- El *tiempo de funcionamiento* o de operación se obtuvo al restar el tiempo disponible total de un turno de 8 horas (480 minutos) menos la suma de los tiempos de paro programados y tiempos muertos.

- El *tiempo de paro programado* corresponde a los tiempos como son: alimentos, arranque, cambios, limpieza y sin programación; obtenidos directamente de los formatos.

➤ Cálculo de rendimiento:

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

Este valor se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$\%Rendimiento = \frac{\frac{\text{producción total}}{\text{tiempo de funcionamiento}}}{\text{ideal}}$$

- La *producción total* se obtuvo de la siguiente manera: para la línea 1 de envasado, es decir, las envasadoras de la 1 a la 12 se obtuvieron de los formatos llenados por los operadores, ya que estas envasadoras indican su producción total durante el tiempo que estuvo en funcionamiento. Para la línea 2 de envasado se obtenían con las *órdenes de producción* de cada día, en las cuales indican la cantidad en bultos de cada producto y presentación producidos durante el turno, por medio de la siguiente tabla que contiene en la tercera columna la fórmula: $(\text{tiempo de operación} \times \text{sobres totales}) / \text{tiempo total de operación}$.

ENVASADORA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO INDIVIDUAL	SOBRES C/ENVASADORA
1		#iDIV/0!
2		#iDIV/0!
3		#iDIV/0!
4		#iDIV/0!
5		#iDIV/0!
6		#iDIV/0!
7		#iDIV/0!
8		#iDIV/0!
9		#iDIV/0!
10		#iDIV/0!
11		#iDIV/0!
12		#iDIV/0!
13		#iDIV/0!
14		#iDIV/0!
15		#iDIV/0!
16		#iDIV/0!
17		#iDIV/0!
18		#iDIV/0!
19		#iDIV/0!
20		#iDIV/0!
21		#iDIV/0!
22		#iDIV/0!
23		#iDIV/0!
24		#iDIV/0!
TOTAL	0	#iDIV/0!

Bultos:	
Presentación:	
Sobres totales:	0

Tabla 7: Tabla para cálculo de producción.

En el caso de las líneas de proceso (línea 1: freído, línea 2: reventado de maíz, línea 3: extruido esponjado y línea 4: extruido torcido), la *producción total* se obtuvo directamente de los formatos llenados por los operadores, ya

que ellos llevan el control de cuánta materia prima (harina) estuvieron consumiendo durante el tiempo de operación.

- El *tiempo de funcionamiento* se obtuvo de la misma manera que en cálculo de “disponibilidad”.

- El *ideal* es la condición de operación a la que fue diseñada cada equipo: 78 sobres/minuto para las envasadoras (excepto cuando se elaboraba el producto llamado “party mix”: 70 para la 1 y 2, 50 para la 3, 30 para la 4, 40 para la 5 y 6; ya que el party mix lleva 6 productos diferentes y eso hace más lento el proceso de llenado de cada paquete, pasando por 6 envasadoras diferentes).

Así mismo, para las líneas de proceso: L2= 2.9 Kg/minuto, L3= 3.1 Kg/minuto, L4= 3.2 kg/minuto, en el caso de L1 se obtenía dividiendo la producción total entre el número de envasadoras que envasaron dicho producto durante el turno.

➤ Cálculo de calidad:

Este coeficiente tiene en cuenta las pérdidas derivadas de la fabricación de productos con calidad inferior a la esperada y las pérdidas que ocurren durante la puesta en marcha de la maquinaria.

Para obtener este indicador se utilizó en las hojas de cálculo la siguiente fórmula:

$$\%Calidad = \frac{producción\ total}{(merma\ de\ proceso + producción\ total)}$$

- La *producción total* se obtuvo de la misma forma que en cálculo de “rendimiento”, tanto para las envasadoras y las líneas de proceso.

- La *merma* de las envasadoras se obtuvo del reporte que lleva el mismo nombre, en éste se reportaba de manera general, por lo que fue necesario dividir dicha merma entre el número de envasadoras que envasaron el o los productos reportados durante el mismo turno y día, por medio de la siguiente tabla:

CÓDIGO	PRESENTACIÓN	PESO SOBRE VACÍO (g)	MERMA (Kg)	NO. DE ENVASADORAS	MERMA DE C/ENVASADORA (SOBRES)
P7	CHICHARRÓN 10G	1.1			#¡DIV/0!
P6	CHICHARRÓN 15G	1.3			#¡DIV/0!
P26	CHICHARRÓN 22G	1.6			#¡DIV/0!
P13, P15	DONA SAL 10G	0.9			#¡DIV/0!
P11	DONA SAL 13G	1.2			#¡DIV/0!
P12, P14	DONA SAL 20G	1.5			#¡DIV/0!
P10	DONA CHILE 10G	1.0			#¡DIV/0!
P8	DONA CHILE 13G	1.2			#¡DIV/0!
P9	DONA CHILE 20G	1.5			#¡DIV/0!
P16	DONA HOTCHILI	1.2			#¡DIV/0!
P22	ESPIRALES 22G	1.5			#¡DIV/0!
P3	ESPONJADO 10G	1.0			#¡DIV/0!
P1	ESPONJADO 12G	1.2			#¡DIV/0!
P2	ESPONJADO 18G	1.6			#¡DIV/0!
P18	PALITO 12G	1.0			#¡DIV/0!
P17	PALITO 15G	1.3			#¡DIV/0!
P25	PALITO 22G	1.5			#¡DIV/0!
P19	PALOMA CHILE 11G	1.7			#¡DIV/0!
P27	PALOMA CHILE 20G	2.3			#¡DIV/0!
P21	PALOMA QUESO 10G	1.0			#¡DIV/0!
P20	PALOMA QUESO 11G	1.7			#¡DIV/0!
P24	PALOMA QUESO 16G	1.6			#¡DIV/0!
P23	PAP'S HOTCHILI 18G	2.0			#¡DIV/0!
P28, P29	TORCIDO 14G	1.1			#¡DIV/0!
P4, P5	TORCIDO 25G	1.5			#¡DIV/0!

Tabla 8: Tabla para cálculo de merma.

En la tabla anterior se anotaba la merma en Kg dependiendo de la presentación elaborada durante el turno, obtenido del reporte de merma; en la siguiente columna se anotaba la cantidad de máquinas envasando los mismos productos. En la última columna, para obtener la merma de cada envasadora, se colocó la fórmula $((merma * 1000) / peso\ sobre\ vacío) / no.\ de\ envasadoras$, este resultado era el que se anotaba en la celda de “merma de proceso” de la base de datos mencionado en el paso 1, si alguna máquina envasaba 2 o más productos durante el turno se colocaba en la celda expresada como una suma.

IX. RESULTADOS

Con la realización de este proyecto se logró obtener una base de datos confiable de los indicadores OEE, así como de los tiempos muertos programados y no programados gracias a las hojas de cálculo que se elaboraron por medio del programa Excel® en el que se procesó toda la información para obtener los siguientes resultados.

Febrero:

RESUMEN OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 1-12 PRIMER TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
1	1	16,055	299,346	6,720	4,956	96.09%	78.66%	94.64%	71.63%	2
2	1	15,462	344,525	6,720	4,951	94.03%	90.00%	95.57%	80.89%	3
3	1	14,898	313,834	6,720	4,944	93.84%	85.25%	95.14%	76.32%	3
4	1	16,927	299,935	6,240	4,795	96.39%	85.77%	93.52%	77.69%	3
5	1	16,282	331,047	7,200	5,094	95.04%	94.94%	94.94%	79.89%	3
6	1	14,736	336,243	7,200	5,272	94.50%	86.68%	95.52%	78.35%	3
7	1	10,088	355,966	7,200	5,218	98.32%	86.99%	97.37%	83.22%	3
8	1	9,164	340,677	6,720	4,833	98.30%	90.26%	97.52%	86.42%	4
9	1	10,065	363,953	7,200	5,424	98.29%	86.24%	97.42%	82.48%	3
10	1	11,095	292,651	6,720	4,493	96.65%	84.79%	96.10%	78.77%	3
11	1	8,403	227,208	5,280	3,326	98.96%	87.08%	96.15%	82.77%	3
12	1	9,913	256,590	6,240	3,932	97.14%	83.50%	96.15%	77.74%	3
PROMEDIOS		153,088	3,761,975	80,160	57,238	96.46%	86.68%	95.84%	79.68%	3

Tabla 9: Resumen OEE del mes de febrero envasadoras 1-12 primer turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 1-12 PRIMER TURNO									
NO. ENVASADOR A	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)				TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
1	1	466	346	129	614	74	69	0	66
2	1	458	389	164	441	110	82	0	125
3	1	454	465	134	439	117	56	0	111
4	1	365	351	139	423	50	25	0	92
5	1	399	860	135	459	81	41	0	131
6	1	399	634	135	499	61	59	0	141
7	1	522	412	151	812	4	81	0	0
8	1	489	396	109	812	0	81	0	0
9	1	524	407	142	615	7	81	0	0
10	1	456	340	130	1130	90	81	0	0
11	1	350	293	98	1174	6	33	0	0
12	1	421	317	163	1284	42	81	0	0
SUMA		5,303	5,210	1,629	8,702	642	770	0	666

Tabla 10: Resumen de tiempos muertos del mes de febrero envasadoras 1-12 primer turno.

RESUMEN OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 13-24 PRIMER TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
13	1	15,253	239,295	6,720	3,732	98.90%	82.02%	92.35%	75.21%	3
14	1	14,458	232,126	6,720	3,623	98.19%	82.64%	92.20%	75.10%	3
15	1	17,367	249,523	7,200	3,870	99.70%	83.11%	93.46%	77.57%	3
16	1	11,271	175,229	5,760	2,825	96.53%	81.10%	92.56%	72.53%	2
17	1	12,771	226,754	5,760	3,630	99.18%	81.17%	94.16%	76.13%	3
18	1	10,239	195,800	4,320	3,028	98.87%	82.42%	94.32%	77.39%	3
19	1	10,373	111,464	3,360	1,957	99.20%	73.63%	90.54%	66.61%	2
20	1	6,087	82,181	2,400	1,427	100.00%	74.46%	90.86%	68.31%	2
21	1									
22	1									
23	1									
24	1									
PROMEDIOS		97,819	1,512,372	42,240	24,092	98.82%	80.07%	92.56%	73.61%	2

Tabla 11: Resumen OEE del mes de febrero envasadoras 13-24 primer turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 13-24 PRIMER TURNO									
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)				TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
13	1	214	539	111	2,089	30	5	0	0
14	1	222	577	132	2,107	53	6	0	0
15	1	213	1,298	113	1,692	8	6	0	0
16	1	140	1,112	87	1,546	44	6	0	0
17	1	213	1,197	89	598	0	8	0	0
18	1	138	820	68	226	0	0	0	0
19	1	108	733	66	481	15	0	0	0
20	1	108	408	31	426	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0
22	1								
23	1								
24	1								
SUMA		1,356	6,684	697	9,165	150	31	-	-

Tabla 12: Resumen de tiempos muertos del mes de febrero envasadoras 13-24 primer turno.

