

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO BASADO EN CMMS**



**THOMAS VALLEJO RESTREPO**



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**INGENIERÍA MECÁNICA Y AFINES**

**INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL**

**MEDELLÍN**

**2015**

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO BASADO EN CMMS**

**THOMAS VALLEJO RESTREPO**

**Trabajo de grado para optar al título de ingeniero mecánico**

**Decano de ingeniería**

**BAYRON ÁLVAREZ ARBOLEDA**

**Ing. Eléctrico, Magister en sistemas Energéticos**

**Asesor:**

**Karen Cacia Madero**

**Ing. Química, magister en ingeniería.**

**UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**INGENIERÍA MECÁNICA**

**MEDELLÍN**

**2015**

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado.

---

Firma del jurado.

---

Firma del jurado.

Medellín, noviembre de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, que estuvo presente en todo el proceso de profesionalización, y brindo apoyo incondicional en cada uno de los trabajos realizados durante la carrera.

A la compañía H & E Drinks de Colombia S.A.S., sus directivos y operarios que ayudo que el proyecto saliera adelante.

A la institución universitaria Pascual Bravo que durante cinco años que duró la carrera brindo todos sus conocimientos mediante sus profesores.

A Karen Cagua, asesora de tesis por brindarme su apoyo y un poco de su conocimiento en la elaboración de este proyecto, a su paciencia y buenas intenciones para sacar adelante todo el trabajo.

# CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	11
1. ANTECEDENTES .....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
2.1 DESCRIPCIÓN .....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4.OBJETIVOS.....	15
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	15
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
5. REFERENTES TEÓRICOS .....	16
5.1. CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	16
5.1.1 Mantenimiento correctivo.....	16
5.1.2. Mantenimiento preventivo.....	17
5.1.3. Mantenimiento predictivo.....	18
5.1.4. Mantenimiento productivo total.....	20
5.2. CMMS.....	20
5.2.1 Beneficio de los CMMS .....	21
6. METODOLOGÍA .....	22
7.RESULTADOS.....	30
8. CONCLUSIONES .....	36
9. RECOMENDACIONES .....	37

## LISTADO DE FIGURAS

	Pag.
Tabla 1. Formato listado de máquinas.....	22
Tabla 2. Formato modelos y ubicación.....	22
Tabla 3. Formato actividades de mantenimiento.....	22
Imagen 4. Control de procesos 2015.....	23
Imagen 5. Tiempo improductivo por maquina.....	23
Imagen 6. Familias SAMM.....	24
Imagen 7. Marcas.....	24
Imagen 8. Modelos de equipos.....	25
Imagen 9. Tempario de equipos.....	26
Imagen 10. Detalle de temparios.....	26
Imagen 11. Pantallazo del cronograma proporcionado por software .....	27
Imagen 12. Orden de trabajo generado por el programa.....	28
Imagen 13. Orden de compra.....	29
Imagen 14. Llenadora y partes.....	30
Imagen 15. Tabla de equipos y ubicación.....	30
Imagen 16. Listado de actividades.....	31
Imagen 17. Listado de familias.....	32
Imagen 18. Listado de modelos.....	33
Imagen 19. Calendario anual mantenimiento.....	34
Imagen 20. Litros producidos.....	35

## GLOSARIO

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** Actividades de mantenimientos basadas en un cronograma.

**TIEMPO IMPRODUCTIVO:** Tiempo el cual la una línea de producción deja de trabajar.

**CMMS:** Sigla que define en ingles " Computer maintenance management software" que a su traducción indica sistema de gerencia del mantenimiento computarizado.

**SAMM:** siglas que definen "Sistema avanzado del mantenimiento modernos" siendo el software utilizado den el proyecto.

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** Mantenimiento que se hace después de haber pasado el daño.

**INSUMOS:** Partes de recambio o consumibles de una máquina.

**ORDEN DE TRABAJO:** Contrato en el cual se especifica al técnico actividades a ejecutar.

**ORDEN DE COMPRA:** Documento en el cual se estipula cantidad y tipos de repuestos a comprar.

**TEMPARIO:** listado de actividades de mantenimiento con un cronograma específico ya definido.

**FAMILIAS:** Conjunto de equipos que tienen el mismo principio de funcionamiento.

## **RESUMEN**

Se realizó un programa de mantenimiento preventivo en la empresa H & E Drinks de Colombia S.A.S, al implementar este programa se lograron disminuciones en los tiempos improductivos, los cuales representaban para la compañía una gran pérdida económica.

La gestión de mantenimiento asistido por computadora o computerized maintenance management system (CMMS) se realizó en H & E Drinks de Colombia S.A.S. se implementó con el fin de agilizar actividades de mantenimiento y generar ahorros para la compañía.

## **ABSTRACT**

A program of preventive maintenance was performed on the H & E Drinks de Colombia S.A.S. company, implementing this program decreases in production times were reached. This maintenance program allowed economic savings for the company.

The computerized maintenance management system (CMMS) was implemented in H & E Drinks de Colombia S.A.S. for aid to maintenance activities program. This program allowed to increase the velocity execution of maintenance activities. The productivity times were increased and the savings associated were obtained.

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento se define como todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

En muchas ocasiones, en la mayoría de las empresas los directivos no se toman en serio el mantenimiento de sus máquinas, piensan que todas estas perduraran en el tiempo, y consideran que la inversión en el mantenimiento preventivo en una compañía no tiene un retorno por el simple hecho que este no es monetario. El retorno de una inversión en mantenimiento se ve reflejado en la eficiencia de una línea de producción y menores tiempos improductivos, lo que representa ahorros económicos.

Durante la realización de este proyecto se resaltó la importancia de la práctica del mantenimiento, utilizando el sistema de administración de mantenimiento moderno (SAMM) con el fin de optimizar el mantenimiento preventivo en la empresa.

## **1. ANTECEDENTES**

En la compañía H & E Drinks de Colombia S.A.S no existía un plan de mantenimiento preventivo, todo se hacía mediante acciones correctivas, dándole así un maltrato a los componentes de los equipos ya que después de sucedido el daño las máquinas trabajaban forzadas.

