

**DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADA EN
CONFIABILIDAD RCM - MSG3, PARA LA MAQUINA LLENADORA - HKS
DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPIIS 55-120 SERIE 296, Y
ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8" DE LA LÍNEA 2 DEL SALÓN
DE ENVASE DE LA CERVECERÍA BAVARIA S.A. UBICADA EN
BUCARAMANGA**

EVER GONZÁLEZ ROBLES

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA
2009**

**DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADA EN
CONFIABILIDAD RCM - MSG3, PARA LA MAQUINA LLENADORA - HKS
DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPIIS 55-120 SERIE 296, Y
ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8" DE LA LÍNEA 2 DEL SALÓN
DE ENVASE DE LA CERVECERÍA BAVARIA S.A. UBICADA EN
BUCARAMANGA**

EVER GONZÁLEZ ROBLES

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero Mecánico**

**Director:
ROSSVAN JOHAN PLATA VILLAMIZAR
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA
2009**

Nota de aceptación:

El documento presentado fue calificado y aprobado por los jurados y por el comité académico, bajo las normas vigentes de la universidad.

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, 16 de Febrero de 2009

DEDICATORIA

DIOS permite que cada uno de nuestros sueños se realicen en el momento preciso, nos da apoyo y coloca personas que siempre desean el bien para nosotros “padres, familiares y amigos” además nos brinda herramientas para luchar y salir adelante es por eso que dedico este libro a DIOS, también a mis padres y hermanas quienes día a día me apoyaron, a mis amigos con los que estuve en este proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al ingeniero Rossvan Johan Plata Villamizar y al ingeniero Carlos Leonel Mora Estupiñán, quienes con su experiencia y conocimiento en mantenimiento me orientaron y ayudaron a superar todos y cada uno de los obstáculos que se presentaron durante la ejecución de este proyecto.

Agradezco al grupo SABMILLER, en especial al director de la Cervecería de Bucaramanga el Dr. Jaime Eugenio Gutiérrez, quien me dio la oportunidad de realizar este proyecto en el área de mantenimiento del salón de envase y ser parte de una compañía tan importante.

Agradezco a todo el personal involucrado en el mantenimiento de los equipos del salón de envase de la Cervecería de Bucaramanga Bavaria S.A. ya que ellos aportaron su conocimiento y experiencia durante el análisis de los equipos bajo la metodología RCM – MSG3.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
2. MAQUINAS	4
2.1 LLENADORA.....	4
2.2 PASTEURIZADORA.....	5
2.3 ETIQUETADORA	5
3. SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	7
4. ESTABLECIMIENTO DE FRONTERAS.....	9
5. DEFINICIÓN DE FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS.....	12
5.1 CONTEXTO OPERACIONAL LLENADORA DE BOTTELLAS KHS DELTA 77/20	12
5.2 CONTEXTO OPERACIONAL PASTEURIZADORA - KHSPIIS 55-120 SERIE 296.....	13
5.3 CONTEXTO OPERACIONAL ETIQUETADORA TOP MATIC 56/9/8	14
6. PARTICIÓN DE EQUIPOS.....	15
7. ANÁLISIS CAUSA, EFECTO Y CRITICIDAD.....	17
7.1 MODOS DE FALLA Y ANÁLISIS CAUSA – EFECTO.....	17
7.2 ANALISIS EFECTOS Y CRITICIDAD.....	17
8. DEFINICIÓN DE MODELO DE MANTENIMIENTO	19

9. CAMBIOS Ó MEJORA DE EQUIPOS	21
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS.....	25

LISTA DE CUADRO

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación por criticidad ABC	8
Cuadro 2. Partición del equipo.....	16
Cuadro 3. Causa, efecto y criticidad del equipo.....	18
Cuadro 4. Lista de tareas del equipo	20
Cuadro 5. Brechas del equipo	22

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama general llenadora.....	4
Figura 2. Diagrama general pasteurizadora.....	5
Figura 3. Diagrama general etiquetadora	5
Figura 4. Tiempos perdidos por equipo	7
Figura 5. Entradas y salidas - llenadora.....	9
Figura 6. Entradas y salidas - pasteurizadora.....	10
Figura 7. Entradas y salidas – etiquetadora.....	11

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cuadro de probabilidad vs consecuencia.....	26
Anexo B. Cuadro de probabilidad vs consecuencia	26

GLOSARIO

BASTIDOR: estructura de un transportador.

BOTÓN DISTANCIADOR: elemento plástico encargado de separar las platinas del emparrillado de la pasteurizadora.

CAJA ANGULAR: caja de piñones cónicos de alta velocidad.

CALDERÍN: deposito de forma anular que contiene el producto a envasar

CARRETAS: elemento ubicado en el eje conducido de un sistema de transmisión por cadena table top.

CILINDRO DE ENGOMADO: es el encargado de llevar dosificado el pegante a los relieves de engomado

CIRCLIP: este accesorio es utilizado para asegurar piezas o rodamientos en sistemas de giro.

COLUMNA: elemento cilíndrico sobre el cual descansa todo el conjunto de un equipo.

CONJUNTO DE AGREGADO: es la parte encargada de soportar ciertos accesorios para el etiquetado, está conformado por una leva, segmentos giratorios, eje poligonal, rodamientos, relieves de engomado y soportes de etiqueta.

CORONADORES: pistones que efectúan el tapado de la botella.

CUCHILLA RASPADORA: es la encargada de adelgazar la película de goma en el rodillo engomador evitando a su vez desperdicios y dando una buena presentación en el aseo de la máquina.

DISCO SELECTOR: elemento que alinea la tapa

ESTRELLA: elemento que traslada la botella entre la entrada y la salida de los equipos.

ESTRELLA DE BLOQUEO: elemento que permite o interrumpe la entrada de la botella a la maquina.

JUNTA: elemento de sello entre dos partes metálicas

MOLINO DE TAPA: mecanismo que permite el paso de la tapa entre la tolva de almacenamiento y el canal de tapas.

PEINE: elemento encargado de soportar las platinas del emparrillado del primer y segundo piso de la pasteurizadora.

PLATILLO: elemento de acero ubicado en la parte superior del cilindro elevador, el cual recibe la botella manteniéndola sujeta al conjunto de centrado de la llenadora.

PUNTES DE TRANSFERENCIA: elementos de acero que permiten que la botella se deslice fácilmente cuando es transportada por las estrellas y cuando es entregada de una estrella a otra.

REDUCTOR: caja de piñones que transmite el movimiento reduciendo la velocidad.

SISTEMA HDE: sistema de inyección de agua a presión, que se utiliza para desalojar el oxígeno de la botella, provocando rebose de espuma.

SISTEMA CIP: sistema de limpieza de la maquina envasadora y las tuberías de alimentación de producto.

VALVOLETA: elemento que posiciona la aguja de la válvula a su paso por el abridor o cerrador de válvulas

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADA EN CONFIABILIDAD RCM - MSG3, PARA LA MAQUINA LLENADORA - HKS DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPIS 55-120 SERIE 296, Y ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8" DE LA LINEA 2 DEL SALON DE ENVASE DE LA CERVECERIA BAVARIA S.A. UBICADA EN BUCARAMANGA

AUTOR: EVER GONZALEZ ROBLES

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR(A): ROSSVAN JOHAN PLATA VILLAMIZAR

RESUMEN

La idea del mantenimiento en Bavaria S.A. está cambiando debido a un aumento de mecanización, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y la responsabilidad de la misma. El mantenimiento en Bavaria S.A. está reaccionando ante nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia en aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se optimizan. Existe una filosofía que provee justamente un esquema de trabajo, llamada RCM (Mantenimiento centrado en confiabilidad), esta pretende encontrar un marco de trabajo estratégico que simplifique los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar el mejor mantenimiento para lograr aumentar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos que sean analizados bajo esta metodología.