RESUMEN OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 1-12 SEGUNDO TURNO									
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
1	2	10,855	314,336	4,562	96.81%	90.30%	96.18%	84.37%	3
2	2	16,908	336,416	4,972	99.04%	89.02%	94.89%	83.71%	3
3	2	17,672	338,295	5,245	97.27%	91.11%	94.55%	83.73%	3
4	2	12,701	287,366	4,688	99.50%	91.20%	94.49%	85.81%	4
5	2	9,775	265,968	4,173	98.29%	92.88%	96.06%	87.80%	4
6	2	8,674	211,052	3,434	98.04%	91.87%	95.84%	86.28%	4
7	2	6,430	231,224	3,162	97.14%	93.16%	97.11%	87.82%	4
8	2	6,430	226,546	3,115	97.67%	92.70%	96.82%	87.64%	4
9	2	5,509	218,976	3,110	97.97%	90.08%	97.45%	85.89%	4
10	2	4,812	158,843	2,471	96.25%	84.25%	97.04%	78.65%	3
11	2	4,423	110,961	1,860	99.42%	79.41%	95.48%	75.20%	3
12	2	4,812	119,510	1,970	97.77%	83.81%	95.72%	78.00%	3
PROMEDIOS		109,001	2,819,493	42,762	97.93%	89.15%	95.97%	83.74%	3

Tabla 13: Resumen OEE del mes de febrero envasadoras 1-12 segundo turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 1-12 SEGUNDO TURNO									
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)				TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
1	2	240	300	121	1,347	0	25	0	0
2	2	241	287	147	1,020	28	25	0	0
3	2	243	335	133	1,107	107	30	0	0
4	2	413	672	81	1,315	0	25	0	6
5	2	412	355	89	1,120	60	25	0	6
6	2	341	646	76	1,175	57	25	0	6
7	2	231	100	92	1,125	15	15	0	60
8	2	233	85	83	1,205	4	15	0	60
9	2	234	90	64	750	47	5	0	20
10	2	167	370	46	720	32	14	0	20
11	2	100	390	35	480	0	15	0	0
12	2	134	735	39	930	0	12	0	20
SUMA		2,989	4,365	1,006	12,294	350	231	-	198

Tabla 14: Resumen de tiempos muertos del mes de febrero envasadoras 1-12 segundo turno.

RESUMEN OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 13-24 SEGUNDO TURNO									
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
13	2	6,050	149,097	2,335	99.90%	81.16%	96.13%	77.97%	3
14	2	7,068	162,190	2,600	96.63%	80.28%	95.94%	74.15%	2
15	2	7,459	141,240	2,357	100.00%	77.61%	94.61%	73.48%	2
16	2	6,981	131,045	2,061	100.00%	80.99%	94.15%	76.33%	3
17	2	5,645	119,484	1,872	100.00%	83.42%	95.26%	79.59%	3
18	2	4,725	123,920	1,884	100.00%	86.43%	96.26%	83.10%	3
19	2	2,426	61,502	946	100.00%	85.70%	95.64%	82.01%	3
20	2	1,290	48,954	753	98.14%	86.01%	97.59%	82.54%	3
21	2								
22	2								
23	2								
24	2								
PROMEDIOS		41,644	937,432	14,808	99.33%	82.70%	95.70%	78.65%	3

Tabla 15: Resumen OEE del mes de febrero envasadoras 13-24 segundo turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE FEBRERO 2014 ENVASADORAS 13-24 SEGUNDO TURNO									
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)				TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
13	2	209	20	98	695	0	3	0	0
14	2	241	60	143	705	91	0	0	0
15	2	279	90	99	1,015	0	0	0	0
16	2	173	220	66	360	0	0	0	0
17	2	175	383	70	380	0	0	0	0
18	2	175	420	101	300	0	0	0	0
19	2	67	530	77	300	0	0	0	0
20	2	66	380	61	160	20	0	0	0
21	2	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2								
23	2								
24	2								
SUMA		1,385	2,103	715	3,915	111	3	-	-

Tabla 16: Resumen de tiempos muertos del mes de febrero envasadoras 13-24 segundo turno.

RESULTADO FINAL DEL MES DE FEBRERO				
% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
98.14%	84.65%	95.01%	78.92%	3

Tabla 17: Resultado OEE para el mes de febrero de envasadoras

En la tabla 17 se muestra el resultado final de cada indicador OEE en el que están englobadas las dos líneas de envasado de ambos turnos, ubicándose este valor en la clasificación de “aceptable”, con este resultado nos damos cuenta que para mejorar este valor se tiene que aumentar el rendimiento de las envasadoras.

RESULTADO FINAL DEL MES DE FEBRERO ENVASADO				
TIEMPOS MUERTOS (MINUTOS)				
PAROS PROGRAMADOS			PAROS NO PROGRAMADOS	
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 1	LINEA 2
TURNO 1	20844	17902	2078	181
TURNO 2	20654	8118	779	114
SUBTOTAL	41498	26020	2857	295
TOTALES	67518		3152	
	70670			

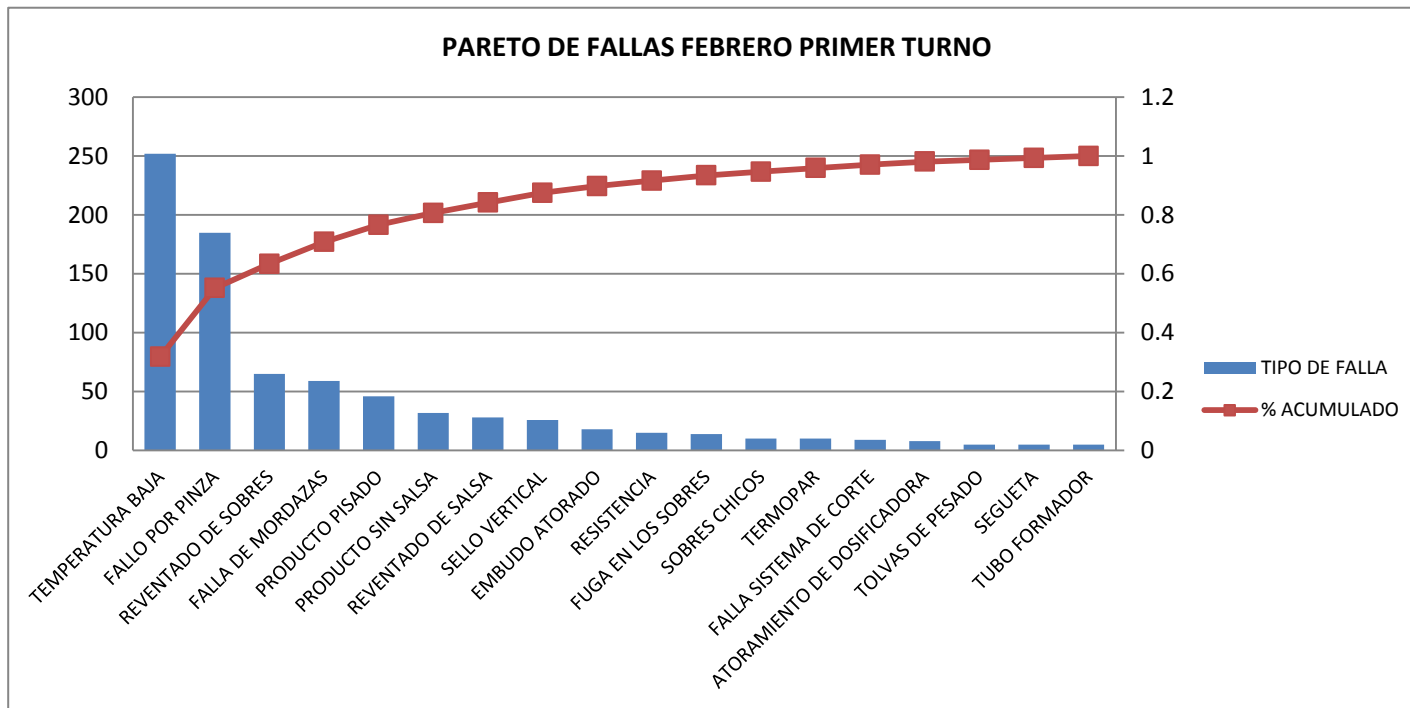
Tabla 18: Tiempos muertos totales del mes de febrero de envasadoras

En la tabla 18 se presenta el resumen final del mes de febrero para los tiempos muertos programados y no programados, en el que se aprecia una mayor cantidad de tiempo en paros programados, pero éstos no afectan de manera tan considerable como los no programados. Los valores mayores se encuentran en el primer turno.

RESULTADO DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS ENVASADORAS 1-22 (1ER TURNO) CORRESPONDIENTES AL MES DE FEBRERO

FALLAS		TIEMPOS MUERTOS (MIN)																						TOTAL	%
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENV. 1	ENV. 2	ENV. 3	ENV. 4	ENV. 5	ENV. 6	ENV. 7	ENV. 8	ENV. 9	ENV. 10	ENV. 11	ENV. 12	ENV. 13	ENV. 14	ENV. 15	ENV. 16	ENV. 17	ENV. 18	ENV. 19	ENV. 20	ENV. 21	ENV. 22		
F1	FALTA DE AIRE																							0	0%
F2	TEMPERATURA BAJA	15	13	22	29	51	26				15		10	12			44			15				252	32%
F3	FUGA EN LOS SOBRES	8					3									3								14	2%
F4	REVENTADO DE SOBRES		25	20			20																	65	8%
F5	SOBRES CHICOS			7										3										10	1%
F6	PRODUCTO PISADO	11	8	20	5		2																	46	6%
F7	PRODUCTO SIN SALSA	12	10				10																	32	4%
F8	FALLA FRENO MECÁNICO																							0	0%
F9	FALLA EN PISTONES DE MORDAZA																							0	0%
F10	TOLVAS DE PESADO	5																						5	1%
F11	TOLVAS DE ELEVACIÓN																							0	0%
F12	FALLA DISCO GIRATORIO																							0	0%
F13	FALLA NIVELACIÓN DE DISCO																							0	0%
F14	FALLA EN BANDA DE TRACCIÓN																							0	0%
F15	EMBUDO ATORADO	8	10																					18	2%
F16	REVENTADO DE SALSA		18		10																			28	4%
F17	FALLO POR PINZA		26		20						65	6	15	15	38									185	23%
F18	FALLA SISTEMA DE CORTE							4								5								9	1%
F19	ATORAMIENTO DE DOSIFICADORA	8																						8	1%
F20	RESISTENCIA														15									15	2%
F21	FALLA DE MORDAZAS			23	6	23							7											59	7%
F22	SELLO VERTICAL	7				7				2	10													26	3%
F23	SEGUETA			5																				5	1%
F24	TUBO FORMADOR									5														5	1%
F25	TERMOPAR												10											10	1%
TOTAL		74	110	97	70	81	61	4	0	7	90	6	42	30	53	8	44	0	0	15	0	0	0	792	

