



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL**

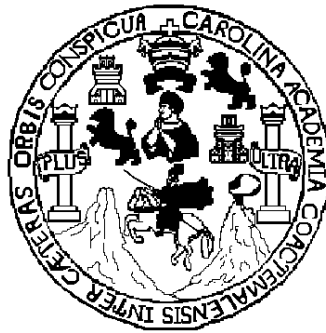
**IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO Y
OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA,
EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

KEVIN DAVID ZEA CASTAÑEDA

Asesorado por: Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León

Guatemala, octubre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO Y
OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA,
EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

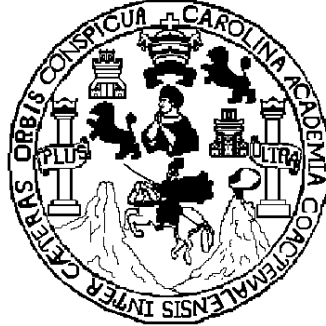
KEVIN DAVID ZEA CASTAÑEDA

Asesorado por: Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO Y OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA, EMPRESA DE BEBIDAS CARBONATADAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de octubre de 2003.

Kevin David Zea Castañeda

DEDICATORIA

A DIOS:

Por haberme dado la oportunidad de estudiar y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida, gracias por creer siempre en mí y permanecer junto a mí.

A MIS PADRES:

A mi padre, que aunque ya no pudo seguir acompañándome, siempre me alentó a seguir adelante y buscar lo mejor. A mi madre por todo lo que me ha ayudado en este largo camino.

A MIS ABUELOS:

Por que cada uno de ellos contribuyó a su manera, en mi formación.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por guiarme siempre.

Inga. Sigrid Calderón, por su gran apoyo durante todo el proceso de EPS y en la culminación de este trabajo.

A la Empresa de Bebidas Carbonatadas por haberme dado la oportunidad de realizar mi EPS, en especial a todas las personas (ingenieros, trabajadores, licenciados) que de alguna forma me ayudaron y convivieron conmigo durante ese tiempo, GRACIAS.

Ing. Armando Ortega, por guiarme en el inicio de este trabajo y por su amistad.

Ing. Rodolfo Estrada, por apoyarme en todo momento en la finalización de este trabajo y por su amistad.

Inga. María Colmenares, por ayudarme en los últimos momentos de mi carrera.

Ing. Sergio Guzmán e Ing. Juan Luis Romero, Ingenio Pantaleón S.A. por apoyarme en la finalización de la tesis.

Al **COLEGIO SUIZO AMERICANO**, en especial al licenciado **Marcel Reichenbach** por estimularme a buscar la excelencia en la vida.

A todos mis familiares y demás personas que me han ayudado.

A todos y cada uno de mis compañeros, compañeras, amigos, amigas, (del colegio, de la Iglesia y de la U) que de alguna forma me ayudaron a disfrutar de cada etapa de mi vida, a pesar de los problemas que en algún momento hayamos tenido.

Finalmente, quiero darle las gracias a mi ángel por darme la motivación para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1 Historia	1
1.2 Visión y misión	2
1.3 Actividades a las que se dedica	3
1.4 Estructura organizacional	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Sector aire	7
2.1.1 Definición del sistema de aire comprimido	7
2.1.2 Funcionamiento del sistema de aire comprimido	8
2.1.3 Tipos de compresores	8
2.1.4 Instalación	10
2.2 Sector agua	10
2.2.1 Funcionamiento de la bomba de agua	10
2.2.2 Tipos de bombas	11
2.2.3 Mantenimiento de bombas	13
2.2.4 Instalación	13
2.3 Sector vapor	14
2.3.1 Definición de un generador de vapor	14
2.3.2 Funcionamiento de una caldera	15