La metodología de trabajo se basaba en corregir los fallos los fines de semana, no se llevaba un control de las actividades y mucho menos de los repuestos consumidos en cada uno de los mantenimientos lo cual conllevaba a tomar decisiones erradas a la hora de intervenir un equipo.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

H & E Drinks de Colombia S.A.S. es una empresa dedicada a la elaboración y distribución de bebidas carbonatadas y refrescos, la maquinaria empleada para este proceso funciona 24 horas diarias y 6 días a la semana, dedicando solo 8 horas de mantenimiento a estos equipos, los mantenimientos correctivos se realizaban sin planificación ni organización, haciéndose necesario un plan de mantenimiento preventivo.

### **2.1 Descripción**

Los fallos en las máquinas de la empresa representaban un problema para el proceso productivo, y los mantenimientos correctivos eran costosos, afectando la economía de la empresa. No había planificación para un paro controlado de línea y además los repuestos o insumos que se necesitaban para llevar a cabo las actividades no estaban disponibles inmediatamente, generándose de esta forma tiempos improductivos.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Un buen mantenimiento preventivo es la base para un buen rendimiento y eficiencia de una línea de producción, teniendo en cuenta que esto es primordial también para la calidad de un buen producto terminado, ya que si la maquina está en buen estado el producto final saldrá al mercado en condiciones idóneas.

Al aplicar un plan de mantenimiento preventivo con un software de gestión de mantenimiento se notara en la compañía H & E Drinks de Colombia S.A.S que la cuadrilla de técnicos tendrán una mayor organización en sus actividades, y no habrá tiempos muertos en sus horarios de trabajo ya que siempre se tendrá una actividad planeada para ejecutar en sus turnos.

Al finalizar este proyecto, el personal de la compañía ya tendrá una buena costumbre en mantenimiento, que podrá ser aplicada a otro tipo de actividades en la compañía.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un software de gestión de mantenimiento que ayude a desarrollar un plan de mantenimiento preventivo efectivo para una línea de producción de bebidas carbonatadas.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un inventario de los equipos y máquinas activos en la planta de producción
- Discriminar los equipos por modelos, familias, ubicación
- Realizar una lista de tareas de mantenimiento según planillas de tiempos improductivos, con los paros más frecuentes
- Realizar lista de tareas de mantenimiento según fabricante (manuales)
- Adquirir un software de gestión de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de la compañía
- Brindar capacitación al personal que administrará y pondrá en marcha el plan de mantenimiento con el software
- Ingresar toda la información recopilada sobre equipos y tareas de mantenimiento al software

## 5. REFERENTES TEÓRICOS.

### 5.1 CLASIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO

Los mantenimientos pueden clasificarse en diferentes tipos, dependiendo de la necesidad. Se diferencian en la forma de referirse a ellos como filosofía más que particularidades técnicas ya que todos los tipos tienen el mismo fin y es mantener los equipos en buen estado. Los tipos de mantenimiento son:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento predictivo total

Ninguno de los tipos de mantenimiento antes mencionado se utiliza en una compañía exclusivamente, sino que cada uno de estos tiene cualidades que deben ser analizadas para así determinar si es conveniente implementarlo (Félix Casereo, 1998).

#### 5.1.1. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento también llamado "a rotura" (breakdown maintenance), solo se ejecuta el mantenimiento cuando ocurre el fallo. Es por muchos considerado una actividad pasiva por el solo hecho de esperar que el equipo presente problemas.

Puede parecer una actividad despreocupada con los activos de una compañía pero es uno de los planes de mantenimiento más utilizados en la mayoría de las compañías que en ocasiones está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en donde los componentes o máquinas no son tan costosos, o donde los equipos son periféricos y no tienen relación con la línea de producción.

En este tipo de casos donde el paro de la máquina no afecta para nada la productividad de la línea de producción, un paro supone un costo mucho inferior a la inversión necesaria para implementar otro tipo de mantenimiento más sofisticado y complejo.

Esto nos indica que incluso que en esas compañías donde existen equipos de tecnología de punta y complejidad en su principio de funcionamiento, existen

equipos periféricos en los cuales se pueden poner en práctica este tipo de planes.

Este tipo de mantenimiento no requiere ningún tipo de planificación ni de sistematización de las actividades de mantenimiento, en el mejor de los casos se puede planear unas actividades básicas como la lubricación. Sin embargo adoptar esta metodología de mantenimiento es asumir con los siguientes inconvenientes:

- los paros son generalmente en momentos imprevistos, lo que puede generar trastornos en la producción, que pueden ser solo unos minutos perdidos por reposición de un repuesto, hasta la parada de la producción total hasta que se repare la maquina o llegue el repuesto

- Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.

- Las averías son siempre en mayor o menor medida inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo del previsto, ya sea por ausencia del personal necesario para su reparación, o ya sea por la falta del repuesto.

- Por ser fallos inesperados, podría traer consigo un incidente, o en el peor de los casos un accidente, poniendo en riesgo la integridad del personal de la planta (Félix Casereo, 1998).

### **5.1.2. Mantenimiento preventivo**

El objetivo de cualquier plan de mantenimiento es mantener los equipos en buen estado, y asegurar la disponibilidad de los mismos para obtener un rendimiento óptimo sobre la inversión total, ya sea de los sistemas de producción como los equipos y los recursos humanos.

El mantenimiento preventivo fue creado o diseñado para este fin, ya que este pretende evitar la reparación de equipos implementando rutinas de mantenimiento las cuales se basan en reparación o sustitución de piezas de desgaste.

En este tipo de procedimientos se procede al desmontaje de la maquina total o parcial, con el fin de revisar el estado de sus componentes internos y reemplazarlos oportunamente antes de que ocurra algún fallo. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en otras inspecciones o se determina el tiempo de su futuro cambio, el éxito de este tipo de mantenimiento depende exclusivamente de la buena selección del periodo de ejecución de las actividades; un periodo demasiado largo supone un fallo imprevisto, y un periodo

demasiado corto puede generar un gasto innecesario al desmontar y comprar repuestos que aún se encuentran en buen estado.

El grave inconveniente que comprende este tipo de mantenimientos está en el coste del mantenimiento. El desmontaje de un equipo que no lo necesita supone un alto costo de mantenimiento, por lo tanto el tiempo se define casi siempre después de un estudio de actividades correctivas lo cual nos indica muy acertadamente cuando hay que cambiar una pieza de la máquina.