Tabla 19: Tiempos muertos de cada falla en las envasadoras del primer turno del mes de febrero



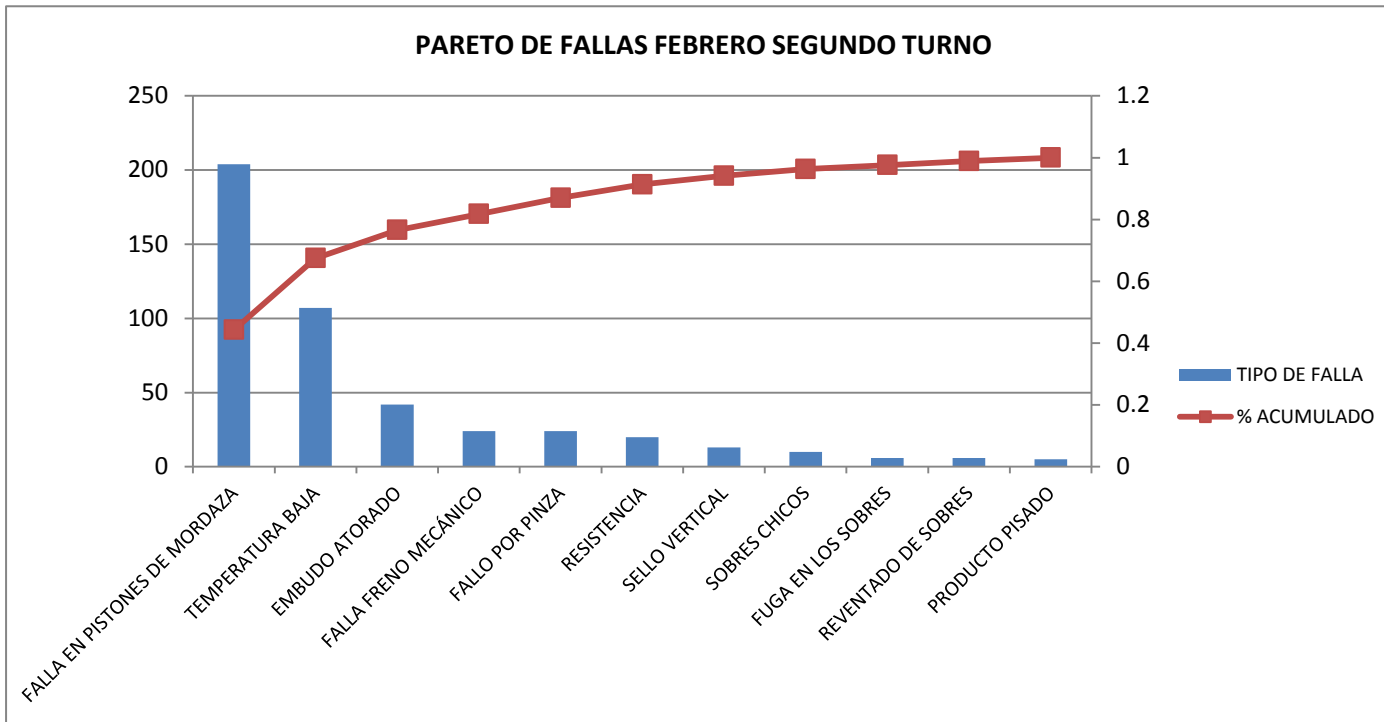
Gráfica 1: Diagrama de Pareto de las principales fallas de las envasadoras del primer turno del mes de febrero

En el gráfico anterior se puede apreciar que para el primer turno las causas de paradas por fallas se deben a la variación de temperatura así como a las pinzas de las envasadoras, dándonos cuenta en dónde empezar a planificar el mantenimiento.

RESULTADO DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS ENVASADORAS 1-22 (2DO TURNO) CORRESPONDIENTES AL MES DE FEBRERO

FALLAS		TIEMPOS MUERTOS (MIN)																						TOTAL	%	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENV. 1	ENV. 2	ENV. 3	ENV. 4	ENV. 5	ENV. 6	ENV. 7	ENV. 8	ENV. 9	ENV. 10	ENV. 11	ENV. 12	ENV. 13	ENV. 14	ENV. 15	ENV. 16	ENV. 17	ENV. 18	ENV. 19	ENV. 20	ENV. 21	ENV. 22			
F1	FALTA DE AIRE																							0	0%	
F2	TEMPERATURA BAJA			42		28	15	2													20			107	23%	
F3	FUGA EN LOS SOBRES							4	1	1														6	1%	
F4	REVENTADO DE SOBRES							2	2	2														6	1%	
F5	SOBRES CHICOS														10									10	2%	
F6	PRODUCTO PISADO							3	1	1														5	1%	
F7	PRODUCTO SIN SALSA																							0	0%	
F8	FALLA FRENO MECÁNICO														24									24	5%	
F9	FALLA EN PISTONES DE MORDAZA		20	65			42				30				47									204	44%	
F10	TOLVAS DE PESADO																							0	0%	
F11	TOLVAS DE ELEVACIÓN																							0	0%	
F12	FALLA DISCO GIRATORIO																							0	0%	
F13	FALLA NIVELACIÓN DE DISCO																							0	0%	
F14	FALLA EN BANDA DE TRACCIÓN																							0	0%	
F15	EMBUDO ATORADO					32									10									42	9%	
F16	REVENTADO DE SALSA																							0	0%	
F17	FALLO POR PINZA							4		18	2													24	5%	
F18	FALLA SISTEMA DE CORTE																							0	0%	
F19	ATORAMIENTO DE DOSIFICADORA																							0	0%	
F20	RESISTENCIA									20														20	4%	
F21	FALLA DE MORDAZAS																							0	0%	
F22	SELLO VERTICAL		8							5														13		
F23	SEGUETA																							0		
F24	TUBO FORMADOR																							0		
TOTAL		0	28	107	0	60	57	15	4	47	32	0	0	0	91	0	0	0	0	0	0	20	0	0	461	

Tabla 20: Tiempos muertos de cada falla en las envasadoras del segundo turno del mes de febrero



Gráfica 2: Diagrama de Pareto de las principales fallas de las envasadoras del segundo turno del mes de febrero

En la gráfica 2 se observa que los pistones de la mordaza y la variación de temperatura son los dos factores más importantes de paros no planificados durante el segundo turno para ambas líneas, influyendo en el nivel OEE.

RESUMEN OEE MES DE FEBRERO 2014 LINEAS DE PROCESO									
MAQUINA	MERMA (KG)	PRODUCCION TOTAL (KG)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
FREIDOR	422	52,365.1	14,880	10,628	96.63%	81.75%	98.94%	77.93%	3
REVENTADO	97.42	21,782.9	9,600	8,113	98.89%	88.84%	99.47%	87.37%	4
E. ESPONJADO	146.25	8,493.9	4,320	3,130	98.68%	85.60%	98.10%	82.87%	3
E. TORCIDO	170.44	6,186.7	2,880	2,175	99.49%	87.62%	97.31%	84.94%	3
PROMEDIOS	837	88,829	31,680	24,046	98.42%	85.95%	98.46%	83.28%	3

Tabla 21: Resumen OEE de las líneas de proceso del mes de febrero

La tabla 21 muestra que en las líneas de proceso todas obtuvieron casi el mismo nivel OEE, solo variando en el reventado de maíz, pero que al promediar todas las líneas se encuentran en el nivel aceptable.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE FEBRERO 2014 LINEAS DE PROCESO								
MAQUINA	PAROS PROGRAMADOS (MIN)				TIEMPO MUERTO(MIN)			
	ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
FREIDOR	60	1,077	672	2,145	165	0	0	133
REVENTADO	0	597	0	850	40	0	0	0
E. ESPONJADO	0	235	10	900	15	10	0	20
E. TORCIDO	0	280	0	415	0	0	0	10
SUMA	60	2,189	682	4,310	220	10	0	163

Tabla 22: Resumen de tiempos muertos de las líneas de proceso del mes de febrero

En la tabla anterior se aprecia que en el freidor es donde se ocupó la mayor parte de tiempo para mantenimiento del mismo, tal vez esto se deba a que es el equipo que mayor se opera en ambos turnos.

Marzo:

RESUMEN OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 1-12 PRIMER TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
1	1	19,754	439,475	9,120	6,490	94.41%	87.10%	95.25%	78.42%	3
2	1	21,222	501,046	9,600	7,214	94.38%	88.85%	95.79%	80.24%	3
3	1	20,889	480,060	9,600	6,949	94.80%	88.62%	95.28%	80.05%	3
4	1	21,242	518,347	9,600	7,105	93.99%	94.77%	95.54%	85.05%	4
5	1	19,674	478,450	9,120	6,683	94.02%	95.46%	95.46%	83.03%	3
6	1	19,974	454,744	9,120	6,507	92.88%	90.06%	95.28%	79.81%	3
7	1	21,640	482,389	9,600	7,195	99.27%	86.04%	95.65%	81.78%	3
8	1	20,513	499,338	9,600	6,963	98.14%	91.68%	95.94%	86.39%	4
9	1	20,018	482,916	9,600	6,883	99.12%	87.38%	95.20%	82.79%	3
10	1	18,116	426,609	9,120	6,133	99.22%	88.63%	95.10%	83.54%	3
11	1	19,280	424,252	9,120	6,353	98.47%	85.07%	95.42%	80.07%	3
12	1	20,127	461,142	9,600	6,692	97.23%	87.52%	95.65%	81.21%	3
PROMEDIOS		242,449	5,648,768	112,800	81,167	96.33%	89.26%	95.46%	81.86%	3

Tabla 23: Resumen OEE del mes de marzo envasadoras 1-12 primer turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 1-12 PRIMER TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
1	1	607	428	243	192	865	27	121	0	147
2	1	625	479	228	315	330	81	138	0	190
3	1	577	480	207	223	870	42	97	0	155
4	1	624	444	227	311	470	105	123	0	191
5	1	600	487	178	333	405	144	102	0	188
6	1	600	440	208	339	542	184	113	0	187
7	1	670	397	263	255	760	8	37	15	0
8	1	670	409	235	255	931	85	37	15	0
9	1	606	613	245	188	1,010	15	40	0	0
10	1	606	404	187	188	1,550	0	37	15	0
11	1	639	528	215	273	1,000	95	17	0	0
12	1	637	478	254	275	1,050	177	37	0	0
SUMA		7,461	5,587	2,690	3,147	9,783	963	899	45	1058

Tabla 24: Resumen de tiempos muertos del mes de marzo envasadoras 1-12 primer turno.