PALABRAS CLAVES: disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad, RCM, aumento

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TITLE: DESIGN OF THE STRATEGY OF MAINTENANCE BASED ON RELIABILITY RCM - MSG3, FOR THE FILLER- HKS DELTA 77/20, MACHINE, PATEURIZER - KHSPIS 55-120 SERIE 296, AND LABELER TOPMATIC K071-118 "56.9.8" OF THE LINE TWO OF THE LOUNGE OF PACKING OF THE BREWERY BAVARIA S.A. LOCATED IN BUCARAMANGA.

AUTHOR: EVER GONZALEZ ROBLES

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR(A): ROSSVAN JOHAN PLATA VILLAMIZAR

SUMMARY

RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE (RCM)

The idea of the maintenance in Bavaria S.A. is changing due to an increase of mechanization, major complexity of the machinery, new techniques of maintenance and a new approach of the organization and the responsibility of the same.

The maintenance in Bavaria S.A. is reacting before new expectations. These include a greater importance in aspects of security and the environment, an increasing knowledge of the existing connection between the maintenance and the quality of the product, and an increase of the exerted pressure to secure a high availability, maintainability and reliability of the machinery at the same time as they are optimized.

A philosophy exists that exactly provides a scheme with work, call RCM (Reliability Centered Maintenance), this tries to find a frame of strategic work that it simplifies the new advances in a coherent model, so that they can evaluate them rationally and apply the best maintenance to manage to increase the availability, maintainability and reliability of the equipment that is analyzed under this methodology.

KEY WORDS: Availability, mantenibilidad, confiabilidad, RCM, increase

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el mantenimiento ha tenido grandes cambios debido a la complejidad y variedad de activos físicos, por otra parte respondiendo a criterios de seguridad, operación, economía y cuidado del medio ambiente, es por esto que día a día los responsables del mantenimiento de edificaciones y plantas, adoptan las mejores estrategias con el único propósito de optimizar el mantenimiento de los equipos.

Frente a esta sucesión de grandes cambios, BAVARIA S.A. es otra de las compañías que decide adoptar técnicas con las cuales logre optimizar el mantenimiento que está realizando.

El fin de este proyecto es crear una estrategia de mantenimiento bajo la metodología RCM "Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad" para la máquina LLENADORA - HKS DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPIS 55-120 SERIE 296, Y ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8", equipos ubicados en el salón de envase de la cervecería de Bucaramanga BAVARIA S.A. Los equipos del salón de envase fueron los seleccionados para realizar la implementación de la metodología RCM-MSG3, una vez se obtenga resultado de este análisis se procederá a implementar esta metodología a los demás activos físicos de BAVARIA S.A.

Si el RCM es aplicado correctamente, se logra incrementar la confiabilidad de los equipos y a su vez transformar las relaciones entre los activos físicos y quienes los operan.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una estrategia de mantenimiento basada en confiabilidad de acuerdo a la metodología RCM - MSG3 para la maquina LLENADORA - HKS DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPiIS 55-120 SERIE 296, Y ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8" de la línea 2 del salón de envase de la cervecería BAVARIA S.A. Ubicada en Bucaramanga (Santander), con el fin de aumentar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de estos equipos.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar partición para las maquinas LLENADORA - HKS DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPiIS 55-120 SERIE 296, Y ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8". Por medio de catálogos de partes de los equipos, manuales de operación y con la ayuda del programa PM-SAP. Resultado: Partes de los equipos con sus números identificados en planos o códigos existentes. Indicador: Establecer fronteras para abordar los equipos e iniciar el estudio RCM – MSG3 de los equipos.

2. Identificar fallas funcionales para las maquinas LLENADORA - HKS DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPiIS 55-120 SERIE 296, Y ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8". Realizando salidas a campo en compañía del operador de cada uno de los equipos. Resultado: Listado de fallas ocasionadas en el funcionamiento normal de los equipos. Indicador: Incrementar confiabilidad de equipos, programando tareas de mantenimiento que aborden directamente estas fallas funcionales.

3. Desarrollar tareas estándar "SJ" para las maquinas LLENADORA - HKS DELTA 77/20, PASTEURIZADORA - KHSPiIS 55-120 SERIE 296, Y ETIQUETADORA TOPMATIC K071-118 "56.9.8". Consolidando ordenes de trabajo "OT", y tareas de mantenimiento Resultado: Tareas de mantenimiento de acuerdo a su oficio, mecánico, eléctrico, instrumentista, lubricador y operador. Indicador: Optimizar el mantenimiento logrando que cada una de las personas

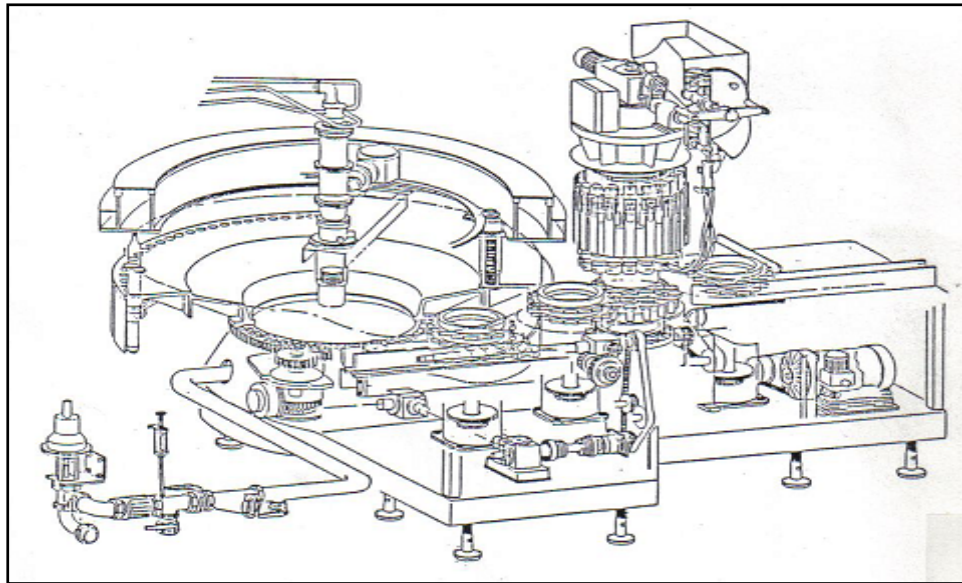
involucradas en los equipos afiancen sus conocimientos y mejoren sus técnicas de trabajo.

4. Definir técnicas de mantenimiento, para un periodo de un (1) año. Programándolo en el documento suavizado de acuerdo a la metodología RCM-MSG3, Resultado: Tareas de mantenimiento con su respectiva frecuencia y duración. Indicador: Optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo.

2. MAQUINAS

2.1 LLENADORA

Figura 1. Diagrama general llenadora



Fuente: Holstein und Kappert. Catalogo de partes llenadora

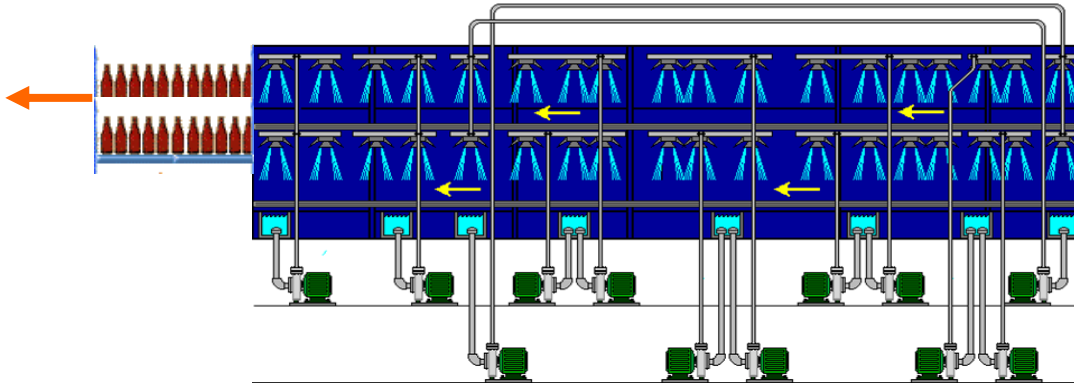
En la figura 1, se ilustra el diagrama general de la máquina llenadora, esta máquina llenadora es la encargada de envasar el producto proveniente de los tanques de contrapresión en la cava en un envase que puede ser de vidrio, metal o plástico.