Un mantenimiento preventivo también es aquel que sin hacer un desmontaje del equipo se ocupa de hacer las tareas rutinarias que conservan el buen estado del equipo, como la lubricación, e inspección de fugas entre otros, sin embargo suele llamarse mantenimiento rutinario (Félix Casereo, 1998).

### **5.1.3. Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo o también llamado mantenimiento según estado, surge gracias a la necesidad de reducir costo en mantenimientos correctivos y preventivos. La idea básica de este tipo de mantenimiento se basa en la filosofía de que el mantenimiento parte del conocimiento del estado del equipo. De esta manera se reemplazan los componentes solo cuando esto es necesario, suprimiendo las paradas de inspección innecesarias, y por otro lado evitar las averías imprevistas mediante la detección de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución (Félix Casereo, 1998).

La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en:

- la existencia de parámetros funcionales del estado del equipo.
- la vigilancia continua de los equipos.

La mayoría de los componentes de los quipos nos avisan su estado de funcionamiento mediante señales antes de que algún fallo ocurra. Por lo tanto con un buen seguimiento de este tipo de señales se puede evitar un fallo prematuro de la máquina y así tomando acciones correctivas o planeando la futura actividad de mantenimiento (Félix Casereo, 1998).

Este tipo de técnicas de inspección de estado de los componentes de los equipos se conocen como técnicas de verificación mecánica.

Entre las ventajas más importantes que reporta este tipo de mantenimiento están:

- Detectar e identificar precozmente los defectos que pudieran aparecer, sin necesidad de parar y desmontar la máquina
- Observar aquellos defectos que sólo se manifiestan sobre la máquina en funcionamiento.
- Seguir la evolución del defecto hasta que se estime que es peligroso.
- Programar la parada, para la corrección del defecto detectado, haciéndola coincidir con un tiempo muerto o una parada rutinaria del proceso de producción.
- Programar el suministro de repuestos y la mano de obra.
- Reducir el tiempo de reparación, ya que previamente se ha identificado el origen de la avería y los elementos afectados por la misma.
- Aislar las causas de los posibles fallos repetitivos, y procurar su erradicación,
- Proporcionar criterios para una selección satisfactoria de las mejores condiciones de operación de la máquina.
- Aumentar la seguridad de funcionamiento de la máquina, y en general de toda la instalación.

Sin embargo una cosa es la que se predica, y otra es la que se practica. Primero que todo no existe un parámetro ni siquiera una combinación de varios que pueda definir el estado de un equipo iniciando de forma inmediata estos chequeos.

En segundo lugar no es viable la monitorización continua de los equipos, porque esto también representa un costo al mantenimiento además de descuido de actividades de mantenimiento por el solo hecho de estar pendiente de parámetros funcionales.

Como consecuencia de las limitaciones anteriores pueden presentarse los siguientes inconvenientes:

- Que el defecto se produzca en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.
- Que un defecto no sea detectado con la medición y análisis de los parámetros Inducidos en el
- Que, aun siendo detectado un defecto, éste no sea diagnosticado correctamente o sea toda su gravedad.

- Que, habiéndose realizado un diagnóstico correcto, no sea posible programar la parada de la máquina en el momento oportuno, y sea preciso asumir el riesgo de fallo.

#### **5.1.4. Mantenimiento productivo total**

También es denominado total productive maintenance (TPM.) surge y se desarrolla en Japón con un enfoque más orientado en la producción y rendimiento de línea, lo cierto es que su definición se ha ido alterando con respecto a la original hasta llegar al punto que no hay definición fijada exactamente para este mantenimiento, tampoco existe una designación precisa para sus siglas, sin embargo se intenta recoger y aplicar las tendencias más actuales a lo que respecta la planeación participativa integral de todas las tareas de mantenimiento, el control de todos los índices asociados al funcionamiento de los equipos y al conjunto de las instalaciones .

Los objetivos se van desglosando en tareas concretas hasta llegar al operador y las actuaciones específicas sobre cada máquina.

El TPM intenta abarcar una visión más amplia del mantenimiento, que recoja todos los resultados de los aspectos que indican de alguna manera la eficiencia de la línea (Félix Casereo, 1998).

#### **5.2. CMMS**

Los CMMS son sistemas de gestión del mantenimiento que fueron diseñados para facilitar las actividades del mantenimiento, y agilizar las mismas.

Los sistemas que usamos hoy en día para la administración del mantenimiento vienen de dos grupos. Cada uno de estos tienen sus pros y sus contras que se les debe prestar un poco de atención. Toda empresa que decida implementar un plan de mantenimiento preventivo debería tener en cuenta este tipo de sistemas de gestión, lastimosamente no todas lo hacen haciendo caer su plan de mantenimiento inmediatamente.

Ahora el mantenimiento no solo va enfocado al estado de las máquinas, ahora tienes otros puntos de atención como: enfoque a la seguridad y el medio ambiente, altos niveles de disponibilidad del equipo, calidad en el producto final, efectividad de costos, etc.

Los CMMS evolucionaron llegando a los sistemas maintenance repair and overhaul (MRO) donde todavía se enfocaban en los CCMS pero se incluyeron funcionalidades avanzadas como la programación avanzada, gestión avanzada

de inventarios y funciones especializadas de mantenimiento como manejo de paradas de equipos

Por ultimo llegan los sistemas Enterprise asset management (EAM) que son los sistemas sucesores de los CMMS y los MRO que incluyen las funciones de los anteriores mencionados. Este sistema sigue teniendo inclinación hacia el mantenimiento pero llegando a ser más enfocado a la gestión a nivel corporativo, es decir al enfoque a la planeación de requerimientos. También incluyen funcionalidades avanzadas como:

- Gestión del mantenimiento extenso

- administración avanzada de repuestos usando logaritmos y cálculos diseñado para la rotación de repuestos (Héctor Christensen , Dario Maruzzi, 2000).

### **5.2.1 Reducción de paros imprevistos**

El desperfecto de una pieza en un equipo por falta de mantenimiento puede ocasionar fallas que paralizen la producción por horas o incluso generando pérdidas en el producto final.

El cambio de mantenimiento de emergencia a mantenimiento preventivo por cmms permite prever las fallas antes de que ocurran eliminando hasta un 75 % este problema.