RESUMEN OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 13-24 PRIMER TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
13	1	13,698	262,465	6,720	3,770	98.63%	86.66%	92.58%	79.64%	3
14	1	14,554	347,139	7,200	4,998	98.26%	88.08%	95.33%	82.75%	3
15	1	13,151	301,286	6,720	4,342	99.05%	87.61%	93.68%	81.80%	3
16	1	9,517	233,848	5,280	3,315	99.41%	90.33%	95.95%	86.29%	4
17	1	16,248	202,987	4,800	3,046	99.34%	86.70%	93.38%	80.61%	3
18	1	18,473	187,731	4,320	2,989	99.03%	81.85%	91.63%	74.71%	2
19	1	8,447	109,975	2,880	1,747	97.67%	82.99%	93.73%	76.27%	3
20	1	5,811	67,212	1,920	1,119	99.51%	79.55%	92.72%	73.98%	2
21	1	438	27,368	480	369	100.00%	95.09%	98.42%	93.59%	4
22	1	438	10,828	480	146	100.00%	95.08%	96.11%	91.39%	4
23	1	438	26,849	480	362	100.00%	95.09%	98.39%	93.56%	4
24	1	438	23,808	480	321	92.77%	95.09%	98.19%	86.62%	4
PROMEDIOS		101,651	1,801,496	41,760	26,524	98.64%	88.68%	95.01%	83.43%	3

Tabla 25: Resumen OEE del mes de marzo envasadoras 13-24 primer turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 13-24 PRIMER TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
13	1	442	868	113	98	1,360	59	10	0	0
14	1	477	836	164	74	555	86	10	0	0
15	1	377	735	117	73	1,027	43	6	0	0
16	1	275	654	89	81	845	13	8	0	0
17	1	201	566	84	52	825	0	6	0	20
18	1	236	329	88	93	550	11	4	0	20
19	1	135	232	35	82	610	30	2	0	7
20	1	101	231	22	70	370	5	2	0	0
21	1	0	70	11	30	0	0	0	0	0
22	1	0	0	4	30	300	0	0	0	0
23	1	0	80	8	30	0	0	0	0	0
24	1	0	100	4	30	0	25	0	0	0
SUMA		2,244	4,701	739	743	6,442	272	48	0	47

Tabla 26: Resumen de tiempos muertos del mes de marzo envasadoras 13-24 primer turno.

RESUMEN OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 1-12 SEGUNDO TURNO									
NO. ENVASADOR A	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
1	2	14,083	420,628	6,376	99.33%	85.38%	96.68%	81.98%	3
2	2	18,293	461,912	6,915	98.67%	86.58%	96.04%	81.97%	3
3	2	17,458	422,534	6,477	98.81%	86.99%	95.01%	81.65%	3
4	2	16,446	380,294	5,655	98.18%	90.14%	94.65%	83.93%	3
5	2	16,488	413,670	5,970	97.91%	92.28%	95.60%	86.41%	4
6	2	13,703	334,360	5,066	97.97%	89.92%	95.74%	84.30%	3
7	2	16,643	443,725	6,534	98.04%	87.28%	96.28%	82.58%	3
8	2	16,684	449,522	6,534	98.16%	88.53%	96.39%	83.91%	3
9	2	16,288	447,859	6,578	98.09%	87.60%	96.50%	82.94%	3
10	2	15,259	368,672	5,530	98.49%	83.87%	94.88%	78.65%	3
11	2	13,062	301,901	4,878	97.81%	77.41%	94.73%	72.13%	2
12	2	12,318	290,871	4,856	97.57%	76.65%	95.62%	71.81%	2
PROMEDIOS		186,725	4,735,948	71,369	98.25%	86.05%	95.68%	81.02%	3

Tabla 27: Resumen OEE del mes de marzo envasadoras 1-12 segundo turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 1-12 SEGUNDO TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
1	2	134	100	160	475	865	0	0	0	0
2	2	170	273	184	665	345	38	0	0	0
3	2	171	140	179	505	600	28	0	0	0
4	2	458	273	137	655	1,380	22	0	0	0
5	2	491	273	127	610	1,020	99	0	0	0
6	2	490	273	109	568	900	224	0	0	0
7	2	481	245	164	504	105	58	29	10	0
8	2	482	325	159	481	60	61	28	0	0
9	2	514	305	165	414	60	61	33	0	0
10	2	446	260	163	395	800	21	31	4	0
11	2	411	200	165	480	1,455	30	26	5	0
12	2	384	160	169	332	720	41	23	5	0
SUMA		4,632	2,827	1,881	6,084	8,310	683	170	24	-

Tabla 28: Resumen de tiempos muertos del mes de marzo envasadoras 1-12 segundo turno.

RESUMEN OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 13-24 SEGUNDO TURNO									
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
13	2	1,440	64,971	889	98.34%	90.36%	97.25%	86.47%	4
14	2	6,517	134,753	1,965	99.02%	86.75%	95.44%	82.22%	3
15	2	3,403	78,239	1,100	97.91%	90.45%	95.92%	85.17%	4
16	2	2,171	50,120	807	100.00%	77.80%	95.65%	74.46%	2
17	2	17,625	172,918	2,853	99.67%	79.12%	90.87%	72.56%	2
18	2	17,745	142,098	2,463	100.00%	77.05%	89.64%	69.81%	2
19	2	6,983	89,478	1,368	95.91%	82.94%	93.77%	74.28%	2
20	2	3,388	21,742	333	93.06%	83.25%	86.99%	67.70%	2
21	2								
22	2								
23	2								
24	2								
PROMEDIOS		59,272	754,319	11,778	97.99%	83.46%	93.19%	76.58%	3

Tabla 29: Resumen OEE del mes de marzo envasadoras 13-24 segundo turno.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE MARZO 2014 ENVASADORAS 13-24 SEGUNDO TURNO										
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
13	2	105	5	56	30	335	20	0	0	0
14	2	210	5	78	110	970	22	0	0	0
15	2	142	60	67	80	926	25	0	0	0
16	2	100	10	63	60	400	0	0	0	0
17	2	273	120	129	175	280	10	0	0	0
18	2	237	50	100	180	810	0	0	0	0
19	2	205	140	77	150	870	70	0	0	0
20	2	35	0	22	60	965	25	0	0	0
21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2									
23	2									
24	2									
SUMA		1,307	390	592	845	5,556	172	-	-	-

Tabla 30: Resumen de tiempos muertos del mes de marzo envasadoras 13-24 segundo turno.

RESULTADO FINAL DEL MES DE MARZO				
% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
98%	87%	95%	81%	3

Tabla 31: Resultado OEE para el mes de marzo de envasadoras

En la tabla anterior se muestra el valor final para el mes de marzo, que al igual que el mes anterior se encuentra en el mismo nivel, indicando que se puede mejorar para alcanzar el siguiente nivel con solo mejorar el rendimiento de las envasadoras en un 5%.

RESULTADO FINAL DEL MES DE MARZO ENVASADO				
TIEMPOS MUERTOS (MINUTOS)				
ENVASADO				
	PAROS PROGRAMADOS		PAROS NO PROGRAMADOS	
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 1	LINEA 2
TURNO 1	28668	14869	2965	367
TURNO 2	23734	8690	877	172
SUBTOTAL	52402	23559	3842	539
TOTALES	75961		4381	
	80342			

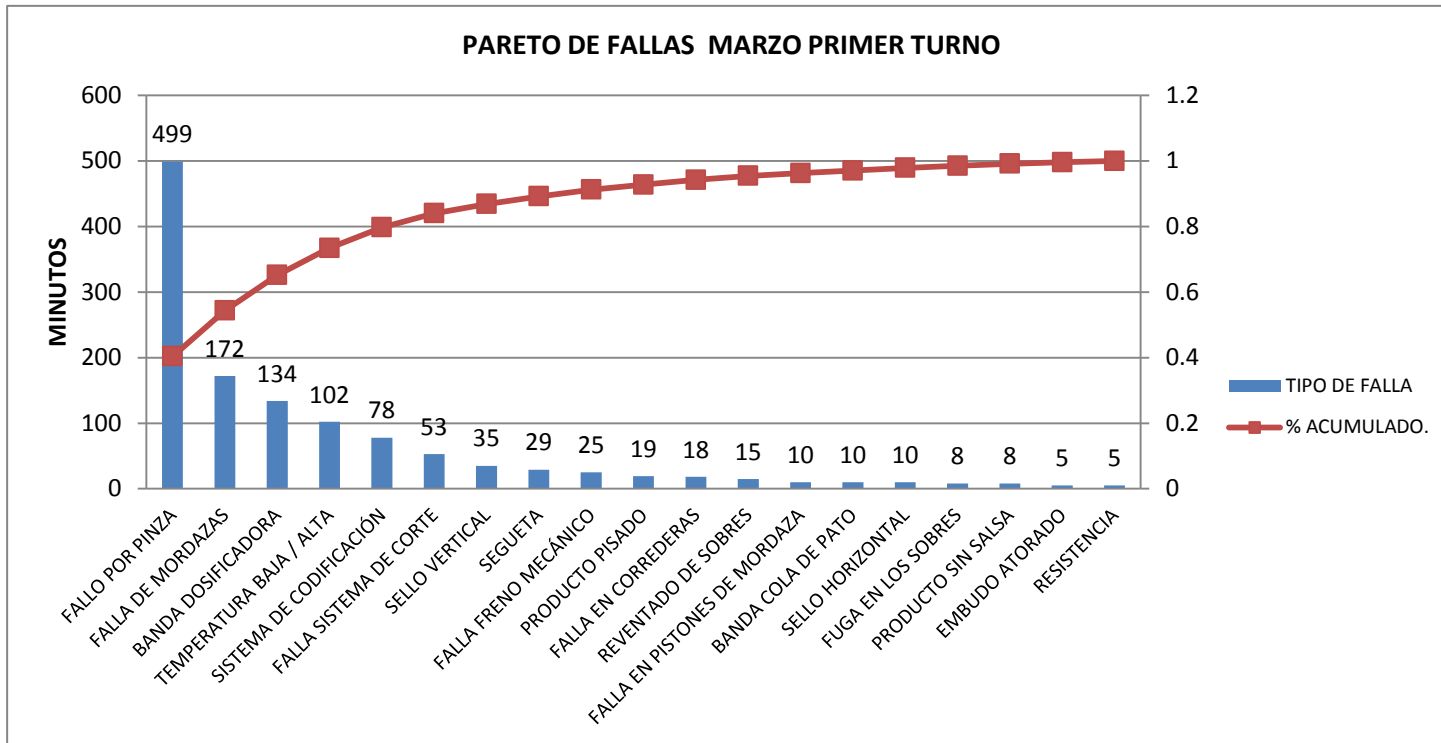
Tabla 32: Tiempos muertos totales del mes de marzo de envasadoras

La tabla 32 nos muestra que en el turno 1 se presentó la mayor cantidad de paros no programados afectando al valor de rendimiento para ambas líneas (ver tabla 27 y 29).