2.3.3	Tipos de calderas	16
2.3.4	Mantenimiento de una caldera	17
2.3.5	Instalación	17
2.4	Sector refrigeración	18
2.4.1	Definición de un sistema de refrigeración	18
2.4.2	Principios de refrigeración	19
2.4.3	Parámetros de operaciones	20
2.5	Sector iluminación	21
2.5.1	Conceptos básicos de iluminación	21
2.5.2	Tipos de iluminación	22
2.6	Equipo de producción	24
2.6.1	Equipos en la línea de producción	24
2.6.2	Descripción de equipos críticos	26
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	27
3.1	Funcionamiento del área de servicios auxiliares	27
3.1.1	Descripción de las instalaciones	27
3.1.2	Forma de trabajo actual de la línea de producción	29
3.2	Establecimiento de las demandas de energía y forma técnica de su cálculo	33
3.2.1	Demandas de energía sector aire	35
3.2.2	Demandas de energía sector agua	37
3.2.3	Demandas de energía sector vapor	38
3.2.4	Demandas de energía sector refrigeración	39
3.2.5	Demandas de energía sector iluminación	41
3.2.6	Demandas de energía de los equipos de producción	42
3.3	Identificación de las oportunidades de ahorro de energía y formas técnicas de cálculos de ahorro	44
3.3.1	Puntos de ahorro sector aire	44
3.3.1.1	Análisis de fugas del sistema de aire	45
3.3.1.2	Análisis de los secadores	46
3.3.1.3	Revisión de la presión de trabajo	47

3.3.2	Puntos de ahorro sector agua	48
3.3.2.1	Fugas en la red	50
3.3.2.2	Verificación del equipo de bombeo	50
3.3.2.3	Gasto de agua	51
3.3.3	Puntos de ahorro sector vapor	52
3.3.3.1	Revisión del estado de tubería y trampas de vapor	52
3.3.3.2	Chequeo de la línea de retorno del condensado	53
3.3.3.3	Verificación del ajuste de los gases	55
3.3.4	Puntos de ahorro sector refrigeración	56
3.3.4.1	Verificación de los parámetros de trabajo	57
3.3.4.2	Análisis de las presiones de trabajo	58
3.3.4.3	Revisión del sistema de refrigeración	58
3.3.5	Puntos de ahorro sector iluminación	59
3.3.5.1	Análisis de lámparas	59
3.3.5.2	Sensores de ocupación	60
3.3.5.3	Nivel de iluminación	61
3.3.6	Puntos de ahorro en los equipos de producción	63
3.3.6.1	Análisis de la lavadora de botellas	63
3.3.6.2	Análisis de la máquina de llenado	65
3.3.6.3	Análisis de otras máquinas	65
3.4	Estudio de las formas de ahorro en el sector que ofreció las mayores oportunidades de ahorro	66
3.4.1	Análisis de las mejoras que se deben realizar	67
4.	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN	69
4.1	Propuesta de plan de trabajo sector aire	69
4.1.1	Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta	69
4.1.2	Contenido del plan de trabajo	70
4.1.3	Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación	70

4.2	Propuesta de plan de trabajo sector agua	71
4.2.1	Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta	71
4.2.2	Contenido del plan de trabajo	73
4.2.3	Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación	76
4.3	Propuesta de plan de trabajo sector vapor	77
4.3.1	Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta	77
4.3.2	Contenido del plan de trabajo	78
4.3.3	Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación	78
4.4	Propuesta de plan de trabajo sector refrigeración	79
4.4.1	Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta	79
4.4.2	Contenido del plan de trabajo	79
4.4.3	Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación	80
4.5	Propuesta de plan de trabajo sector iluminación	80
4.5.1	Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta	80
4.5.2	Contenido del plan de trabajo	81
4.5.3	Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación	81
4.6	Propuesta de plan de trabajo sector aire	81
4.6.1	Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta	82
4.6.2	Contenido del plan de trabajo	82
4.6.3	Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación	82
4.7	Costos de implementación	83

5. PROPUESTAS DE MEJORAS	85
5.1 Propuesta de mejora de las oportunidades de ahorro de energía	85
5.1.1 Mejoras en el sector aire	85
5.1.1.1 Disminución o eliminación de fugas del sistema de aire	86
5.1.1.2 Mejoras de los secadores	87
5.1.1.3 Mejoras de la presión de trabajo	88
5.1.2 Mejoras en el sector agua	89
5.1.2.1 Cálculos de los ahorros que se obtienen	89
5.1.2.2 Disminución o eliminación de fugas en la red	90
5.1.2.3 Mejoras del equipo de bombeo	91
5.1.2.4 Disminución en el gasto de agua	92
5.1.3 Mejoras en el sector vapor	94
5.1.3.1 Mejora del estado de tubería y trampas de vapor	94
5.1.3.2 Línea de retorno del condensado	95
5.1.3.3 Mejora del ajuste de los gases	97
5.1.4 Mejoras en el sector refrigeración	97
5.1.4.1 Mejoras de los parámetros de trabajo	97
5.1.4.2 Presiones de trabajo	98
5.1.4.3 Sistema de refrigeración	99
5.1.5 Mejoras en el sector iluminación	100
5.1.5.1 Lámparas	100
5.1.5.2 Sensores de ocupación	101
5.1.5.3 Nivel de iluminación	102
5.1.6 Mejoras en los equipos de producción	103
5.1.6.1 Lavadora de botellas	103
5.1.6.2 Máquina de llenado	105
5.1.6.3 Otras máquinas	106

CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama de la empresa	5
2	Componentes de un sistema ideal de aire comprimido	7
3	Compresor de tornillo helicoidal, sección	9
4	Compresor sin aceite, de tornillo	9
5	Partes de una bomba centrífuga	12
6	Vista interna de caldera pirotubular	17
7	Vista y sección de intercambiador de calor	20
8	Ejemplo de bombilla tipo metalarc	23
9	Mapa de ubicación del área de servicios auxiliares	28
10	Diagrama de flujo de proceso de las líneas de producción	30
11	Foto de área de llenado, líneas de producción	46
12	Foto de mangueras de conexión	46
13	Plano de pérdidas de agua en las líneas de producción	49
14	Plano de fugas de agua en las tuberías de la red	49
15	Plano de distribución alumbrado en líneas	59
16	Plano de proyección de nuevos mingitorios en baños de hombres, edificio principal	75
17	Plano de baños de hombres, edificio principal	76
18	Plano de distribución alumbrado en líneas	99

TABLAS

I	Amperajes promedio de compresores de aire	36
II	Amperajes promedio de bombas	37
III	Amperajes promedio de compresores, ventiladores	39
IV	Amperajes promedio de líneas	42
V	Datos del consumo de agua suavizada de la caldera	54
VI	Datos del análisis químico	55
VII	Datos de presiones de compresores	57
VIII	Resultados de estudios de iluminación	62
IX	Comparación entre estudio y comprobación	62
X	Tablas de iluminación standard	63
XI	Consumos de agua de lavadoras	64
XII	Indicadores de agua	67
XIII	Indicadores de agua a nivel mundial	72
XIV	Indicadores de agua a nivel mundial, otras industrias	72
XV	Resumen de costos de mejoras	83

LISTA DE SÍMBOLOS

bar	Unidad de presión
°C	Grados centígrados
°F	Grados fahrenheit
Hp	Horse power (caballos de potencia)
Kw	Kilowatt
Kwh	Kilowatt hora
psi	libras por pulgada cuadrada
gal/min	galones por minuto
mm	milímetros
cd	candela
Lt	litro
ml	mililitro
mts	metros
“	pulgadas
lm	lumen
lx	lux
m²	metro cuadrado
A	Amperios
lt/min	litros por minuto
Lt agua/Lt bebida	Litros de agua por litros de bebida
Bhp	Caballos de fuerza de vapor
Q	Quetzales

GLOSARIO

Agua desaireada	Agua tratada a la que se le ha extraído oxígeno.
Agua tratada	Agua que ha pasado por un proceso de esterilización para eliminar todas las impurezas que pudiera contener.
Bomba de vacío	Aparato mecánico usado para crear un ambiente de vacío en el tanque desaireador para lograr la extracción del oxígeno del agua.
Carbonatación	Proceso mediante el cual se diluye CO_2 en la mezcla de agua y jarabe terminado para obtener la bebida carbonatada. Este proceso se logra introduciendo la mezcla de agua y jarabe terminado en un tanque que posee CO_2 a altas presiones.
Cebado de bomba	Consiste en llenar de líquido el cuerpo de la bomba y la tubería de succión, ya que de lo contrario se dañaría trabajando en vacío.
Desaireación	Proceso mediante el cual se separa el oxígeno del agua tratada para lograr una mejor carbonatación. Este proceso se logra por medio de la introducción del agua tratada de un tanque que se encuentra en condiciones de vacío.