La constancia en el mantenimiento incrementa de manera significativa la vida de un equipo o sus componentes, donde la mayoría de las fallas importantes o críticas en un equipo inician por el desgaste de un componente insignificante de la máquina, al dirigir puntualmente la atención a estos puntos se evitan altos costos en mantenimiento por falta de inspecciones.

## 6. METODOLOGÍA

Se realizó un inventario de los equipos y maquinaria en la compañía H & E Drinks de Colombia S.A.S. La información obtenida se introdujo en hojas del programa Excel. Se definió para cada equipo la siguiente información: "Nombre común, Nombre técnico, Abreviación, Componentes, Referencia, Cantidad.". Al os equipos más robustos se les realizo un despiece con el fin de identificar sus partes. En la tabla 1 se puede ver el encabezado de la información introducida.

Tabla 1. Formato listado de maquinas

Nombre común	Nombre técnico	Abreviación	Componentes	Referencia	Cantidad
--------------	----------------	-------------	-------------	------------	----------

Los equipos se discriminaron por familia, modelo y ubicación, su principio de funcionamiento, ubicación para su atención y un modelo para poderlos referenciar en el caso de necesitarlo. Esta información se introdujo en una tabla en Excel, cuyo encabezado se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Formato modelos y ubicación

Familia	Modelo	Ubicación
---------	--------	-----------

Para elaborar el listado de actividades de mantenimiento según experiencia, se revisaron los historiales de paros de las máquinas. El encabezado de este formato se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Formato actividades mantenimiento 1

Maquinas	Actividad	Frecuencia
----------	-----------	------------

### Selección de software de mantenimiento

Para escoger el software de mantenimiento adecuado ajustado a las necesidades de la compañía, se estudiaron varias propuestas con el fin de satisfacer los requerimientos principales de la compañía. El software debía satisfacer los siguientes requerimientos: gestión de las actividades de mantenimiento, la creación

de órdenes tanto de trabajo como de compra y realizar el inventario de repuestos en almacén.

Se solicitó la cotización en tres compañías diferentes, IDEA SOLUCIONES, SAP, MP. A las empresas se les indicaron las necesidades de la compañía y presupuesto disponible para su adquisición.

Los equipos fueron evaluados por su eficiencia en línea, representada en botellas por hora, representando así, menos botellas, más tiempo improductivo o paro de máquina como se muestra en la tabla control de procesos 2015 (Imagen 4).

Posterior a esto, para calificar la eficiencia de cada una de las máquinas en planta, se le adicionan minutos inactivos, los cuales suelen estar acompañados en tabla (Imagen 5) por un comentario justificando este tiempo dando así respuesta inmediata aplicando mantenimiento correctivo.

Imagen 4. Control de procesos 2015

Y	TURNO	FORMATO ML	VELOCIDAD BOT/HORA	BOT X MIN	MINUTOS X REFERENCIA	SABORES	N/BOT	N/LITROS	TIEMPO IMPROD	TIEMPO REAL	% EFICIENCIA
04-may	2	250	14000	233	480	UVA	37.824	9.456	318	0	34%
04-may	3	250	14000	233	480	PIÑA NARANJA	63.654	15.914	207	0	57%
05-may	1	250	14000	233	480	LIMON	23.662	5.916			21%
05-may	1	3150	3000	50	480	LIMON	5.800	18.270	364	0	24%
05-may	2	3150	3000	50	480	LIMON	14.680	46.242	186	0	61%
05-may	3	3150	3000	50	480	MANZANA	21.000	66.150	60	0	88%
06-may	1	3150	3000	50	480	MANZANA	21.000	66.150	60	0	88%
06-may	2	3150	3000	50	480	MANZANA	19.072	60.077	99	0	79%
06-may	3	3150	3000	50	480	COLA	19.100	60.165	98	0	80%
07-may	1	3150	3000	50	480			0	480	0	0%
07-may	2	3150	3000	50	480	COLA	16.680	52.542	146	0	70%
07-may	3	3150	3000	50	480	UVA	15.330	48.290	173	0	64%
08-may	1	3150	3000	50	480	COLOMBIA	11.907	37.507	242	0	50%

Imagen 5. Tiempo improductivo por máquina

SALA MAQUINAS	SOPLADORA 1	SOPLADORA 2	LLENADORA	ETIK/DORA	ENF/DORA	PALE/DORA	CAMBIO FTO	CAMBIO PRODUCTO	CIP 3P	CIP 5P	CIP 7P	SERV GENERALES
	65		88						60			20
90	16		44	20	15				60			
	91		39	49	12	28						
	10		35	64	60	10			60			12
9			48	156	12							
17	26		9	58	37	29						11
	45		25	42					60			10
10	48		17	6	8							98
17							90		60			
			31	18	35			18	60			
		75		52								
	76											

Al determinar cuáles eran los paros más representativos en la semana, se procedió a hacer un plan de mantenimiento correctivo para ejecutar el fin de semana, además de esto se comenzó a alimentar la base de datos del software de mantenimiento con estas tareas, que por experiencia se debe saber la frecuencia de dicha actividad.

El sistema avanzado de mantenimiento moderno (SAMM), es una herramienta muy útil no solo para el mantenimiento, sino también para tener registrado cada uno de los activos de una compañía, hacer órdenes de compra, tener registrado a los proveedores, y así tener controlado todo en un solo lugar.

Para poder implementar la herramienta de gestión de mantenimiento SAMM, es necesario primero registrar las familias mediante un formato (Imagen 6), es decir, la familia de compresores en la cual entrarían lo que son compresores de alta presión, baja, y refrigeración, en el caso de H & E Drinks de Colombia.

Imagen 6. Familias SAMM



The screenshot displays the SAMM system interface with three tabs: "Info Basica", "Fallas Configuradas", and "Resumen Catalogo". The "Info Basica" tab is active. On the left, there is a placeholder image and a form with labels "FAMILIA:" and "FAMILIA CODIGO:". The main area contains a search section titled "Modo BUSCAR" with a magnifying glass icon. Below this, there are three input fields: "Familia", "FamiliaCodigo", and "Familia", each with a search icon. A blue "Aceptar" button is located at the bottom right of the search area.