RESULTADO DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS ENVASADORAS 1-24 (1ER TURNO) CORRESPONDIENTES AL MES DE MARZO

FALLAS		TIEMPOS MUERTOS (MIN)																								TOTAL	%
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENV. 1	ENV. 2	ENV. 3	ENV. 4	ENV. 5	ENV. 6	ENV. 7	ENV. 8	ENV. 9	ENV. 10	ENV. 11	ENV. 12	ENV. 13	ENV. 14	ENV. 15	ENV. 16	ENV. 17	ENV. 18	ENV. 19	ENV. 20	ENV. 21	ENV. 22	ENV. 23	ENV. 24		
F1	FALTA DE AIRE																									0	0%
F2	TEMPERATURA BAJA / ALTA	7	12	10	9	31							24			9										102	8%
F3	FUGA EN LOS SOBRES			3			5																			8	1%
F4	REVENTADO DE SOBRES		10				5																			15	1%
F5	SOBRES CHICOS																									0	0%
F6	PRODUCTO PISADO			4		15																				19	2%
F7	PRODUCTO SIN SALSA			8																						8	1%
F8	FALLA FRENO MECÁNICO																								25	25	2%
F9	FALLA EN PISTONES DE MORDAZA					10																				10	1%
F10	TOLVAS DE PESADO																									0	0%
F11	TOLVAS DE DESCARGA																									0	0%
F12	BANDA COLA DE PATO																10									10	1%
F13	FALLA EN CORREDERAS														18											18	1%
F14	SELLO HORIZONTAL	10																								10	1%
F15	EMBUDO ATORADO	5																								5	0%
F16	REVENTADO DE SALSA																									0	0%
F17	FALLO POR PINZA				25	88	40		25	9		95	177		20				5	15						499	40%
F18	FALLA SISTEMA DE CORTE			14											8	31										53	4%
F19	BANDA DOSIFICADORA						134																			134	11%
F20	RESISTENCIA	5																								5	0%
F21	FALLA DE MORDAZAS		13	3	50				60	6					40											172	14%
F22	SELLO VERTICAL												35													35	3%
F23	SEGUETA				4				8							3	3		6		5					29	2%
F24	TUBO FORMADOR																									0	0%
F25	TERMOPAR																									0	0%
F26	SISTEMA DE CODIFICACIÓN		46		17																15					78	6%
TOTAL		27	81	42	105	144	184	8	85	15	0	95	177	59	86	43	13	0	11	30	5	0	0	0	25	1235	

Tabla 33: Tiempos muertos de cada falla en las envasadoras del primer turno del mes de marzo



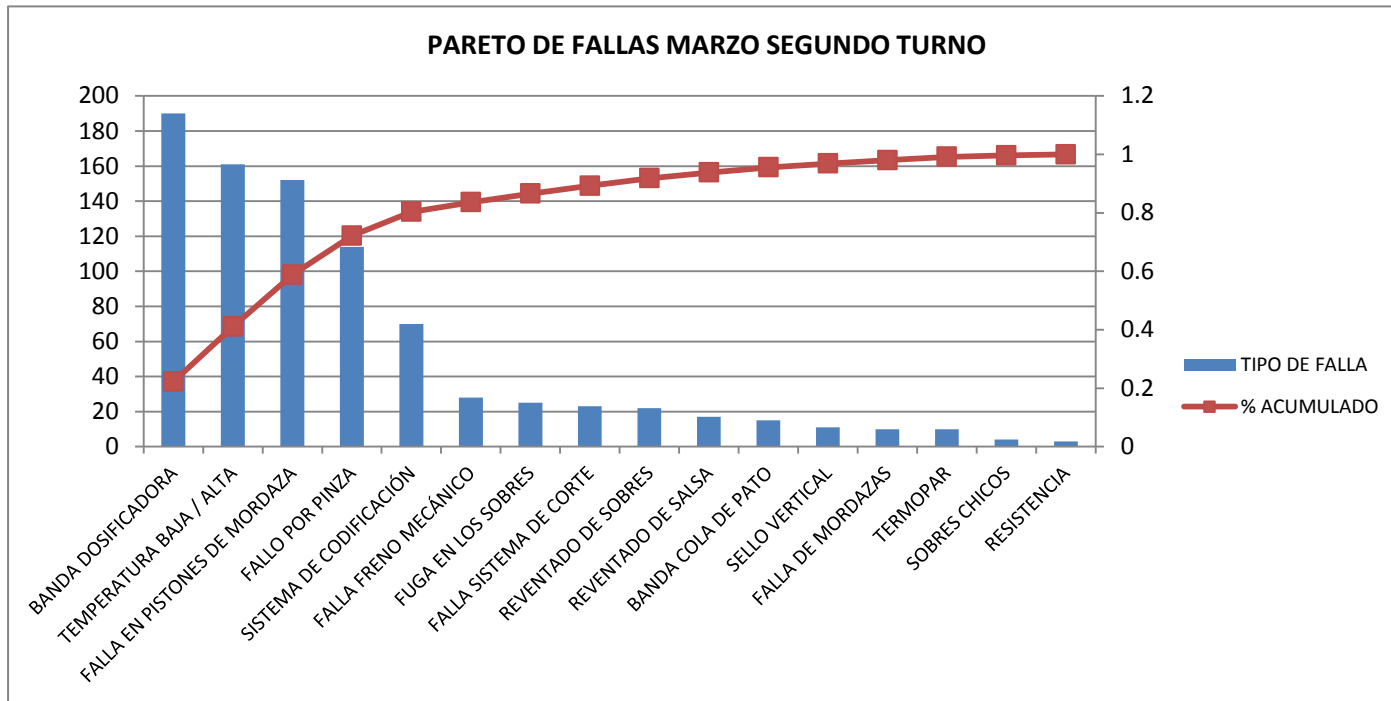
Gráfica 3: Diagrama de Pareto de las principales fallas de las envasadoras del primer turno del mes de marzo

En el diagrama de Pareto anterior se muestra las principales fallas de los equipos en el que intervino el departamento de mantenimiento, nuevamente el tiempo que más influyó en el primer turno son las pinzas, las demás no fueron tan considerables en ambas líneas.

RESULTADO DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS ENVASADORAS 1-22 (2DO TURNO) CORRESPONDIENTES AL MES DE MARZO

FALLAS		TIEMPOS MUERTOS (MIN)																						TOTAL	%	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENV. 1	ENV. 2	ENV. 3	ENV. 4	ENV. 5	ENV. 6	ENV. 7	ENV. 8	ENV. 9	ENV. 10	ENV. 11	ENV. 12	ENV. 13	ENV. 14	ENV. 15	ENV. 16	ENV. 17	ENV. 18	ENV. 19	ENV. 20	ENV. 21	ENV. 22			
F1	FALTA DE AIRE																							0	0%	
F2	TEMPERATURA BAJA / ALTA			18	22	62	15	4					15	15								10			161	19%
F3	FUGA EN LOS SOBRES							3	3	1	3	3	2								10				25	3%
F4	REVENTADO DE SOBRES							2				6	14												22	3%
F5	SOBRES CHICOS										4														4	0%
F6	PRODUCTO PISADO																								0	0%
F7	PRODUCTO SIN SALSA																								0	0%
F8	FALLA FRENO MECÁNICO			10									3				15								28	3%
F9	FALLA EN PISTONES DE MORDAZA		28			27		30	30						22							15			152	18%
F10	TOLVAS DE PESADO																								0	0%
F11	TOLVAS DE DESCARGA																								0	0%
F12	BANDA COLA DE PATO								15																15	2%
F13	FALLA EN CORREDERAS																								0	0%
F14	SELLO HORIZONTAL																								0	0%
F15	EMBUDO ATORADO																								0	0%
F16	REVENTADO DE SALSA							2	11	2	2														17	2%
F17	FALLO POR PINZA					7	8	8	43	7	16	5									20				114	13%
F18	FALLA SISTEMA DE CORTE					12	11																		23	3%
F19	BANDA DOSIFICADORA					190																			190	22%
F20	RESISTENCIA								3																3	0%
F21	FALLA DE MORDAZAS							10																	10	1%
F22	SELLO VERTICAL									6			5												11	1%
F23	SEGUETA																								0	0%
F24	TUBO FORMADOR																								0	0%
F25	TERMOPAR															10									10	1%
F26	SISTEMA DE CODIFICACIÓN		10								5			15							40				70	8%
TOTAL		0	38	28	22	89	224	68	61	61	21	30	41	30	22	25	0	0	0	70	25	0	0	855		

Tabla 34: Tiempos muertos de cada falla en las envasadoras del segundo turno del mes de marzo



Gráfica 4: Diagrama de Pareto de las principales fallas de las envasadoras del segundo turno del mes de marzo

En la gráfica 4 se presenta las fallas del segundo turno, mostrándose que hubo cuatro principales dentro de las cuales se encuentran al igual que el mes anterior la variación de temperatura y las pinzas, pero en este turno la banda dosificadora fue el motivo por el que se paró por más tiempo.

RESUMEN OEE MES DE MARZO 2014 LINEAS DE PROCESO									
MAQUINA	MERMA (KG)	PRODUCCION TOTAL (KG)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
FREIDOR	242	72,031	17,280	13,546	96.77%	73.67%	99.45%	71.18%	2
REVENTADO	65.86	9,092.05	7,200	4,791	96.28%	80.37%	98.83%	76.27%	3
E. ESPONJADO	102.72	6,112	3,840	2,725	96.92%	76.81%	98.02%	72.50%	2
E. TORCIDO	13.93	1,910.67	1,440	650	95.08%	87.86%	98.62%	82.18%	3
PROMEDIOS	424	89,146	29,760	21,712	96.26%	79.68%	98.73%	75.53%	3

Tabla 35: Resultado OEE de las líneas de proceso del mes de marzo

En la tabla anterior se aprecia el nivel OEE de las líneas de proceso permaneciendo en el nivel 3 con un 75.53%. El freidor fue el equipo que tuvo el menor porcentaje debido al bajo rendimiento que presentó en el mes de marzo.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE MARZO 2014 LINEAS DE PROCESO									
MAQUINA	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
	ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
FREIDOR	90	968	521	685	1,040	95	75	0	230
REVENTADO	30	378	0	30	1,770	50	0	5	20
E. ESPONJADO	0	440	0	120	495	10	0	10	40
E. TORCIDO	0	210	0	0	530	0	0	0	10
SUMA	120	1,996	521	835	3,835	155	75	15	300

Tabla 36: Resultado de tiempos muertos de las líneas de proceso del mes de marzo

La tabla 36 muestra los tiempos muertos de cada línea de proceso, en el que se aprecia que durante este mes se empleó 155 minutos para mantenimiento de los cuales el mayor porcentaje fue para el freidor, influyendo en el rendimiento de éste (ver tabla 35).