La máquina llenadora debe garantizar:

- Un nivel de llenado correcto y constante. Esto es, tener un volumen específico de llenado, de acuerdo con el formato que se encuentre en producción.
- No desperdicios de cerveza (merma).
- Ninguna contaminación microbiológica del producto. Ser estable microbiológicamente.
- Un tapado que garantice la inocuidad de las características del producto.

2.2 PASTEURIZADORA

Figura 2. Diagrama general pasteurizadora

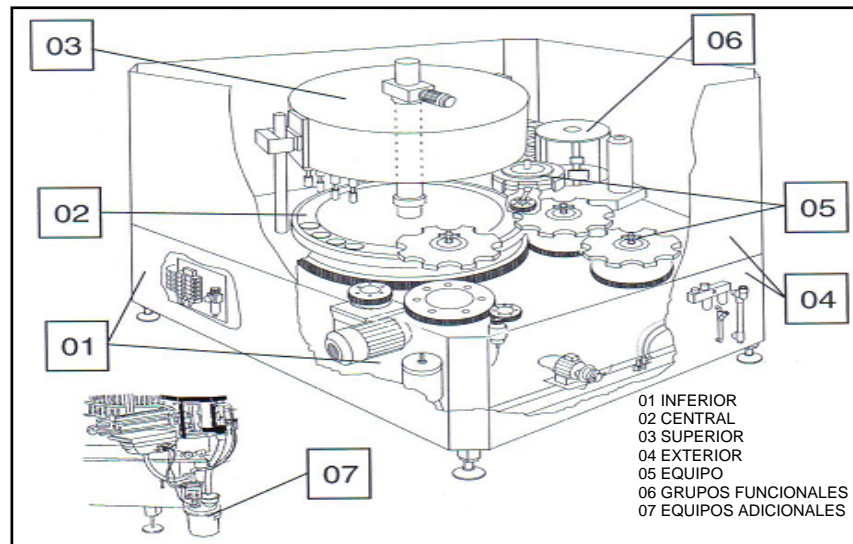


Fuente: Holstein und Kappert. Catalogo de partes pasteurizadora

En la figura 2 se ilustra el diagrama general de la maquina pasteurizadora, este proceso de pasteurización es el sometimiento de productos corruptibles, tales como la cerveza o Pony Malta, a un grado de calor suficiente para destruir la vida microbiana e inactivar las enzimas, con el fin de aumentar el periodo de conservación del producto, evitando su posible corrupción biológica.

2.3 ETIQUETADORA

Figura 3. Diagrama general etiquetadora



Fuente: KRONES. Catalogo de partes etiquetadora

En la figura 3 se ilustra el diagrama general de la maquina etiquetadora, La finalidad de esta máquina es la de colocar la etiqueta distintiva de la marca para la identificación y presentación del producto envasado. En algunos casos, como en la Poker, Pilsen y Águila, además de la etiqueta de cuerpo se coloca una etiqueta de cuello y otra al respaldo.

La presentación de un producto es tan importante como la calidad de este. Cuando un producto sale al mercado su presentación es muy influyente en la aceptación que este tendrá por parte de los consumidores. Esta es la razón por la cual se le debe dar bastante importancia al etiquetado de nuestros productos.

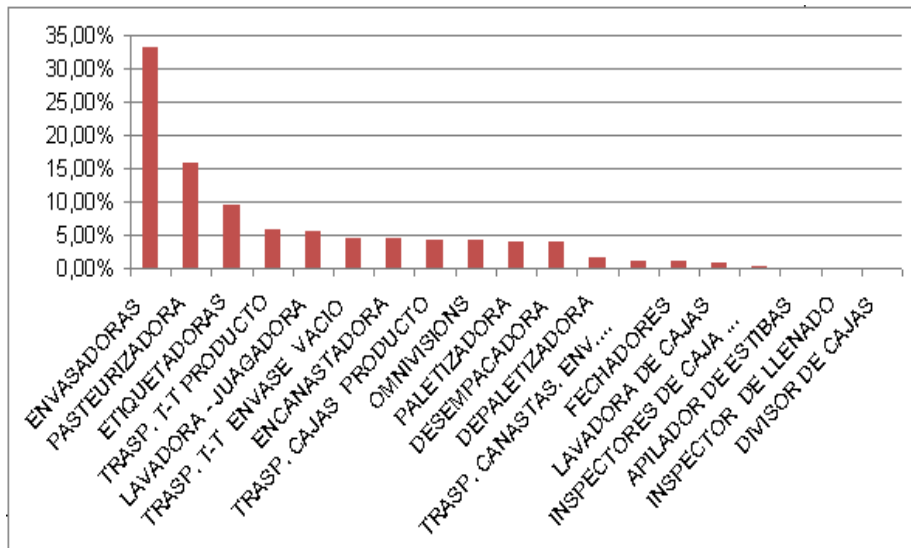
3. SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para seleccionar los equipos que serán analizados bajo los principios del RCM-MSG3, se parte del análisis por criticidad ABC, hecho por la cervecera de Bucaramanga BAVARIA S.A. como se indica en el cuadro 1, Este análisis establece ciertas condiciones de análisis basadas en matrices de criticidad en los sistemas tales como: calidad, seguridad, medio ambiente, mantenibilidad y tiempos perdidos por equipo como se indica en la figura 4.

Una vez que se ha realizado el estudio de criticada de los equipo se inicia el análisis de los equipos bajo la metodología RCM-MSG3 con la capacitación a todo el personal involucrado en el mantenimiento y operación de las maquinas del salón de envase, tomando como referencia el libro Maintenance Steering Group 3 (MSG3), el grupo de trabajo esta conformado por las siguientes personas: mecánico, eléctrico, instrumentista, planeador de mantenimiento, operador y el facilitador.

Adicionalmente se entrega el material de trabajo, plantillas donde se decide la partición de los equipos, causa-efecto, lista de tareas y lista de brechas, también diagramas de probabilidad Vs consecuencia y diagrama de decisiones.

Figura 4. Tiempos perdidos por equipo



Fuente: Bavaria S.A.