Cada equipo tiene su fabricante o marca, la cual debe estar registrado en el sistema, para así además de tener una base de datos completa, se facilite el pedido de repuesto por medio de órdenes de compra; el fabricante se crea llenando un sencillo formulario (Imagen 7) como cada uno de los ítems que se mencionaran a lo largo del proyecto

Imagen 7. Marcas



En la imagen 8 se muestra el formato para describir los activos que se encuentran en la compañía con su respectivo modelo, serial, hoja de vida de máquina, entre otros aspectos que resultan ser importantes a la hora de describir un equipo; en esta parte del proyecto se hace mucho más fácil la recolección de datos, porque los datos antes suministrados al software se introducen automáticamente

Imagen 8. Modelos de equipo



En la imagen 9 se muestra un pantallazo del software listo para asignar planes de mantenimientos a cada una de sus máquinas. Un buen mantenimiento preventivo se basa en la experiencia del operario de la máquina, conocimiento del fabricante y conocimiento teórico del mismo, así que si se tienen todos estos puntos presentes

a la hora de asignar las actividades de mantenimiento tal cual se muestra en la imagen 10, se puede asegurar que habrá un buen plan de mantenimiento.

Imagen 9. Temparios equipos

Imagen 10. Detalles de temparios

	Codigo	Subtipo Catalogo	Cant Estandar	Cant Tropicalizada	Orden
<b>Mecanico</b>					
<b>Actividades</b>					
Verificación flujo de aceite visor recuperacion	Apcda-04	Actividades	1	0	0
inspecciones fugas de aire	Apcda-11	Actividades	1	0	0
Verificar nivel de aceite	Apcda-12	Actividades	1	0	0
Verifique temperatura de aceite	Apcda-13	Actividades	1	0	0
Verifique fugas de aceite	Apcda-09	Actividades	1	0	0
Verifique funcion de separacion	Apcda-22	Actividades	1	0	0

El software luego de tener los temparios listos, está en capacidad de crear un calendario anual (Imagen 11) de las actividades a realizar a cada equipo en planta. Esta actividad depende del personal de mantenimiento, el cual debe estar revisando este cronograma. Así mismo, el software arrojará órdenes de trabajo (Imagen 12) para cada tempario. Estas órdenes de trabajo deben ser autorizadas por el personal encargado. Posteriormente, estas órdenes son entregadas al personal técnico, el cual realizar dichas actividades y una vez realizadas cerrarlas. Luego de esta actividad se concluye el plan de mantenimiento.

Imagen 11. Pantallazo del cronograma proporcionado por el software

<b>lunes 16</b> <b>Visitas: 1</b>	<b>martes 17</b> <b>Visitas: 4</b>	<b>miércoles 18</b> <b>Visitas: 0</b>
<p>Contrato mantenimiento etiquetadora                      Kronos - CMEK-01                      Etiquetadora                      Bohmerwaldstr                      K-745d87-001                      ClI 98 Sur #48-270                      3666280                      0                      HYE                      La Estrella                      La Estrella                      10368</p> <p><b>Tempario semana etiquetadora                      Kronos</b></p>	<p>Contrato mantenimiento compresor de baja VD90-1 - CMADBVD90-1                      Compresor baja 1                      VD90-13E-P                      101066CV                      ClI 98 Sur #48-270                      3666280                      0                      HYE                      La Estrella                      La Estrella                      10368</p> <p><b>crequear semanal conexiones electricas                      Tempario semanal compresor de baja</b></p>	
	<p>Contrato mantenimiento compresor de baja VD90-1 - CMADBVD90-1                      Compresor baja 3                      VD90-13E-P                      101066CVP                      ClI 98 Sur #48-270                      3666280                      0                      HYE                      La Estrella                      La Estrella                      10368</p> <p><b>crequear semanal conexiones electricas                      Tempario semanal compresor de baja</b></p>	

Imagen 12. Orden de trabajo generado por el software



**ORDEN DE TRABAJO**  
**OTC - 86**

Version 1  
FC-001

<b>S. EXTERNO:</b> X	<b>F. OT:</b> 08/05/2015 04:39:00 p.m.	<b>SOL No:</b> _____	<b>CTTO No:</b> 50 - 0
<b>S. TALLER:</b>	<b>F. SOL:</b> 01/01/1900 12:00:00 a.m.	<b>Prioridad:</b> Media	<b>SERVICIO:</b> Preventivo
<b>CLIENTE:</b>	HYE Drinks De Colombia	<b>SUCURSAL:</b>	La Estrella
<b>DIRECCION:</b>	calle 98 sur N 48 270	<b>CIUDAD:</b>	La Estrella
<b>TELEFONO:</b>	3666280	<b>FAX:</b>	
<b>CONTACTO:</b>		<b>CARGO:</b>	
		<b>SOLICITANTE:</b>	
		<b>CEL CONTACTO:</b>	3666280
<b>EQUIPO:</b>	Etiquetadora	<b>MARCA:</b>	Krones
<b>MODELO:</b>	Bohmerwaldstr	<b>SERIAL:</b>	K-745d87-001
<b>UBICACION:</b>	Cll 98 Sur #48-270		

**CARATERÍSTICAS GENERALES**

**VARIABLES DE MEDICIÓN**

**MOTIVO DEL SERVICIO**

Tempario mensual etiquetadora Krones

**DIAGNÓSTICO INICIAL**

**TECNICOS ASIGNADOS**

**NOTAS OT**

**TRABAJOS REALIZADOS**

**RECOMENDACIONES**

**ENCUESTA**

Check list

Como le parece SAMM?

Excelente

PLANEACION DE OT				
	Descripcion	Cnt.	Ejec	
	Tempario mensual etiquetadora Kronos			
	Mecanico			
	Actividades			
	Revisar tornillo sin fin y sincronismo	1	0,00	
	limpirza agregados	1	0,00	
	revison fugas sistema neumatico	1	0,00	
	revisar tensiones de correas	1	0,00	
	revisar estado de lijas	1	0,00	
	revisar taponamientos de grasa	1	0,00	
7	Rodamientos 6005 2rs	1	0,00	
8	Mandril de fijacion 16/390	1	0,00	
9	Mandril de fijacion 16/250	1	0,00	
10	Mandril de fijacion 16/160	1	0,00	
		10	0,00	

Desplazamiento	Trabajos	Encargado cliente
H. INICIO		
H.FIN:		
FECHA:		
NOMBRE:		
FIRMA		FIRMA
		NOMBRE

Finalmente en la imagen 13 se muestra la orden de compra generada por el software, la cual debe ser autorizada por el personal encargado.