Abril:

RESUMEN OEE MES DE ABRIL 2014 ENVASADORAS 1-12										
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
1	1	32,181	538,796	11,040	8,785	98.04%	80.78%	93.93%	74.65%	2
2	1	33,605	527,340	11,040	8,883	98.26%	78.19%	93.54%	72.23%	2
3	1	33,748	489,659	11,040	8,595	95.44%	78.72%	92.59%	70.52%	2
4	1	34,486	563,755	11,520	9,570	97.54%	83.01%	93.72%	75.97%	3
5	1	34,286	550,127	11,520	9,423	97.67%	80.61%	93.81%	73.94%	2
6	1	31,262	538,749	11,040	9,325	97.63%	80.56%	94.52%	74.35%	2
7	1	31,352	496,740	10,560	8,618	97.92%	74.23%	93.93%	68.45%	2
8	1	29,948	510,503	10,560	8,349	98.24%	79.52%	94.62%	73.82%	2
9	1	29,882	505,417	10,080	8,055	99.09%	81.96%	94.44%	76.63%	3
10	1	29,584	504,483	10,080	7,959	98.80%	83.94%	94.67%	78.39%	3
11	1	28,812	492,403	10,080	7,985	98.89%	80.57%	94.67%	75.37%	3
12	1	28,481	483,015	10,080	8,016	98.64%	79.85%	94.58%	74.56%	2
PROMEDIOS		377,627	6,200,987	128,640	103,563	98.01%	80.16%	94.08%	74.07%	2

Tabla 37: Resumen OEE del mes de abril envasadoras 1-12.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS MES DE ABRIL 2014 ENVASADORAS 1-12										
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
1	1	590	222	161	343	760	20	15	0	144
2	1	624	215	196	407	550	12	13	0	140
3	1	590	250	163	316	700	270	12	0	144
4	1	642	216	204	383	270	77	13	0	145
5	1	612	183	187	407	480	89	15	0	124
6	1	611	220	194	316	150	71	13	0	140
7	1	555	316	224	405	255	122	0	0	65
8	1	560	273	207	435	575	96	0	0	65
9	1	530	274	221	410	515	10	0	0	65
10	1	528	271	205	410	605	37	0	0	65
11	1	530	242	215	410	605	28	0	0	65
12	1	530	235	208	400	575	51	0	0	65
SUMA		6,902	2,917	2,385	4,642	6,040	883	81	-	1,227

Tabla 38: Resumen de tiempos muertos del mes de abril envasadoras 1-12.

RESUMEN OEE MES DE ABRIL 2014 ENVASADORAS 13-24										
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
13	1	33,029	476,912	10,080	7,612	99.59%	80.16%	93.52%	74.91%	2
14	1	32,149	475,010	10,080	7,569	98.94%	80.37%	93.68%	74.63%	2
15	1	38,550	485,894	10,080	7,770	99.20%	79.88%	92.58%	73.59%	2
16	1	37,437	463,471	10,080	7,396	99.82%	80.11%	91.79%	73.65%	2
17	1	40,549	462,292	9,600	7,445	99.28%	79.31%	91.84%	72.45%	2
18	1	41,667	450,807	9,600	7,356	99.68%	78.57%	91.36%	71.65%	2
19	1	41,063	459,545	9,600	7,568	99.05%	78.15%	91.72%	70.99%	2
20	1	34,069	420,492	9,600	6,937	99.28%	78.84%	92.00%	72.29%	2
21	1	20,909	392,363	9,120	6,692	96.72%	75.20%	94.70%	68.98%	2
22	1	19,576	395,688	9,120	6,774	96.97%	74.46%	95.00%	68.84%	2
23	1	18,694	388,271	9,120	6,491	92.06%	75.96%	94.97%	66.91%	2
24	1	1,340	373,235	9,120	6,192	94.32%	77.11%	94.14%	68.39%	2
PROMEDIOS		359,032	5,243,980	115,200	85,802	97.91%	78.17%	93.11%	71.44%	2

Tabla 39: Resumen OEE del mes de abril envasadoras 13-24.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS MES DE ABRIL 2014 ENVASADORAS 13-24										
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
13	1	650	198	170	307	1,112	0	31	0	0
14	1	615	205	184	307	1,107	62	31	0	0
15	1	615	277	224	292	837	36	29	0	0
16	1	510	306	135	237	1,484	0	12	0	0
17	1	529	318	111	295	850	22	0	0	30
18	1	532	258	141	265	1,020	28	0	0	0
19	1	501	263	113	265	805	85	0	0	0
20	1	431	380	111	385	1,294	62	0	0	0
21	1	501	470	345	350	545	174	30	0	13
22	1	499	500	284	305	545	156	44	0	13
23	1	491	508	272	320	500	505	25	0	8
24	1	463	553	239	285	990	315	75	0	8
SUMA		6,337	4,236	2,329	3,613	11,089	1,445	277	-	72

Tabla 40: Resumen de tiempos muertos del mes de abril envasadoras 13-24.

RESULTADO FINAL DEL MES DE ABRIL				
% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
98%	80%	94%	73%	2

Tabla 41: Resultado OEE para el mes de abril de envasadoras

En la tabla 41 se aprecia el resultado final del mes de abril, ubicándose en el nivel 2 que es aceptable pero solo si está en proceso de mejora continua, hay pérdidas económicas. Esto tal vez se deba a que en este mes se trabajó solo con un turno, por lo que se tuvo que trabajar las envasadoras de la 21-24, que son las que en los meses anteriores no se habían operado, llevando a tener bastante paros por mantenimiento (ver tabla 38 y 40).

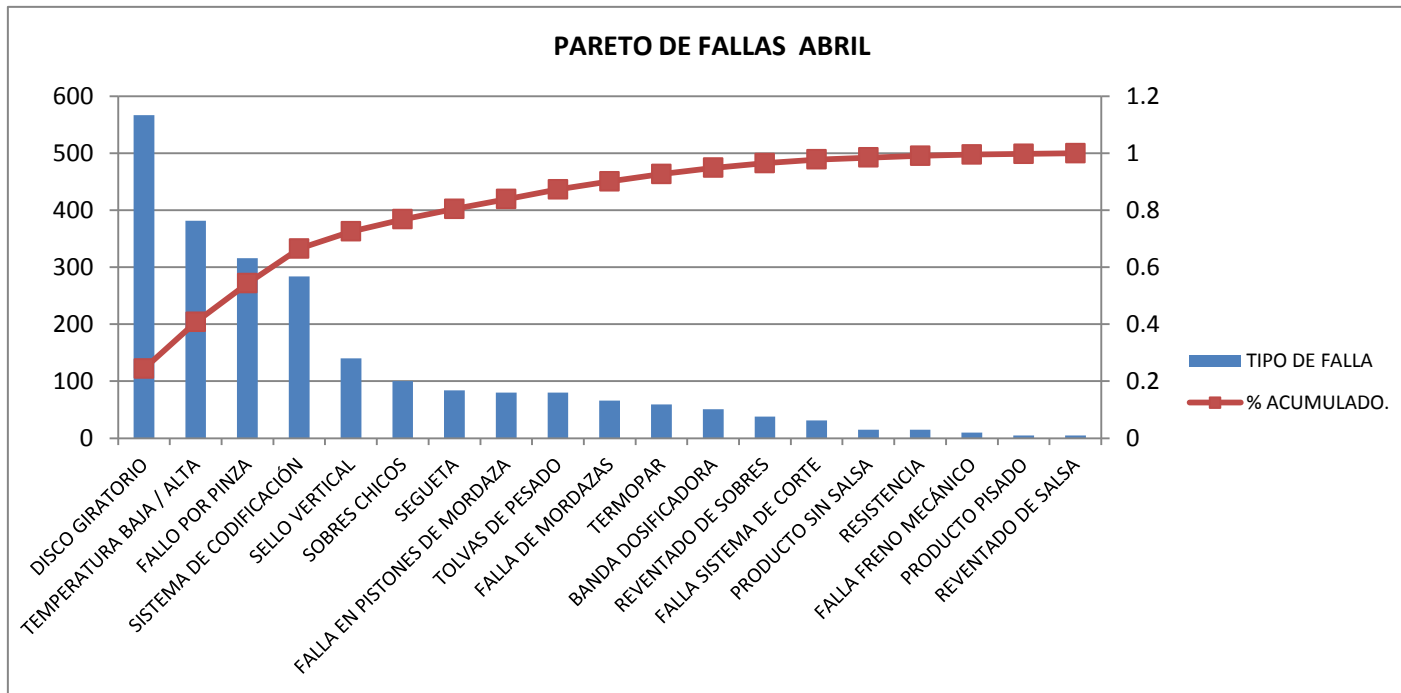
RESULTADO FINAL DEL MES DE ABRIL ENVASADO			
TIEMPOS MUERTOS (MINUTOS)			
ENVASADO			
PAROS PROGRAMADOS		PAROS NO PROGRAMADOS	
LINEA 1	LINEA 2	LINEA 1	LINEA 2
22886	27604	2191	1794
50490		3985	
54475			

Tabla 42: Tiempos muertos totales del mes de abril de envasadoras

Como se mencionó anteriormente la línea 2 es la que presentó mayor cantidad de tiempos por paro no programados (mantenimiento), afectando al OEE del mes de abril.

RESULTADO DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS ENVASADORAS 1-24 CORRESPONDIENTES AL MES DE ABRIL																												
FALLAS		TIEMPOS MUERTOS (MIN)																										
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENV. 1	ENV. 2	ENV. 3	ENV. 4	ENV. 5	ENV. 6	ENV. 7	ENV. 8	ENV. 9	ENV. 10	ENV. 11	ENV. 12	ENV. 13	ENV. 14	ENV. 15	ENV. 16	ENV. 17	ENV. 18	ENV. 19	ENV. 20	ENV. 21	ENV. 22	ENV. 23	ENV. 24	TOTAL	%	
F1	DISCO GIRATORIO														62	30							30	345	100	567	24%	
F2	TEMPERATURA BAJA / ALTA	10		36	39	22	10	3	60	10						6		22	15	12		92	26		19	382	16%	
F3	FUGA EN LOS SOBRES																										0	0%
F4	REVENTADO DE SOBRES	5					6	6	6																	15	38	2%
F5	SOBRES CHICOS																					10	30		60	100	4%	
F6	PRODUCTO PISADO	5																									5	0%
F7	PRODUCTO SIN SALSA			15																							15	1%
F8	FALLA FRENO MECÁNICO																								10		10	0%
F9	FALLA EN PISTONES DE MORDAZA																					10	25	10	35	80	3%	
F10	TOLVAS DE PESADO			80																							80	3%
F11	TOLVAS DE DESCARGA																										0	0%
F12	BANDA COLA DE PATO																										0	0%
F13	FALLA EN CORREDERAS																										0	0%
F14	SELLO HORIZONTAL																										0	0%
F15	EMBUDO ATORADO																										0	0%
F16	REVENTADO DE SALSA						5																				5	0%
F17	FALLO POR PINZA					9	30		30		27	28	30							15	62		25	60		316	14%	
F18	FALLA SISTEMA DE CORTE			10		6														15							31	1%
F19	BANDA DOSIFICADORA			51																							51	2%
F20	RESISTENCIA																					15					15	1%
F21	FALLA DE MORDAZAS					28		18																		20	66	3%
F22	SELLO VERTICAL		12				20						15						13			40		40		140	6%	
F23	SEGUETA				38	3															43						84	4%
F24	TUBO FORMADOR																										0	0%
F25	TERMOPAR					18		35					6														59	3%
F26	SISTEMA DE CODIFICACIÓN			78		3		60			10												7	20	40	66	284	12%
TOTAL		20	12	270	77	89	71	122	96	10	37	28	51	0	62	36	0	22	28	85	62	174	156	505	315	2328		

Tabla 43: Tiempos muertos de cada falla en las envasadoras del mes de abril.