Cuadro 1. Clasificación por criticidad ABC

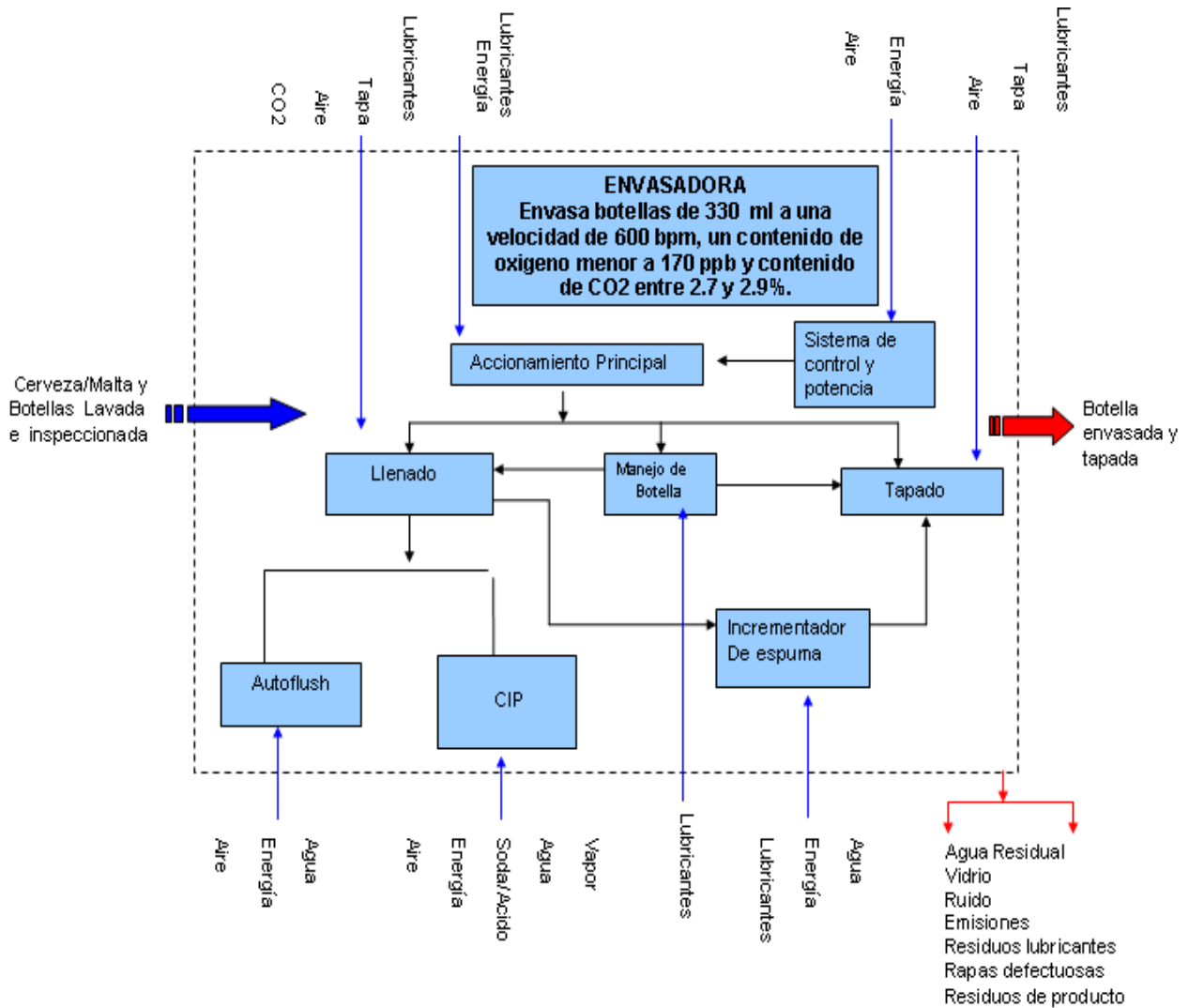
MAQUINA	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	CALIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	ENTREGA	FRECUENCIA	MANTENIBILIDAD	CLASE
ENVASADORAS	B	A	A	B	A	A	A
PASTERIZADORA	B	A	A	B	B	B	A
ETIQUETADORAS	B	A	A	A	A	A	A
TRASP. T-T PRODUCTO	C	C	A	A	A	A	A
LAVADORA - JUAGADORA	B	A	A	B	B	A	A
TRASP. T-T ENVASE VACIO	C	C	A	B	A	B	B
ENCANASTADORA	B	B	A	B	B	B	C
TRASP. CAJAS PRODUCTO	C	C	A	A	B	B	B
OMNIVISIONS	B	A	A	B	B	B	A
PALETIZADORA	B	C	A	A	B	B	B
DESEMPACADORA	C	C	A	A	B	B	B
DEPALETIZADORA	C	C	A	A	C	C	C
TRASP. CANASTAS ENV.VACIO	C	C	A	C	C	C	C
FECHADORES	C	A	A	B	C	C	A
LAVADORA DE CAJAS	C	B	A	C	C	C	C
INSPECTORES DE CAJA LLENA	C	B	A	C	C	C	C
INSPECTOR DE LLENADO	A	B	A	B	C	C	A

Fuente: Bavaria S.A.

4. ESTABLECIMIENTO DE FRONTERAS

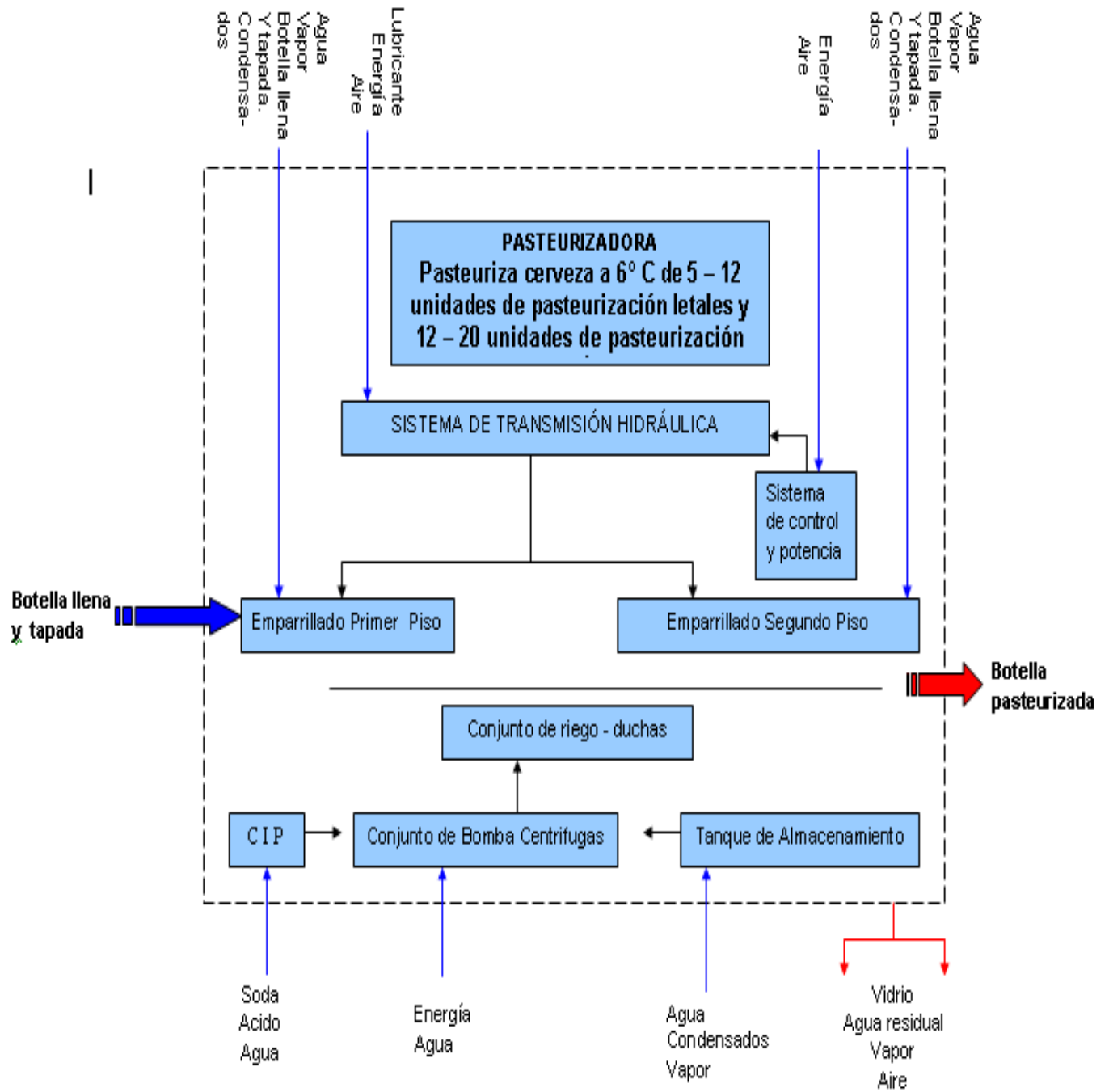
El objetivo de establecer las fronteras, es limitar el contexto operacional de la maquina a analizar y determinar sus variables de **ENTRADAS Y SALIDAS** como se indica en la figura 5 para el caso de la llenadora, en la figura 6 el caso de la pasteurizadora y la figura 7 para el caso de la etiquetadora (Ejemplo: suministros como agua, vapor, CO₂, aire etc.). El establecimiento de fronteras se realizo de acuerdo a la producción y operación de los equipos.