Imagen 13. Orden de compra

		<b>ORDEN DE COMPRA</b> <b>OC - 14</b>		Version 1 FC-007			
<b>Datos Comprador:</b>							
Nombre:	HYE Drinks De Colombia	NIT:	900347966-4.	Fecha:	31/07/2015		
Direccion:	calle 98 sur N 48 270	Telefono:	3666280	Fax:			
<b>Datos Proveedor:</b>							
Nombre:	Adicomp	NIT:	02696790241	Telefono:	(39)0444573979		
Direccion:	36050 sovizzo italia	Ciudad:	ITALIA	Fax:			
Contacto:		Lugar de entrega:	Cll 98 Sur #48-270	Fecha de Entrega:	31/07/2015 03:00:00 p.m.		
Forma Pago:	Contado						
<b>Asunto:</b>							
<b>Detalle Documento</b>							
	Descripcion	Referencia	unidad	destino	Cnt.	Vlr/Unit.	Total
1	aceite bio G	000000015	Litro		57	\$ 20	\$ 1.140
2	Filtro separador	4010.0035	Unidad		3	\$ 948	\$ 1.706
3	Filtro aceite	4020.0014	Unidad		1	\$ 637	\$ 382
4	Aceite ADI L4	6500.0011	Litro		200	\$ 9	\$ 1.800
5	Visor anti retorno	3505.007	Unidad		4	\$ 42	\$ 101
6	Visor tanque separador	20	Unidad		2	\$ 22	\$ 26
						DESCUENTO:	\$ 1.477
						SUBTOTAL:	\$ 5.156
						IVA:	\$ 0
						<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 5.156</b>
Observaciones							

## 7. RESULTADOS.

Se diligencio la información requerida para el ingreso de los equipos y partes al software. Los equipos inventariados e ingresados en los formatos realizados en Excel fueron los siguientes: Llenadora, etiquetadora, enfardadora, sopladora, paletizadora.

Por política de la compañía H & E Drinks de Colombia, esta información es de uso exclusivo para la misma y no puede ser divulgada en su totalidad; los empleados que laboran en esta empresa han firmado un contrato de confidencialidad, el cual los obliga a tener absoluta reserva con los temas tratados en la compañía.

En la Imagen 14 se muestra un ejemplo de la información diligenciada para la llenadora. Las otras máquinas fueron diligenciadas de la misma forma.

Imagen 14. Llenadora y partes.

**LLENADORA**      **ETIQUETADORA**      **ENFARDADORA**      **SOPLADORA**      **PALETIZADORA**

VER IMAGEN

Nombre Comun	Nombre técnico	Abreviación	Componentes	Referencia	Cantidad
LISTA DE GRUPOS	BASE		TUERCA M36 -INOX	934525417	1
			BASE ART5043ADA M36 169-63411	920503035	1
	CONECTOR TORNILLO OJO		CONECTOR	650994910	1
			JUNTA 3150 70 SH	931505066	1
			ARANDELA	2730012510	1
			TORNILLO TE M10X40-5739-8,8	934001286	1
	SOPORTE CENTRAL		UNION DERECHA M 6-1/8	953103005	2
			TUBO DE COBRE 6/4	953601010	2
			TORNILLO TE M12X55-5737-8,8	934002334	12
			PIERNA	6502714710	3
			ARANDELA D 12-6952 R 40	934050017	12
			TUERCA M 12 5587	934025187	12

Los equipos de la línea de producción fueron ingresados en orden del proceso, es decir desde que ingresa el producto hasta su salida. En la imagen 15 se muestra un pantallazo de la familia, modelo y ubicación de cada una de las máquinas que conforman la línea de producción

Imagen 15. Tabla de equipos y ubicación

Familia	Modelo	ubicación
COMPRESORES	COMPRESOR VD 90 1	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	COMPRESOR VD 90 2	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	COMPRESOR SB 80 1	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	COMPRESOR SB80 2	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	COMPRESOR AMONIACO VILTER	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	COMPRESOR AMONIACO MYCOM	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	SECADOR ROTORCOMP	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	SECADOR KAYSER	CUARTO DE MAQUINAS
COMPRESORES	CATALIZADOR ROTORCOMP	CUARTO DE MAQUINAS
SOPLADORAS	SOPLADORA TECNOPET 6000 1	SEGUNDO PISO
SOPLADORAS	SOPLADORA TECNOPET 6000 2	SEGUNDO PISO
LLENADORAS	LLENADORA CORTELALLAZI 80 70 10	CUARTO DE EMBOTELLADO
ETIQUETADORAS	ETIQUETADORA KRONES CONTIROLL	SALON
ENFARDADORAS	ENFARDADORA STAR DIMAC 45	SALON
PALETIZADORAS	PALETIZADORA KHS	SALON

Las actividades de mantenimiento fueron generalizadas y se agruparon con el fin de reducir el número de actividades. También se tuvieron en cuenta las recomendaciones del fabricante. En la imagen 16 se observa un pantallazo de uno de los listados de actividades, se recuerda que la información suministrada es general, la información detallada es confidencial.

Imagen 16. Listado de actividades

MAQUINA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
COMPRESOR VD 90	LIMPIAR RADIADOR EXTERNO	3 MESES
	LIMPIAR MOTOR	3 MESES
	REEMPLAZAR PREFILTRO	3 MESES
	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE	3 MESES
	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE	3 MESES
	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR	6 MESES
	REEMPLAZAR ACEITE ADI L4	6 MESES
	REEMPLAZAR KIT VALVULA DE ASPIRACION	6 MESES
	REEMPLAZAR CHEQUE VISOR DE ACEITE	1 AÑO
	REEMPLAZAR KIT DE PRESION MINIMA	1 AÑO
	REEMPLAZAR VALVULA TERMOSTATICA	1 AÑO
	REEMPLAZAR JUNTA MOTOR UNIDAD DE COMPRESION	2 AÑOS
	REEMPLAZAR RETENEDOR	2 AÑOS
	REEMPLAZAR UNIDAD DE COMPRESION	2 AÑOS
	REEMPLAZAR ELECTROVALVULA	2 AÑOS
	CAMBIAR RODAMIENTOS	4 AÑOS
	CAMBIAR MANOMETRO	4 AÑOS
SOPORTE CENTRAL	4 AÑOS	

### Software de mantenimiento

El software que se escogió para este proyecto fue el sistema avanzado de mantenimiento moderno (SAMM) de la compañía idea soluciones. Este software se adaptó a las necesidades de la empresa, además de eso es la única empresa que

tiene servicio local en Medellín, ya que SAP es de Norteamérica, y MP es nacional pero presenta inconvenientes a la hora de brindar información, otro punto a favor es el presupuesto.