Gráfica 5: Diagrama de Pareto de las principales fallas de las envasadoras del mes de abril

En el diagrama anterior se puede apreciar que en el mes de abril la principal falla en que se registró un mayor tiempo de paro fue por el disco giratorio, pero como se mencionó anteriormente debido a envasadoras que anteriormente no se les había dado mantenimiento, las fallas de variación de temperatura y pinzas siguen teniendo un valor considerable.

RESUMEN OEE MES DE ABRIL 2014 LINEAS DE PROCESO									
MAQUINA	MERMA (KG)	PRODUCCION TOTAL (KG)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
FREIDOR	180	70,712	9,600	6,993	96.39%	74.21%	99.68%	71.22%	2
REVENTADO	122.82	5,353.16	4,800	2,290	94.48%	74.87%	97.98%	69.84%	2
E. ESPONJADO	145.95	7,444	4,800	2,651	95.91%	88.87%	98.19%	83.63%	3
E. TORCIDO	0	945	480	311	72.16%	94.96%	100.00%	68.52%	2
PROMEDIOS	448	84,454	19,680	12,245	95.60%	79.31%	98.62%	74.89%	2

Tabla 44: Resultado OEE de las líneas de proceso del mes de abril

En las líneas de proceso el nivel obtenido fue 2 (regular), indicando baja competitividad, pero en este caso para alcanzar el siguiente nivel se necesita incrementar el rendimiento 12%, siendo un porcentaje alto, aunque aumentando un poco más la disponibilidad este valor será menor, como se aprecia en la tabla 44.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS MES DE ABRIL 2014 LINEAS DE PROCESO									
MAQUINA	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
	ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
FREIDOR	90	707	326	570	685	0	0	45	184
REVENTADO	0	810	40	95	1,455	0	10	25	75
E. ESPONJADO	0	284	0	150	1,590	0	60	0	65
E. TORCIDO	0	49	0	0	0	0	110	0	10
SUMA	90	1,850	366	815	3,730	-	180	70	334

Tabla 45: Resultado de tiempos muertos de las líneas de proceso del mes de abril

En la tabla 45 se observa que los tiempos muertos para este mes en las líneas de proceso fueron por parte del departamento de producción, calidad y por materia prima, no registrándose pérdidas de tiempo por mantenimiento.

Mayo:

RESUMEN OEE MES DE MAYO 2014 ENVASADORAS 1-12										
NO. ENVASADORA	TURNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
1	1	16,777	260,253	5,760	4,565	97.79%	74.11%	94.01%	68.09%	2
2	1	17,636	275,746	5,760	4,627	96.46%	77.23%	93.50%	70.08%	2
3	1	17,227	259,506	5,760	4,512	94.58%	77.82%	93.67%	68.53%	2
4	1	18,902	283,706	5,760	4,634	96.29%	83.95%	92.61%	75.32%	3
5	1	17,900	282,353	5,760	4,587	95.62%	83.96%	93.75%	75.44%	3
6	1	18,198	279,507	5,760	4,619	96.08%	82.30%	93.46%	74.13%	2
7	1	16,378	244,872	5,760	3,973	94.21%	79.48%	93.55%	70.34%	2
8	1	17,388	270,383	5,760	4,331	97.16%	81.29%	92.80%	73.63%	2
9	1	18,411	268,270	5,760	4,283	96.36%	82.55%	93.08%	74.20%	2
10	1	17,559	283,251	5,760	4,544	98.05%	83.04%	94.17%	76.68%	3
11	1	17,892	267,873	5,760	4,190	97.17%	81.14%	92.84%	73.50%	2
12	1	17,559	255,196	5,760	4,167	96.75%	79.49%	93.00%	71.62%	2
PROMEDIOS		211,827	3,230,916	69,120	53,032	96.38%	80.53%	93.37%	72.63%	2

Tabla 46: Resumen OEE del mes de abril envasadoras 1-12 .

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS MES DE MAYO 2014 ENVASADORAS 1-12										
NO. ENVASADORA	TURNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
1	1	354	232	110	149	240	36	14	0	60
2	1	393	236	117	220	0	36	42	0	89
3	1	322	228	97	76	240	221	22	0	42
4	1	377	248	105	222	0	43	42	0	89
5	1	378	252	111	222	0	82	39	0	89
6	1	375	268	108	204	0	63	33	0	90
7	1	362	298	107	190	605	133	3	0	89
8	1	360	252	110	225	352	39	2	0	89
9	1	362	270	89	234	352	81	0	0	89
10	1	361	187	97	187	292	25	0	0	67
11	1	328	189	105	192	622	72	0	0	62
12	1	328	192	112	193	628	59	14	0	67
SUMA		4,300	2,852	1,268	2,314	3,331	890	211	-	922

Tabla 47: Resumen de tiempos muertos del mes de mayo envasadoras 1-12.

RESUMEN OEE MES DE MAYO 2014 ENVASADORAS 13-24										
NO. ENVASADORA	TURNNO	MERMA (SOBRES)	PRODUCCION TOTAL (SOBRES)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE POR TURNO	NIVEL OEE
13	1	16,346	300,213	5,760	4,325	99.69%	88.97%	94.93%	84.30%	3
14	1	16,625	290,500	5,760	4,229	99.17%	88.41%	94.70%	83.22%	3
15	1	18,543	270,220	5,760	3,997	99.61%	87.31%	93.68%	81.79%	3
16	1	21,184	236,848	5,280	3,800	99.57%	80.11%	91.60%	73.56%	2
17	1	20,384	247,088	5,280	3,815	99.23%	82.83%	92.33%	76.28%	3
18	1	22,149	243,874	5,280	3,994	97.78%	79.59%	91.81%	71.69%	2
19	1	12,747	280,240	5,760	4,426	99.56%	81.26%	95.50%	77.48%	3
20	1	12,747	277,277	5,760	4,380	99.41%	81.24%	95.46%	77.30%	3
21	1	12,732	241,033	5,280	3,828	98.86%	80.77%	95.19%	76.11%	3
22	1	12,278	249,205	5,760	4,022	98.56%	81.64%	94.47%	75.94%	3
23	1	11,348	251,548	5,760	4,100	98.17%	78.88%	95.42%	73.97%	2
24	1	1,677	249,309	5,760	3,995	97.19%	80.04%	95.39%	74.32%	2
PROMEDIOS		178,760	3,137,355	67,200	48,911	98.90%	82.59%	94.21%	77.16%	3

Tabla 48: Resumen OEE del mes de mayo envasadoras 13-24.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE MAYO 2014 ENVASADORAS 13-24										
NO. ENVASADORA	TURNNO	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
		ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
13	1	380	375	128	105	433	6	8	0	0
14	1	380	380	107	52	568	38	4	0	2
15	1	530	201	110	85	818	13	6	0	0
16	1	310	242	106	95	708	13	6	0	0
17	1	342	165	68	120	735	35	0	0	0
18	1	377	240	79	120	375	85	10	0	0
19	1	407	175	125	120	485	22	0	0	0
20	1	408	215	124	120	485	28	0	0	0
21	1	358	215	171	208	455	5	40	0	0
22	1	391	282	187	203	610	20	45	0	0
23	1	392	212	166	201	610	49	30	0	0
24	1	393	265	167	202	610	93	35	0	0
SUMA		4,668	2,967	1,538	1,631	6,892	407	184	-	2

Tabla 49: Resumen de tiempos muertos del mes de mayo envasadoras 13-24.

RESULTADO FINAL DEL MES DE MAYO				
% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
98%	82%	94%	75%	3

Tabla 50: Resultado OEE para el mes de mayo de envasadoras

En la tabla 50 se muestran los resultados de cada indicador en el que se aprecia un OEE de 75% y que nuevamente el rendimiento de las envasadoras es el que afecta más a este valor porcentual demostrando que es ahí donde se tiene que mejorar.

RESULTADO FINAL DEL MES DE MAYO ENVASADO			
TIEMPOS MUERTOS (MINUTOS)			
ENVASADO			
PAROS PROGRAMADOS		PAROS NO PROGRAMADOS	
LINEA 1	LINEA 2	LINEA 1	LINEA 2
14065	17696	2023	593
31761		2616	
34377			

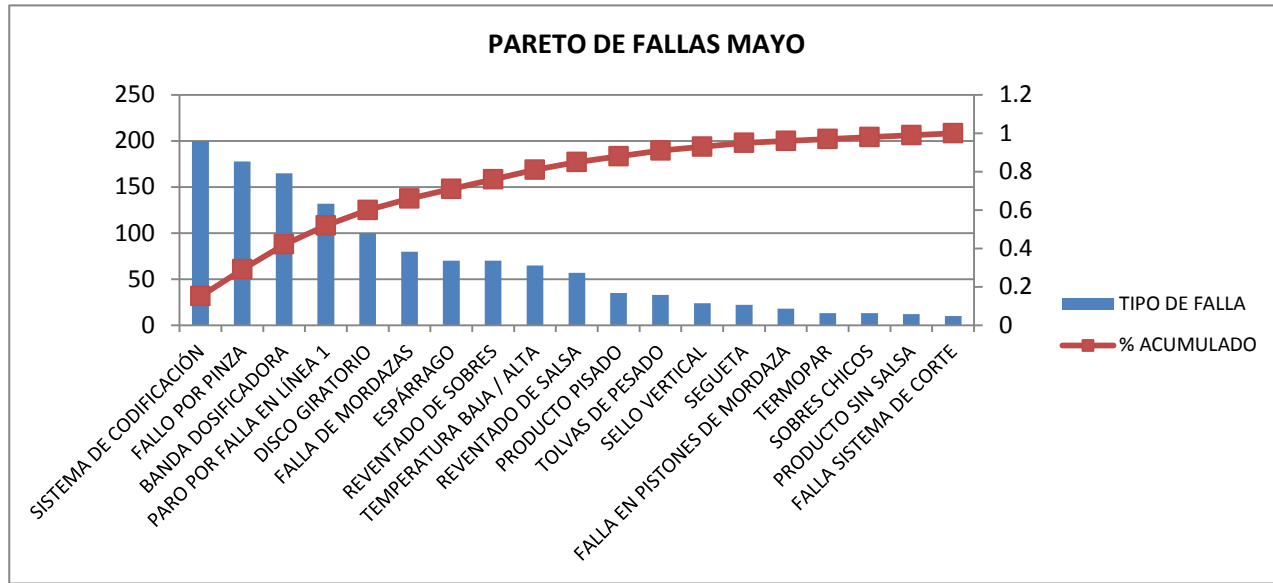
Tabla 51: Tiempos muertos totales del mes de mayo de envasadoras

En la tabla anterior se muestra los tiempos perdidos debido a paros de las envasadoras, ambos terminan influyendo en el valor OEE. A diferencia del mes anterior, en este la mayor parte fue para la línea 1, tal vez se debe a que las envasadoras que anteriormente afectaron la efectividad (21-24), debido al mantenimiento que se les dio al estar operando, ya no se presentaron muchos paros.