Elemento de mezcla	Es el dispositivo que se usa para mezclar la proporción de agua tratada y desaireada con el jarabe terminado, para lograr una mezcla homogénea para luego ser diluida con el CO_2 .
Entropía	Es una medida del desorden energético que posee un cuerpo. Teóricamente representa la energía total transferida al material por grado de temperatura para llevar el material a su condición de energía real desde un punto de referencia seleccionado arbitrariamente.
Jarabe terminado	Concentrado de azúcar, agua y el sabor de la bebida que se desea preparar.
Llenadora	Equipo mecánico o electrónico que es usado para introducir la bebida carbonatada dentro del envase de vidrio o de plástico especial, según presentación de bebida que se esté produciendo.
Proceso isoentrópico	Se realiza a entropía constante, por lo que el desorden energético de la materia al inicio es igual al final del proceso. Un ejemplo de esto se da en el proceso de compresión.
Tanque de desaireación	Es un tanque que se encuentra en condiciones de vacío, en el cual se deposita el agua tratada para lograr la desaireación de ésta.

RESUMEN

Es primordial contar con equipos que trabajen con calidad, seguridad y eficiencia sobre todo al elaborar bebidas con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor.

Por eso, es importante trabajar con eficiencia en las plantas productoras de bebidas carbonatadas, ya que esto ayudará a elaborar mejores productos sin desperdiciar recursos de forma innecesaria.

Con esta intención de mejora se busca la identificación de oportunidades de ahorro y optimización del uso de la energía en las distintas áreas de la planta. Con la identificación de oportunidades de ahorro se busca eliminar posibles fallas en la operación normal que impide el desarrollo óptimo de los procesos. La energía es un bien que se debe cuidar ya que su costo es alto, por lo que conviene buscar mejores formas de uso en los procesos.

Por ello, surge la necesidad de identificar las oportunidades de ahorro, ya que muchas veces se encuentran a la vista, pero estando dentro de la empresa se dificulta su visualización.

Por lo antes citado se tiene la necesidad de optimizar el uso de la energía para llevar un nivel de calidad uniforme en todos los sectores de la planta. El no hacerlo provoca el desperdicio de los pocos recursos con que cuenta el país.

OBJETIVOS

General

Identificar las principales oportunidades de ahorro de energía en el área de servicios auxiliares del departamento de producción, lo cual permitirá usar la energía de una forma más eficiente y a un menor costo.

Específicos

1. Identificar las oportunidades de ahorro de energía para corregir los problemas de cada sector.
2. Comparar los costos de las propuestas de implementación de mejoras para escoger la que sea más conveniente.
3. Elaborar planos correspondientes a los puntos de ahorro que contengan las modificaciones necesarias en la infraestructura en el sector agua.
4. Analizar la situación actual y las propuestas de mejoras en el sector agua para bajar el indicador de agua.
5. Establecer el orden de implementación de las propuestas de ahorro de energía para que se realicen las correcciones necesarias.

INTRODUCCIÓN

Las plantas de producción alrededor del mundo comparten una situación en común, la necesidad de mejorar día con día en sus procesos productivos y saben que la única forma de realizarlo es por medio de estudios y análisis profundos de la situación actual.

El estudio que se realizó inicia con el capítulo 1, el cual da una breve presentación de la empresa y las actividades a las que se dedica, así como la visión y misión, terminando con la estructura organizacional.

En el siguiente, se define y explica cada uno de los sectores que conforman el área de servicios auxiliares. Se definen los sectores de aire, agua, vapor, refrigeración, iluminación y los equipos de producción. Se explica que equipos se manejan y cómo se manejan.

En el 3, se analiza la situación actual en la que se encuentra la planta, analizando sector por sector. Se describe el funcionamiento del área de servicios auxiliares. Se determina el consumo de energía que posee cada sector y se explica la forma en que se calculó. Se analiza cada sector para determinar los puntos de ahorro de energía que tiene cada área.

En el penúltimo, se indican las propuestas del plan de trabajo para implementar las mejoras en cada sector. El sector agua ofreció las mejores oportunidades de ahorro. Se exponen los aspectos técnicos y económicos para elaborar el plan, así como planos donde se pueden visualizar los cambios necesarios a realizar. Finalmente, se presentan los costos de implementación de todos los sectores.

Y en el capítulo final, luego de analizar la situación actual de todos los sectores se realizan las propuestas de mejoras, basadas en las oportunidades de ahorro de energía que se encontraron en cada sector.