Figura 5. Entradas y salidas - llenadora



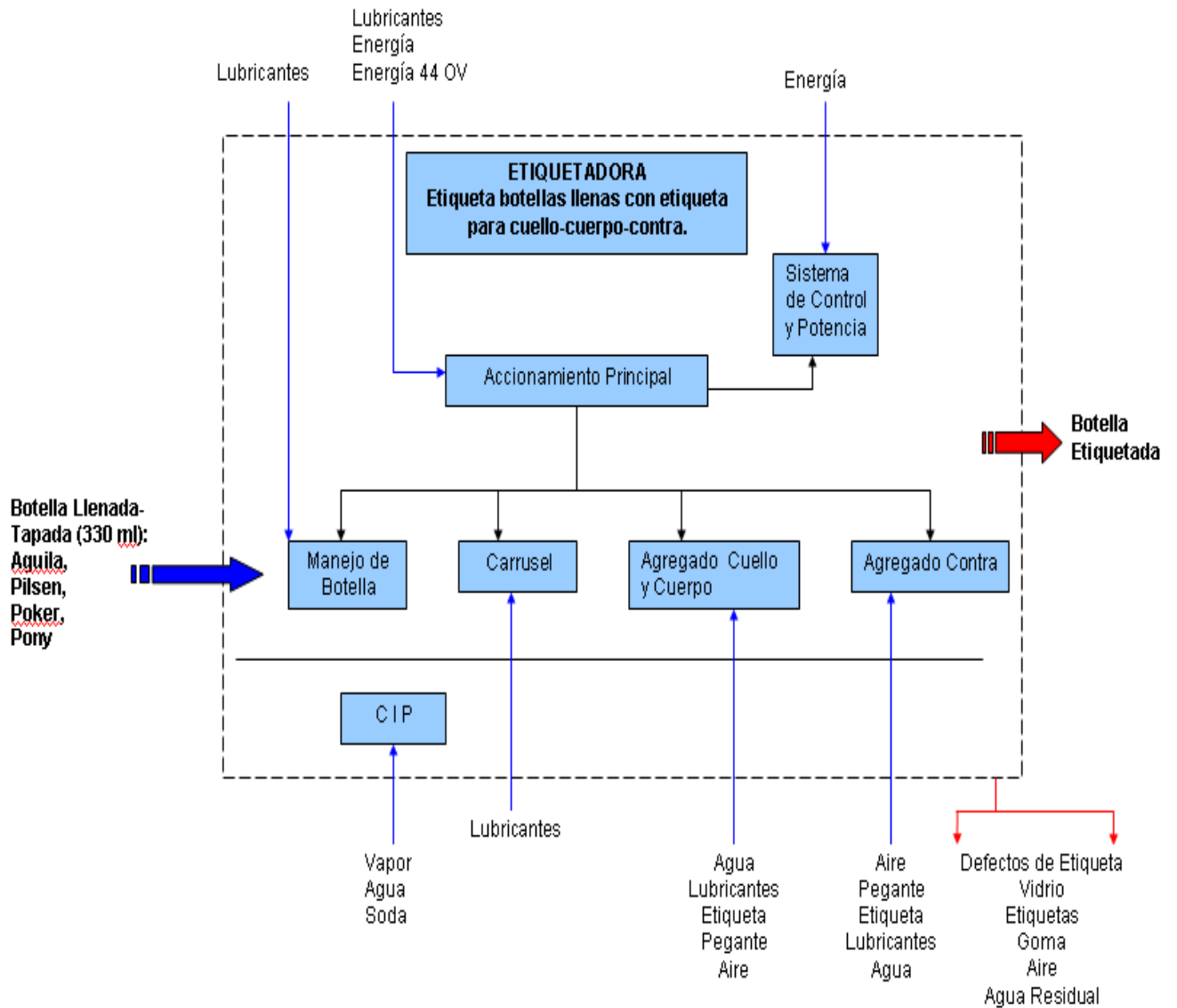
Fuente: Ever González Robles

Figura 6. Entradas y salidas - pasteurizadora



Fuente: Ever González Robles

Figura 7. Entradas y salidas – etiquetadora



Fuente: Ever González Robles

5. DEFINICIÓN DE FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS

El propósito de definir funciones de un equipo y dar sus características es abordar todo lo que el dueño del equipo desea hacer con él, además comprender lo que el equipo puede ofrecer bajo su criterio de diseño, comprendiendo las acciones principales del equipo (ejemplo: una envasadora. función es envasar a 330 ml).

Para realizar la definición y características de las maquinas se realizan salidas a campo en compañía de los operadores de las maquinas, comprendiendo su funcionamiento y realizando toma de datos de cada uno de sus parámetros de operación.

5.1 CONTEXTO OPERACIONAL LLENADORA DE BOTELLAS KHS DELTA 77/20

La cervecería de Bucaramanga BAVARIA S.A., cuenta con un salón de envase que esta conformado de dos líneas, la línea 1 para envasar en formato de 225 ml y la línea 2 en formato de 330 ml.

La línea 2 opera con 2 llenadoras en paralelo, cada una con capacidad de 36000 Bot/H para una capacidad total de 72000 Bot/H.

La llenadora está conformada por 77 válvulas de llenado y 20 pistones tapadores, se envasa en formato 330 ml, (+ ò -) 5ml, para las marcas Pony Malta, Águila, Pilsen y Póker.

Se opera de lunes a sábado, 24 horas diarias distribuidas en tres turnos, al final de la semana se contemplan 8 horas para el aseo y 8 horas para la ejecución del respectivo mantenimiento.

Se inicia producción los lunes a las cero horas, con marca Pilsen, luego se hace el cambio para formato de Águila y se finaliza con la marca que requiera el área de producción, en el cambio de marca entre cervezas se hace un enjuague con agua.

Las condiciones de arranque, operación y aseo de la llenadora de botellas HK. **ENTRADAS Y SALIDAS.** Como se muestra en la figura 5.

Suministro de vapor a 60Psi, 2m³/hl “metro cúbico / hectolitro” de agua potable con un límite operacional de presión 60Psi, 15Kg/hl “kilogramo / hectolitro” de CO₂ a una presión mínima de 40Psi, presión mínima de aire de 40Psi y cerveza a una temperatura máxima de 2° C, contenido de oxígeno total menor de 170 PPB “partes por billón” y contenido de CO₂ entre 2.7 y 2.9%.

5.2 CONTEXTO OPERACIONAL PASTEURIZADORA - KHSPIIS 55-120 SERIE 296

La cervecería de Bucaramanga BAVARIA S.A., cuenta con un salón de envase que esta conformado de dos líneas, la línea 1 para envasar en formato de 225 ml y la línea 2 en formato de 330 ml.

La línea 2 tiene una capacidad nominal de 72000 botellas hora y cuenta con una pasteurizadora marca HKS. Esta pasteurizadora está conformada por los siguientes componentes: un mecanismo de movimiento tipo pasó peregrino que es accionado a través de pistones hidráulicos a 900 PSI, dos pistones para el movimiento de elevación y dos para el movimiento de arrastre, estos accionan el mecanismo total que a su vez accionan el levantamiento y retroceso de las parillas móviles de los dos pisos de la maquina, cuenta también con 11 tanques reservorios de agua necesaria para los procesos de “precalentamiento – calentamiento – supercalentamiento – pasteurización – primer enfriamiento – segundo enfriamiento – enfriamiento” y un conjunto de bombas que distribuyen el agua para las duchas de esta manera se cumple el ciclo del proceso de Pasteurización llevando el producto de cerveza a temperaturas de 60° C en las cuales se alcanza 5 – 12 unidades de pasteurización letales y 12 – 20 unidades de pasteurización totales, ó para el proceso de Pasteurización de Pony Malta se utiliza únicamente el tiempo de 15 Minutos a una temperatura de 70° C.