Las capacitaciones fueron realizadas por la compañía idea soluciones a 3 personas de H & E Drinks de Colombia, el inicio de capacitaciones fue en el mes de septiembre de 2014 y finalizó en diciembre de 2014; los empleados que recibieron la capacitación fueron los encargados de divulgar la información a todo el personal involucrado en las actividades de mantenimiento.

Las capacitaciones finalizaron el mes de diciembre y posteriormente se socializo con los supervisores y jefes de mantenimiento, encargados de administrar el mantenimiento de la planta.

El proyecto exigía proporcionarle a un software de mantenimiento una cantidad de datos que pueden ser redundantes en muchos de los casos, pero al avanzar cada vez más en el proceso de implementación se ve que mucha de esa información antes considerada redundante era necesaria y facilitadora del proceso de registro. Se determinaron las familias de equipos con proceso de funcionamiento similares. Por ejemplo, compresor de alta y baja son dos máquinas distintas pero pertenecen a la misma familia debido que su principio de funcionamiento o finalidad es comprimir aire.

Registrar las marcas o fabricantes de equipos fue una tarea sencilla, ya que en una línea de producción hay pocas máquinas y estas se generalizaron por grupos de equipos; las marcas o fabricantes de maquinaria no proporcionan mayor importancia en el proyecto. En la imagen 17 se muestran las familias de equipos ingresadas al software.

Imagen 17. Listado de familias.

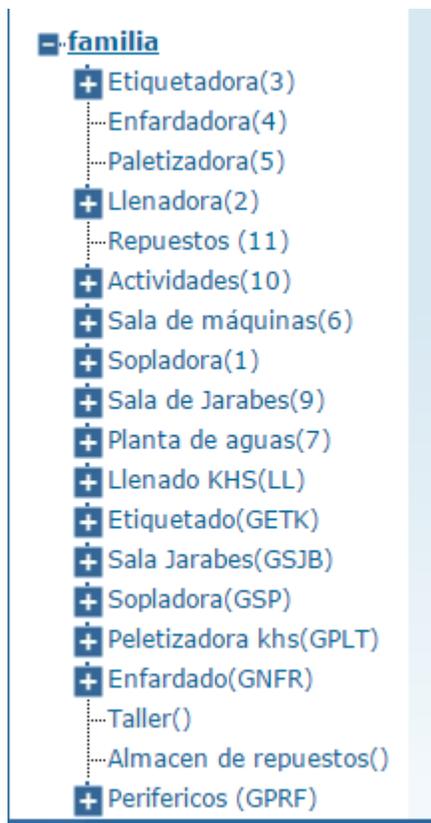


Imagen 18. Listado de modelos

Fecha Modificacion	Fecha Creacion	Modelo	Codigo	Codigo Alterno	Precio Venta	Subtipo Catalogo	Familia
11/05/2015 12:59	11/05/2015 12:59	Ferreteria	frt		\$ 0	Herramientas	Taller
07/05/2015 11:01	07/05/2015 11:02	Wurth	hta		\$ 0	Herramientas	Taller
29/04/2015 15:42	29/04/2015 15:21	MS 45	K536-106		\$ 30.000	Equipos (Modelos de equipos).	Mixer Krones
27/04/2015 11:31	27/04/2015 11:31	SV (540) 15	G- COR		\$ 0	Componente	Llenado KHS
20/03/2015 11:24	20/03/2015 11:24	TF 251	6-6		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Secador
10/03/2015 09:24	10/09/2014 09:05	Integrale vega 40-70-10	2		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Llenadora
10/03/2015 09:03	07/11/2014 09:08	OFC-KIT 0160	OFC		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Chiller
10/03/2015 09:02	10/10/2014 12:17	Euro "PK" 10 Heads	2-5		\$ 0	Componente	Coronador
10/03/2015 09:02	01/09/2014 08:46	SB80-30-W-CD	6-2-1		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Compresor de Alta
10/03/2015 09:02	01/09/2014 08:57	GC A 055	6-2-2		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Compresor de Alta
10/03/2015 09:01	01/09/2014 08:54	DR210/AC	6-4		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Secador
10/03/2015 09:01	01/09/2014 08:55	ETC/S/10/7	6-5		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Catalizador
10/03/2015 09:01	01/09/2014 08:52	N6WBHE-BB	6-3-2		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Compresor de Amoniaco
10/03/2015 09:01	17/10/2014 11:43	Tecnopet 6000	1		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Sopladora
10/03/2015 09:01	01/09/2014 08:49	VD45-13D-P	6-1-45		\$ 0	Equipos (Modelos de equipos).	Compresor de Baja

Definición de las actividades de mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento o temparios las programa el software teniendo en cuenta la hoja de vida de los equipos o los paros de las máquinas registrados. Sin embargo, para los temparios de las máquinas que no contaban con suficiente

información se realizó una búsqueda con el fin de obtener los manuales o información relevante para realizar el programa de mantenimiento.

El calendario anual de mantenimiento para cada familia de máquinas es creado por software, proponiendo fechas tentativas para la realización de las actividades que corresponden a cada uno de los equipos. En la imagen 11 se mostró un pantallazo de esta actividad. Una de las falencias identificada en el software es que este no tiene alertas para avisar al operario o en su defecto al usuario del sistema que hay una actividad pendiente por realizar, lo que obliga a realizar la revisión periódica del calendario, con el fin de generar una orden de trabajo. Sin embargo, esto no represento un obstáculo para el buen funcionamiento del programa de mantenimiento. En la imagen 19 se muestra una imagen del calendario anual programado por el software.