RESULTADO DE LAS PRINCIPALES FALLAS DE LAS ENVASADORAS 1-24 CORRESPONDIENTES AL MES DE MAYO

FALLAS		TIEMPOS MUERTOS (MIN)																								TOTAL	%
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENV. 1	ENV. 2	ENV. 3	ENV. 4	ENV. 5	ENV. 6	ENV. 7	ENV. 8	ENV. 9	ENV. 10	ENV. 11	ENV. 12	ENV. 13	ENV. 14	ENV. 15	ENV. 16	ENV. 17	ENV. 18	ENV. 19	ENV. 20	ENV. 21	ENV. 22	ENV. 23	ENV. 24		
F1	DISCO GIRATORIO														30			35			15		10		10	100	8%
F2	TEMPERATURA BAJA / ALTA			15		40		3				2										5				65	5%
F3	FUGA EN LOS SOBRES																									0	0%
F4	REVENTADO DE SOBRES						13	3				5	6	6	8	8	8				13					70	5%
F5	SOBRES CHICOS								7		3		3													13	1%
F6	PRODUCTO PISADO							13	2	4	2	8	6													35	3%
F7	PRODUCTO SIN SALSA	12																								12	1%
F8	FALLA FRENO MECÁNICO																									0	0%
F9	FALLA EN PISTONES DE MORDAZA								8														10			18	1%
F10	TOLVAS DE PESADO		10							5		12	6													33	3%
F11	ESPÁRRAGO																			70						70	5%
F12	BANDA COLA DE PATO																									0	0%
F13	FALLA EN CORREDERAS																									0	0%
F14	SELLO HORIZONTAL																									0	0%
F15	EMBUDO ATORADO																									0	0%
F16	REVENTADO DE SALSA	7	11	13	18	5	3																			57	4%
F17	FALLO POR PINZA				25	30	25	23	10	30		10	10							15						178	14%
F18	FALLA SISTEMA DE CORTE																				10					10	1%
F19	BANDA DOSIFICADORA			165																						165	13%
F20	RESISTENCIA																									0	0%
F21	FALLA DE MORDAZAS					7		50				15	8													80	6%
F22	SELLO VERTICAL	17																						7		24	2%
F23	SEGUETA															5	5				12					22	2%
F24	TUBO FORMADOR																									0	0%
F25	TERMOPAR							13																		13	1%
F26	SISTEMA DE CODIFICACIÓN		15	28			22			10														42	83	200	15%
F27	PARO POR FALLA EN LÍNEA 1							20	20	32	20	20	20													132	10%

Tabla 52: Tiempos muertos de cada falla en las envasadoras del mes de mayo.



Gráfica 6: Diagrama de Pareto de las principales fallas de las envasadoras del mes de mayo

En el diagrama anterior se presenta las principales causas de los tiempos muertos durante el mes de mayo, en el que se observa que el sistema de codificación es el que mayor tiempo presentó, pero que al igual que los meses anteriores una de las causas de paros por mantenimiento es por fallo en pinzas, es en donde hay que priorizar.

RESUMEN OEE MES DE MAYO 2014 LINEAS DE PROCESO									
MAQUINA	MERMA (KG)	PRODUCCION TOTAL (KG)	TIEMPO DISPONIBLE TOTAL (MIN)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (MIN)	% DE DISPONIBILIDAD	% DE RENDIMIENTO	% DE CALIDAD	% OEE	NIVEL OEE
FREIDOR	124	44,881	6,240	4,624	96.06%	69.59%	99.68%	66.87%	2
REVENTADO	24.96	1,564.51	960	628	85.67%	86.06%	98.43%	72.60%	2
E. ESPONJADO	58.08	3,767	2,400	1,472	95.69%	80.62%	97.74%	75.64%	3
E. TORCIDO									
PROMEDIOS	207	50,213	9,600	6,724	92.47%	78.75%	98.61%	71.70%	2

Tabla 53: Resumen OEE de las líneas de proceso del mes de abril

La tabla 53 nos muestra el valor de OEE para las líneas de proceso, presentando una valor de 71.70%, se obtuvo un buen nivel de disponibilidad y calidad, el rendimiento fue un nivel aceptable, estos valores se pueden mejorar estando en proceso de mejora continua.

RESUMEN TIEMPOS MUERTOS OEE MES DE MAYO 2014 LINEAS DE PROCESO									
MAQUINA	PAROS PROGRAMADOS (MIN)					TIEMPO MUERTO (MIN)			
	ALIMENTOS	ARRANQUE	CAMBIOS	LIMPIEZA	S/PROGRAMACIÓN	MANTTO.	PRODUCCION	M.P.	CALIDAD
FREIDOR	60	164	415	285	480	20	0	25	167
REVENTADO	0	0	0	0	225	52	0	50	5
E. ESPONJADO	0	248	0	0	630	0	0	0	50
E. TORCIDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	60	412	415	285	1,335	72	-	75	222

Tabla 54: Resumen de tiempos muertos de las líneas de proceso del mes de abril

Para las líneas de proceso, el tiempo empleado en mantenimiento fue bajo con solo 72 minutos en total, en este mes se tuvo más tiempo muerto por el departamento de calidad al liberar un producto en proceso.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos de las mediciones de los indicadores OEE se puede concluir que:

1. Los objetivos se cumplieron, se logró obtener el índice de OEE que es del 79% en promedio durante los 4 meses del proyecto.
2. Las causas más importantes de los tiempos muertos de cada equipo son: variación de temperatura, pinzas y pistones de mordaza descalibrados, discos giratorios desnivelados y sistema de codificación inoperante.
3. La información obtenida durante el desarrollo del proyecto nos arrojó datos muy importantes como la disponibilidad, el rendimiento y la calidad con que están operando los equipos, que la misma empresa no conocía debido a que no se llevaba la medición del OEE siguiendo la metodología adecuada.
4. Durante el desarrollo del proyecto se identificó que el “rendimiento” de los equipos es la que disminuye su eficiencia.
5. El estudio y análisis de los tiempos muertos ha servido para proponer alternativas de mejora como la implantación del TPM para incrementar la eficiencia de la planta, como se ha indicado en el desarrollo del proyecto.
6. Los turnos de trabajo influyen sobre el OEE, debido a la falta de capacitación y entrenamiento del personal de producción, ya que en cada turno se obtuvieron resultados diferentes, por no tener claro la información referida a los problemas detectados y por tanto no pueden guiar el OEE a la disminución o erradicación de pérdidas.
7. La medición del OEE mostró la posible implantación de nuevas herramientas de mejora, que seguirán ayudando en la eficiencia de la planta (Técnicas SMED, Kaizenes), es decir, se descubrieron nuevas oportunidades que no se tenían visualizadas.

Recomendaciones

Derivado del análisis de las principales causas de ineficiencias encontrado, se da el planteamiento de las propuestas para mejorar la eficiencia de la operación analizada:

1. Con la participación, colaboración y voluntad tanto de los directivos, como su equipo de trabajo y el trabajo en equipo, permitirán que la herramienta OEE no solo se considere como una inversión, sino como un valor agregado a la empresa.
2. También se puede empezar a implementar, como se mencionó el TPM, pero para que estos sistemas de planeación resulten exitosos es necesario:
 - Designar una persona, de tiempo completo, para implementar y dar seguimiento al plan, mínimo de 4 a 6 meses.
 - Compromiso del nivel directivo para apoyar y dar facilidades para que se lleve a cabo la capacitación correspondiente, siempre y cuando esté interesado en la mejora.
 - Estos puntos son los mínimos necesarios para desarrollar las actividades del TPM y obtener los resultados planeados.
3. Las acciones descritas anteriormente no requieren un capital adicional en el proceso de producción, sino de un sistema ordenado de mejora continua donde hay participación de todos los involucrados, lo que resulta en una mejora significativa en el índice de efectividad global del equipamiento (OEE).
4. Es muy recomendable darle seguimiento y acompañar a este tipo de herramienta con procesos de 5S's, desarrollos de TPM, entre otros. De esta forma se gestiona el cambio cultural que es requerido para la mejora continua.

La verdadera clave de éxito se encuentra en el nivel de convicción que tiene la dirección sobre este tema tan importante para la empresa.

En una primera aproximación calcular el OEE puede parecer dificultoso, pero adquiriendo la mecánica, los beneficios de su implantación son enormes.

XI. FUENTES DE INFORMACIÓN

Berntein, R. (2008). *TPM en la Manufactura Esbelta*. Panorama.

Chile Palomino, R., Vieira Franca, V., & Batira, B. d. (14 de Octubre de 2010). *INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE RÁTIO OEE: UN ESTUDIO DE CASO EN UNA EMPRESA DEL RAMO METAL MECÁNICO*. Recuperado el 19 de Abril de 2014, de http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TI_ST_113_745_16865.pdf

Cuatrecasas, L. (1999). *TPM "Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos"*. Barcelona: Gestión 2000.

Nakajima, S. (1989). *TPM Development Program*. Cambridge.

Pérez Velázquez, R. (2011). *Proyecto Final de carrera*. Recuperado el 17 de Abril de 2014, de http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/12316/1/PFC_Raul_Perez_Velazquez.pdf

Rey, S. F. (2001). *Mantenimiento Total de la Producción: Implantación y Desarrollo*. Madrid: Fundación CONFEMETAL.

Suzuki, T. (1996). *TPM en Industrias de Proceso*. Institute for Planing Maintenance.

Toffer A., A. T. (s.f.). *Procesos de Mejora Continua*. Prentice may.