La operación se realiza de lunes a sábado, 24 horas diarias, al final de la semana se contemplan 8 horas para el aseo y 8 horas para la ejecución del respectivo mantenimiento.

El tiempo que dura una botella en recorrer desde la entrada hasta la salida de la maquina pasteurizadora es de aproximadamente 60 minutos.

Las condiciones de arranque, operación y aseo de la Pasteurizadora KHS. **ENTRADAS Y SALIDAS.** Como se muestra en la figura 6. Se proporciona vapor a 60 PSI. Aire a 60 PSI, soda para sanitizaciones al 2-4 %.

5.3 CONTEXTO OPERACIONAL ETIQUETADORA TOP MATIC 56/9/8

La cervecería de Bucaramanga BAVARIA S.A., cuenta con un salón de envase que esta conformado de dos líneas, la línea 1 para envasar en formato de 225 ml y la línea 2 en formato de 330 ml.

La línea 2 opera con 2 etiquetadoras en paralelo cada una con capacidad de 36000 Bot/H para una capacidad total de 72000 Bot/H.

La etiquetadora es utilizada para etiquetar en formato 330 ml, los tipos de etiqueta utilizados son de cuello envolvente o collarín, etiqueta de cuerpo y otra etiqueta opuesta al cuerpo, el collarín se utiliza para formato de Águila 330 ml, Pilsen 330 ml, Póker 330 ml y para Pony Malta 330 ml, cuello envolvente.

La etiquetadora está compuesta de dos agregados para colocar la etiqueta de cuerpo, cuello y la etiqueta opuesta al cuerpo, un carrusel conformado por 56 platillos giratorios y 56 pistones centradores, además un sistema de alizamiento “cepillos”, 8 relieves de encolado y 9 segmentos en los cilindros de transferencia que se encargan de transportar la etiqueta hacia la botella.

Se opera de lunes a sábado, 24 horas diarias distribuidas en tres turnos, al final de la semana se contemplan 8 horas para el aseo y 8 horas para la ejecución de la ventana del día de mantenimiento.

Las condiciones de arranque, operación y aseo de la Etiquetadora TOP MATIC 56/9/8. **ENTRADAS Y SALIDAS.** Como se muestra en la figura 7.

Suministro de aire a 80 PSI, agua caliente y chorros de agua a bajas presiones 35psi, **pegante “PEGATEX CASCOL 85 ó 140” y etiqueta. “SOUCHE ó STORA”.**



6. PARTICIÓN DE EQUIPOS

La partición es la forma lógica de poder abordar el equipo como tal, para iniciar el análisis de RCM-MSG3, además es otra manera de establecer más fronteras, para facilitar el análisis. En esta sesión se nombran las partes del equipo, lo más detallado posible, también se establece vínculos con los componente del equipo con sus números identificados en planos o códigos existente para efecto de compra y conocimiento del equipo.

Dicha partición es realizada en plantillas que fueron suministradas por la cervecería de Bucaramanga BAVARIA S.A. ver cuadro 2, los equipos se dividieron en los siguientes sistemas: mecánico, neumático, hidráulico, eléctrico y de control, suministros, lubricación, limpieza y seguridad, dentro de cada sistema se enumeran todos sus componentes, el equipo de trabajo realizó la partición de los equipos con la ayuda de catálogos de partes y de operación de las maquinas, llenadora, pasteurizadora y etiquetadora, libros del proceso de embotellado [1], con la ayuda del programa PM – SAP y con la orientación del facilitador.

El tiempo para crear la partición fue de una (1) semana de lunes a sábado con duración de ocho (8) horas diarias.

Cuadro 2. Partición del equipo

Bavaria S.A. Cervecería ----- BUCARAMANGA												
Línea: 2 Equipo: LLENADORA HKS DELTA 77/20 (3)												
												
No de Equipo en SAP: 1004351 Ubicación Técnica en SAP: BA02 Fecha: SEP-01-2008 Revisado por: ARLLOS L. MORA												
Item	Nivel 1 Partición (Ensamble)	Item	Nivel 2 Partición (Sub-Ensamble)	Item	Nivel 3 Partición (Componente)	Item	Nivel 4 Partición (sub-Componente)	Item	Nivel 5 Partición (sub-Componente)	Item	Nivel 6 Partición (sub-Componente)	
1.1	SISTEMA DE LLENADO	1.1.1	CONJUNTO DE CENTRADO (1085872)	1.1.1.1	ESTRUCTURA							
				1.1.1.2	TEFLON DE DESLIZAMIENTO (1194343)							
					1.1.1.3	SOPORTE DE TULIPA						
					1.1.1.4	VASTAGO (1188705)						
					1.1.1.5	RESORTE (1155673)						
					1.1.1.6	CHAVETA						
					1.1.1.7	ARANDELA						
					1.1.1.8	CONJUNTO TULIPA (1012951)						
							1.1.1.8.1	TULIPA INFERIOR (1012950)				
							1.1.1.8.2	TULIPA SUPERIOR (1011530)				
							1.1.1.8.3	EMPAQUE DE TULIPA (1011533)				
					1.1.1.9	GANCHO SUJETADOR						
			1.1.2	VALVULA DE LLEIADO (77)	1.1.2.1	CONJUNTO ACCIONADOR						
							1.1.2.1.1	PALANCA DE PRESION (1013054)				
							1.1.2.1.2	ANILLO EN "O" DE LA PALANCA (3) (1011499)				
							1.1.2.1.3	ARO DE PRESION (1011502)				
							1.1.2.1.4	CAJA CARCAZA (1013055)				
							1.1.2.1.5	ANILLO EN "O" DE LA CARCAZA (1011033)				
							1.1.2.1.6	TUERCA RAMURADA(1011490)				
						1.1.2.1.7	CASQUILLO (1013058)					
						1.1.2.1.8	RESORTE DE COMPRESION (1013402)					
						1.1.2.1.9	PIÑÓN - VALVOLETA (1011492)					
						1.1.2.1.10	DISCO DE FRENO (1013401)					
				1.1.2.2	VALVULA DE LIQUIDO	1.1.2.2.1	AGUJA (1013231)					
						1.1.2.2.2	O-RING DE LA AGUJA (1011479)					
						1.1.2.2.3	RESORTE DE AGUJA (1012000)					
						1.1.2.2.4	ARANDELA DE SUJECION (1013235)					
						1.1.2.2.5	GANCHO SUJETADOR (1012002)					
						1.1.2.2.6	CARCAZA SUPERIOR (1012237)					
						1.1.2.2.7	RESORTE DE VALVULA (1013236)					
						1.1.2.2.8	TUBO DE INSERCIÓN					
						1.1.2.2.9	RACOR (1013238)					
						1.1.2.2.10	EMPAQUE DE RACOR (1013215)					
						1.1.2.2.11	ANILLO DE RETENCIÓN (1013241)					
						1.1.2.2.12	GOMA OBTURADORA (1013242)					
						1.1.2.2.13	CAHASTILLA (1013239)					
						1.1.2.2.14	TUBO DE VENITEO (1011486)					
						1.1.2.2.15	RETEN DE PANTALLA (1011485)					
				1.1.2.3	CAJA DE VÁLVULA	1.1.2.3.1	CARCAZA (1012013)					
						1.1.2.3.2	O-RING GRANDE - CARCAZA (1013240)					
						1.1.2.3.3	O-RING PEQUEÑO - CARCAZA (1011482)					
						1.1.2.3.4	CONO DE LIQUIDO (1013243)					
						1.1.2.3.5	O-RING P/ CONO DE LIQUIDO (1011476)					
						1.1.2.3.6	TORNILLO AVELLANADO M3x6 (3)					
						1.1.2.3.7	CARCAZA P/ ALIVIO/VACIO (2) (1011466)					
						1.1.2.3.8	O-RING P/ CARCAZA ALIVIO/VACIO (4) (1011482)					
						1.1.2.3.9	BULON DE VACIO (1011469)					

Fuente: Bavaria S.A.