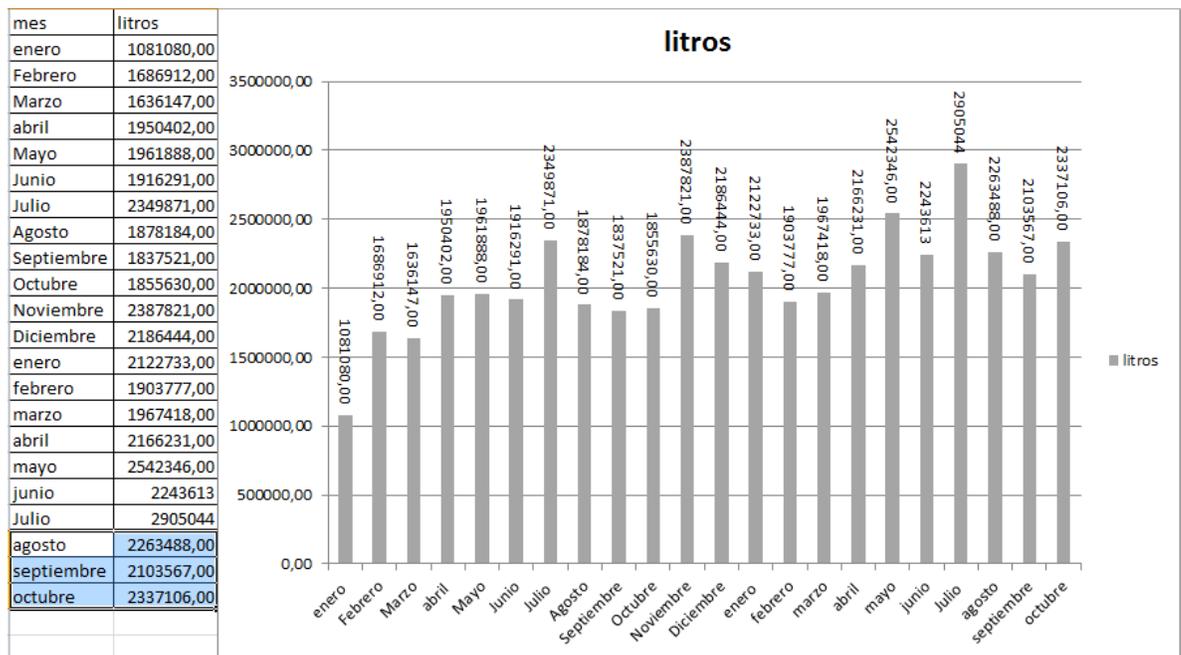
Imagen 19. Calendario anual mantenimiento

The image displays a software-generated maintenance calendar for four months: November 2015, December 2015, January 2016, and February 2016. Each month is presented in a grid format with days of the week (l, m, m, j, v, s, d) and dates. Specific dates are highlighted in yellow and orange, indicating scheduled maintenance activities. For example, in November 2015, dates 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, and 30 are highlighted. In December 2015, dates 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, and 31 are highlighted. In January 2016, dates 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, and 31 are highlighted. In February 2016, dates 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, and 29 are highlighted.

## Disminución de tiempos improductivos

Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo asistido por software, se logró una disminución en los tiempos improductivos por paros de las máquinas. Esta disminución representó mayor producción representada en litros por mes. En la Figura 20 se muestra el histórico de litros producidos por mes antes y después de implementar el plan de mantenimiento.

Figura 20. Litros producidos.



El incremento en la producción no fue inmediato, pero si hay un crecimiento de litros al mes, hasta llegar a un punto de equilibrio que es por encima de los 2´000.000 de litros mensuales, que se empieza a notar después del mes de octubre del 2014 fecha la cual se da puesta en marcha al plan de mantenimiento.

## **8. CONCLUSIONES**

Se implementó un plan de mantenimiento asistido por software en la empresa H & E Drinks de Colombia S.A.S. Este plan permitió incrementar la producción en un 96.35% comparado con los meses de enero antes y después de la implementación. Los otros meses presentaron un comportamiento similar.

Con el desarrollo de este proyecto se pudieron verificar las ventajas de implementar mantenimientos preventivos con respecto a los correctivos. El mantenimiento no debe verse como un gasto sino como una inversión.

## 9. RECOMENDACIONES

Una buena gestión del mantenimiento es muy importante para todas las empresas ya que es una base para mantener la calidad una compañía que hoy por hoy es parte fundamental para mantener una empresa posicionada en la industria. También permite una administración adecuada de los activos de la empresa y así mantener un orden y una disciplina en el trabajo.

Algunas empresas que no cuentan con recursos para implementar un plan de mantenimiento arriesgan el nombre de su empresa y la calidad de su producto utilizando herramientas de gestión obsoletas que no cumplen con los objetivos del mantenimiento, y por falta de conocimiento de este tipo de planes no capacitan a sus empleados para que así sean ellos mismos lo que revisen los equipos y gestionen las actividades de mantenimiento.

Sería bueno que la institución universitaria Pascual Bravo en el pensum de ingeniería mecánica se tenga mucho más presente el área de la gestión del mantenimiento, ya que como ingenieros mecánicos somos nosotros los encargados de manejar un equipo de trabajo y optimizar procesos en la industria.

## REFERENCIAS.

-De León, F.C (1998) *Tecnología del mantenimiento industrial* .Murcia España: Editum

-MP Mantenimiento productivo. (2014). *MP beneficios al implementar el MP*. Recuperado desde [http://www.mpsoftware.com.mx/software\\_mantenimiento/mp\\_beneficios.html](http://www.mpsoftware.com.mx/software_mantenimiento/mp_beneficios.html)

-IDEA Soluciones S.A.S. (2013) *Guía del sistema SAMM web* Recuperado desde <http://www.idaesoluciones.com/pages/modulos.aspx>

- Mather, D. (2002) *La evolución de sistemas para mantenimiento* Recuperado desde [http://www.mantenimientoplanificado.com/articulos\\_software\\_mantenimiento\\_archivos/EVOLUCION%20DE%20SISTEMAS%20PARA%20MANTENIMIENTO.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/articulos_software_mantenimiento_archivos/EVOLUCION%20DE%20SISTEMAS%20PARA%20MANTENIMIENTO.pdf)

-Christensen, C., Maruzzi, D. (2000) *Consideraciones sobre CMMS. Mantenimiento mundial.* Recuperado desde <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/articulos/2consideraciones.asp>