7. ANÁLISIS CAUSA, EFECTO Y CRITICIDAD

7.1 MODOS DE FALLA Y ANÁLISIS CAUSA – EFECTO

Para empezar a buscar estos modos de falla, tenemos que identificar y describir las funciones de los sistemas y luego se analiza cómo pueden fallar las funciones de los equipos seleccionados, “aplica lluvia de ideas”, como se muestra en el cuadro 3, se realiza modo de falla a los elementos analizados y ubicados en el último nivel de la partición, Existen modos de falla llamados CAUSAS, que ocurren cuando el equipo está realizando su función. Otros llamados EFECTOS que ocurren cuando existe una mala operación, poco mantenimiento, mala lubricación etc....


El tiempo para crear los modos de falla fue de tres (3) días a la semana de con duración de ocho (8) horas diarias.

7.2 ANÁLISIS EFECTOS Y CRITICIDAD

Una vez que se identifiquen cuales de los modos de falla son un EFECTO, se procede a analizar estos en la tabla de probabilidad Vs consecuencia, ver el anexo A, donde se debe especificar cuáles de estos EFECTOS se deben analizar y cuáles no, se analizan los efectos con probabilidad media y alta los bajos no son incluidos en el análisis, respecto a las CAUSAS todas serán analizadas, todas son fallas funcionales ver ejemplo en el cuadro 3.

El tiempo para crear los modos de falla fue de tres (3) días a la semana de con duración de ocho (8) horas diarias.

Cuadro 3. Causa, efecto y criticidad del equipo

Bavaria S.A. Cervecería BUCARAMANGA  Línea: 2 Equipo: ETIQUETADORA (3) TOPMATIC K071 - 118 "56.9.8"						
				No de Equipo en SAP: 1004355 Ubicación Técnica en SAP: BA02 Fecha: NOV-01-2008 Revisado por: CARLOS L. MORA		
<u>Item No.</u>	<u>Nombre de Partición</u>	<u>Modo de Falla</u>	<u>Causa</u>	<u>Efecto</u>	<u>Probabilidad Consecuencia</u>	<u>MSG III</u>
1.1.1.1	CADENA TABLE TOP RECTA 3-1/4 (1017418)	CADENA DESGASTADA	X		BAJA	SI
1.1.1.1	CADENA TABLE TOP RECTA 3-1/4 (1017418)	CADENA TORCIDA		X	BAJA	NO
1.1.1.1	CADENA TABLE TOP RECTA 3-1/4 (1017418)	CADENA ELONGADA	X		BAJA	SI
1.1.1.2	PIÑÓN TABLE TOP Z=25 , DIAM 40 (1017391)	PIÑÓN DESGASTADO		X	BAJA	NO
1.1.1.3	CARRETAS DE REENVIO PARA Z=25	CARRETAS DESGASTADAS	X		BAJA	SI
1.1.1.4	PERFILES EN J DE DESGASTE	PERFILES DESGASTADOS	X		BAJA	SI
1.1.1.4	PERFILES EN J DE DESGASTE	PERFILES DESUBICADOS		X	BAJA	NO
1.1.1.5	RODILLOS DE RETORNO	RODILLOS DESGASTADOS	X		BAJA	SI
1.1.2.1	ESTRELLA DE BLOQUEO - 7 ESTN - H=66MM	ESTRELLA DESGASTADA	X		BAJA	SI
1.1.2.1	ESTRELLA DE BLOQUEO - 7 ESTN - H=66MM	ESTRELLA ROTA (DIENTE)		X	BAJA	NO
1.1.2.1	ESTRELLA DE BLOQUEO - 7 ESTN - H=66MM	BUJES DESGASTADOS	X		MEDIA	SI
1.1.2.2	SOPORTE GUIA	SOPORTE ROTO		X	BAJA	NO
1.1.2.2	SOPORTE GUIA	SOPORTE TORCIDO		X	BAJA	NO
1.1.2.2	SOPORTE GUIA	SOPORTE DESALINEADO		X	BAJA	NO


Fuente: Bavaria S.A.

8. DEFINICIÓN DE MODELO DE MANTENIMIENTO

Habiendo identificado las fallas potenciales se procede a programar técnicas de mantenimiento para atacar estas fallas, la lista tareas se crea con la ayuda del diagrama de decisiones ver anexo B, esta diagrama de decisiones nos indica cual es la tarea más indicada a realizar cuando se tiene una falla en el equipo, las tareas son programadas en una plantilla a medida que se lee el diagrama de decisiones, en esta plantilla se describe el modo de falla y la tarea que e debe realizar, también su frecuencia, tiempo de duración, responsable y estado de la maquina. Ver ejemplo en el cuadro 4.

El tiempo para definir el modelo de mantenimiento fue de una (1) semana de lunes a sábado con duración de ocho (8) horas diarias.

Cuadro 4. Lista de tareas del equipo

 Bavaria S.A. Cervecería													BUCARAMANGA	
Efectos: ESE = Efecto Evidente de Seguridad, EPE = Efecto Evidente en la Producción, ENP = Efecto Evidente No-Producción, HSE = Efecto Oculto de Seguridad, HNS = Efecto Oculto No-Seguridad														
Linea: 2 Equipo: LLE														
Tasks: L/C = Lubricación/Limpieza O/I = Inspección Operativa I/F = Inspección Funcional RE = Restauración DS = Descarte RTF = Llevar a la Falla														
NUM. TAREAS	ITEM NO.	EQUIPO, ENSAMBLE O COMPONENTE	MODO DE FALLA	EFECTO	TAREA	DESCRIPCION DE LA TAREA	FREC.	DURACION TAREA (min.)	OFICIO	ESTADO DE LA MAQUINA	Lista de Tarea No.	Plan de Mant. en SAP		
1	1.1.1	CONJUNTO DE CENTRADO (1085872)	DESGASTE	EPE	RE	(DESMONTAR EL CONJUNTO CENTRADO) SE DESMONTA DEL 1 AL 77 Y POSTERIORMENTE SE MONTA EL CONJUNTO REPARADO	52 W	480	M2	P				
2	1.1.1.5	RESORTE	RESORTE PIERDE ELASTICIDAD	EPE	RTF	(MANTENER EN ALMACEN) SE DEBEN CONSERVAR EN EL ALMACEN ENTRE 100 - 200 RESOTES.								
3	1.1.1.8	CONJUNTO TULIPA (1012951)	TULIPA DESGASTADA, EMPAQUE DESGASTADO	EPE	O/I	(INSPECCIÓN ESTADO TULIPA) E DEBE VERIFICAR EL CORRECTO ESTADO DE LAS TULIPAS SUPERIOR E INFERIOR, ADEMAS LOS EMPAQUES DE TULIPA.	1 W	60	O	P				
4	1.1.2	VALVULA DE LLENADO (77)	PISTAS DESGASTADAS, ORING DESGASTADO, EMPAQUE DESGASTADO	EPE	O/I	(VERIFICAR ESTADO) SE DEBE VERIFICAR EL CORRECTO ESTADO DE LO ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA VALVULA DE LLENADO, EL CONJUNTO ACCIONADOR, LA VALVULA DE LIQUIDO Y LA CAJA DE VALVULAS, ESTA TAREA E REALIZA PARA LAS 77 VALVULAS.	13 W	480	M3	P				

Fuente: Bavaria S.A.

9. CAMBIOS Ó MEJORA DE EQUIPOS


El listado de cambios o mejoras que se obtuvo como resultado en el análisis RCM – MSG3, “llamado BRECHAS” es importante llevarlo a cabo en el menor tiempo posible ya que los técnicos especializados e ingenieros involucrados en el análisis lo deciden para lograr el funcionamiento en condiciones normales a fin de lograr incrementar la confiabilidad de sus equipos

Algunas de estas brechas fueron crear protocolos de arranque, aseo y limpieza, otros fueron eliminar fugas en las líneas de aire y eliminar fugas de aceite en los sistemas hidráulico. La plantilla describe el problema, la acción requerida y el responsable. Ver ejemplo en el cuadro 5.

El tiempo para analizar y describir los cambios o mejora en los equipos fue de una (1) semana de lunes a sábado con duración de ocho (8) horas diarias.

Cuadro 5. Brechas del equipo

Item No	Descripción Item	Acción Requerida	Responsable	Fecha Solución	Otra Información
	PLANO CIRCUITO NEUMATICO	LEVANTAMIENTO DE PLANOS	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	CODIGOS SAP DE PARTES	SOLICITAR A ABASTACIMIENTO	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	REQUERIMIENTO A BOGOTA
	PLANO DE PIEZAS	LEVANTAMIENTO DE PLANOS	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	NO EXISTEN SENSORES DE COMPUERTAS	INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	CONDUCTIVIMETRO PARA SERVICIOS Y PRODUCTO	INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	SENSOR ALTURA CORONADOR	INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	PRESOSTATO AIRE CILINDROS ELEVADORES	INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	DESPERDICIO DE AIRE	INSTALACION DE VIBRADOR	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	PLANOS DE SUMINISTROS	LEVANTAMIENTO DE PLANOS	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	SISTEMA DE LUBRICACION	TOMAMUESTRAS Y REUBICAR DE FORMA ADECUADA LOS	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	PISTAS DE ASEO	IMPLEMENTAR	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y ASEO	CONSEGUIR INTRUCTIVOS	FERNANDO BAEZ	OCT - 30 - 2008	
	TRATAMIENTO DE RETENES DE PANTALLA	REALIZAR EL TRATAMIENTO MICROBIOLÓGICO DE LOS RETENES Y EMPAQUE DE TULIPA PARA GARANTIZAR LA SANITIZACIÓN	OMAR HERRERA	OCT - 30 - 2008	
	CAMBIO DE LOS CILINDROS ELEVADORES	CAMBIO POR DESGASTE EXCESIVO DE PIEZAS	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	NO REEMPLAZAR PORTARRODILLOS QUE ESTAN NUEVOS
	MONTAJE DE CILINDROS ELEVADORES	FABRICAR MANGUITO CENTRADOR	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	ESTRELLA DE BLOQUE DE BOTELLAS	MONTAJE DE SOPORTE	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	EXTRACTOR DE POLEAS	ADQUIRIR UN EXTRACTOR DE POLEAS	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	ANALISIS DE ACEITE	ANALIZAR LA FORMA VIABLE PARA HACER ANALISIS DE ACEITES (CONTRATAR)	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	REDUCTORES	DE ACEITE (DESCARGA Y CARGA)	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	IDENTIFICACION CABLES	COLOCAR MARQUILLA(ETIQUETA) DE LOS SENSORES, CABLES EN EL CAMPO	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	INDICADOR DE MANOMETROS	COLOCAR INDICADORES PARA RANGOS DE OPERACIÓN PARA LOS MANOMETROS	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	INSTALACION DE MONOMETROS	REALIZAR UNA CORRECTA INSTALACION DE LOS MANOMETROS (COLA DE MARRANO)	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	PROCEDIMIENTO DE CONFIRMACION DE MANOMETROS	REALIZAR ETIQUETAS PARA INDICAR EL ESTADO METROLOGICO DEL EQUIPO (SEMAFARO)	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	MOTORES ELECTRICOS	IDENTIFICACION DE MOTORES, Y ANALIZAR LOS CRITICOS	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	MOTORES ELECTRICOS	CORROBORAR EL CORRECTO ALINEAMIENTO DE LOS MOTORES	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	ADQUISICION E INSTALACION DE UNIDADES DE MANTENIMIENTO PARA LOS SUMINISTROS	PEDRO ACEVEDO	OCT - 30 - 2008	
	ESCAPES DE CO2 EN ENVASADOR	INVESTIGAR SU CRITICIDAD EN CUANTO A LA SEGURIDAD DEL PERSONAL	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	SISTEMA DE LIMPIEZA	ANALIZAR LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	
	PROTOCOLO DE ARRANQUE	REALIZAR UN PROTOCOLO DE ARRANQUE DE EQUIPOS, INCLUYENDO LA VERIFICACION DE LOS PULSADORES DE OPERACIÓN Y EL SISTEMA DE SEGURIDAD	GRUPO PETS	OCT - 30 - 2008	

Bavaria S.A.
Cervecería


Línea: 2
Equipo: LLENADORA HKS DELTA 77/20 (3)

No de Equipo en SAP: 1004351
Ubicación Técnica en SAP: BA02
Fecha: SEP-01-2008
Revisado por: CARLOS L. MORA

Fuente: Bavaria S.A.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Al realizar la partición se crea un documento en el que se nombran cada uno de los elementos que componen la maquina con su respectivo código o numero identificado en planos, logrando una mayor facilidad en el momento de realizar compra de repuestos, además será una fuente confiable para quien este interesado en conocer cada una de las partes de la maquina.
- Con la creación del listado de fallas y habiendo identificado cuales de esa fallas son causa y cuales son efecto se crearon tareas de mantenimiento que apuntan a reducir o eliminar estas fallas, este listado de fallas también servirán como base de datos que facilitara la solución de un análisis causa raíz.
- Se optimiza el mantenimiento definiendo quien será el responsable de realizar el mantenimiento “mecánico, eléctrico, instrumentista y operador”, con la creación de tareas estándar será más fácil el mantenimiento a la hora de realizar una tarea.
- Al momento de definir las tareas de mantenimiento se logra optimizar la mantenibilidad de los equipos eliminando dudas referentes a la hora de realizar el mantenimiento y a su vez se incrementa la disponibilidad de lo equipos.
- Como resultado del estudio de RCM surge la necesidad de adquirir equipos para realizar mantenimiento predictivo. Algunos equipos son: alineador de ejes, analizador de vibraciones, cámara termográfica y análisis de aceite. Además la capacitación para el personal involucrado en el mantenimiento.
- Durante el análisis de RCM-MSG3 es muy importante que el equipo de trabajo este completo, con el propósito de evitar que el estudio del RCM-MSG3 se realice a criterio de dos o tres personas, también es recomendable que la creación de las tareas se realice por conjunto, con el fin de reducir órdenes de trabajo.
- Si RCM es aplicado correctamente se logra alcanzar en su totalidad el conocimiento de la maquina además identificar rápidamente que hacer cuando el equipo falle, logrando obtener una confiabilidad de los equipo por encima del 90%.

BIBLIOGRAFÍA

[1] BUITRAGO Jorge Alberto q.e.p.d., MARIN Montenegro Javier, PINEDA Alejandra, RODRIGUEZ Amanda. Fundamentos de embotellado: Cervecería de Bucaramanga, mayo 2008.

[2] Holstein und Kappert. Catalogo de partes llenadora

[3] ----- Catalogo de partes pasteurizadora

[4] KRONES. Catalogo de partes etiquetadora

[5] ----- Manual de operaciones etiquetadora

[6] MOUBRAY John. Reliability centred maintenance (RCM 2): Edición en español.

[7] MSG3 - Maintenance Steering Group 3 (MSG3): Aeronáutica Espacial de los Estados Unidos

ANEXOS

ANEXO A. CUADRO DE PROBABILIDAD VS CONSECUENCIA.

One Hour of Downtime = \$500			CONSEQUENCE		
RCM CAUSE AND EFFECT GUIDELINES			More than \$5,000 or more than 8 Hrs Down	More than \$1,000 or more than 1 Hr Down	Less than \$1,000 or less than 1 Hr Down
			3	2	1
PROBABILITY	More than once per Month	3	9 High	6 High	3 Med
	More than once per Quarter	2	6 High	4 Med	2 Low
	Less than once per year	1	3 Med	2 Low	1 Low

**All Effects with Safety, Environmental and/or Quality Consequences
will be assigned a number three (3) at a minimum**

ANEXO B. CUADRO DE PROBABILIDAD VS CONSECUENCIA