No sólo se analiza la forma de trabajo actual, sino la mejora que se puede tener ya que, no es simplemente el buscar fallas en la operación actual sino buscar la forma de optimizar la operación, solucionando de una mejor forma el trabajo que se realiza.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Este capítulo inicia con una breve historia de la empresa, tanto a nivel internacional como a nivel nacional. Se presentan la visión y misión de la empresa, así como las actividades a las que se dedica. Por último, se muestra la estructura organizacional de la empresa.

1.1 Historia

La empresa de bebidas carbonatadas objeto de la implementación de las propuestas de mejoras como parte de la identificación de oportunidades de ahorro y optimización del uso de la energía, es una de las empresas líderes en el mercado, tanto a nivel nacional como internacional.

Surge en los Estados Unidos una bebida tonificante en el año de 1886 en la ciudad de Atlanta, estado de Georgia, cuando un farmacéutico de nombre John Pemberton desarrolló y registró la fórmula del jarabe, el cual comenzó a ser comercializado en fuentes de soda; siendo el contador de Pemberton, Frank Robinson, quién ideó el nombre y diseñó el logo-marca.

En 1891 el farmacéutico Asa Candler, compró el nombre y lo patentó en la oficina de marcas. Él consiguió que en cuatro años la bebida se vendiese en todo el territorio de los Estados Unidos.

En 1899, dos abogados de Tennessee, Benjamín Thomas y Joseph Whitehead convencieron a Candler para que les diera el derecho de embotellado del producto. Fue así como nació el sistema de embotelladores que continúa vigente a la fecha.

Por medio de este sistema, embotelladores locales que funcionan como empresas independientes son autorizadas para: preparar, envasar, distribuir y vender el producto cuyo preparado básico es suministrado por la empresa matriz u otras empresas autorizadas por la misma.

En 1919 la familia Candler vendió las acciones de la empresa al banquero Ernest Woodruff, siendo su hijo Roberth en 1923, quién da el inicio de la expansión internacional, para atraer a más consumidores de distintos países. Su propósito era extender el sistema de embotelladores al resto del mundo.

En 1936 se inicia la producción en Guatemala ya que la empresa matriz concede licencia a la empresa de bebidas carbonatadas para embotellar y distribuir su fórmula de bebidas y para usar sus marcas.

Con el propósito de llevar su producto a todos sus clientes y consumidores en el país, la empresa utiliza centros de distribución, los cuales se encuentran estratégicamente ubicados para tener más facilidad al distribuir en el interior del país. La empresa de bebidas carbonatadas cuenta en la actualidad aproximadamente con 1000 empleados, formado por personal operativo, administrativo y de servicio.

1.2 Visión y misión

Posee la visión de “ser la mejor empresa embotelladora de bebidas carbonatadas del mundo, siendo reconocido por su calidad y excelencia operativa, en un mercado que cuenta con una amplia diversidad y cobertura.

Esto lo logrará dentro de un marco de abierta competencia entre las distintas embotelladoras del mundo, en un ambiente abierto a nuevas ideas” (1-33).

Su misión es “satisfacer y agradar con excelencia al consumidor por medio de encontrar la excelencia en cada uno de sus trabajadores. Ya que al trabajar con excelencia se tiene una mejor organización, y con esto se optimizan los recursos de la empresa, haciéndola cada día más competitiva a nivel mundial.

Esto sólo se logrará por medio del esfuerzo diario de cada uno de los miembros de la empresa, ya que es en ellos donde se encuentra el bien más importante, el valor humano” (1-33).

1.3 Actividades a las que se dedica

Principalmente se dedica a la elaboración de bebidas carbonatadas, en distintos sabores, para deleitar los variados gustos del consumidor. Estas bebidas van dirigidas al público en general, pero el mayor mercado de consumo son los jóvenes, ya que su refrescante sabor y su agradable presentación las hacen irresistibles al paladar.

Elabora bebidas carbonatadas:

- con cafeína
- dietéticas (sin cafeína)

También elabora bebidas carbonatadas de sabores como:

- naranja
- piña
- uva
- fresa
- lima-limón

Todas las bebidas anteriores así como el agua mineral son producidas en:

- botella de vidrio 12 onzas
- botella plástica de 600 ml

Otras presentaciones:

- 2 Litros
- 2.5 Litros
- 1.5 Litros
- 1 Litro

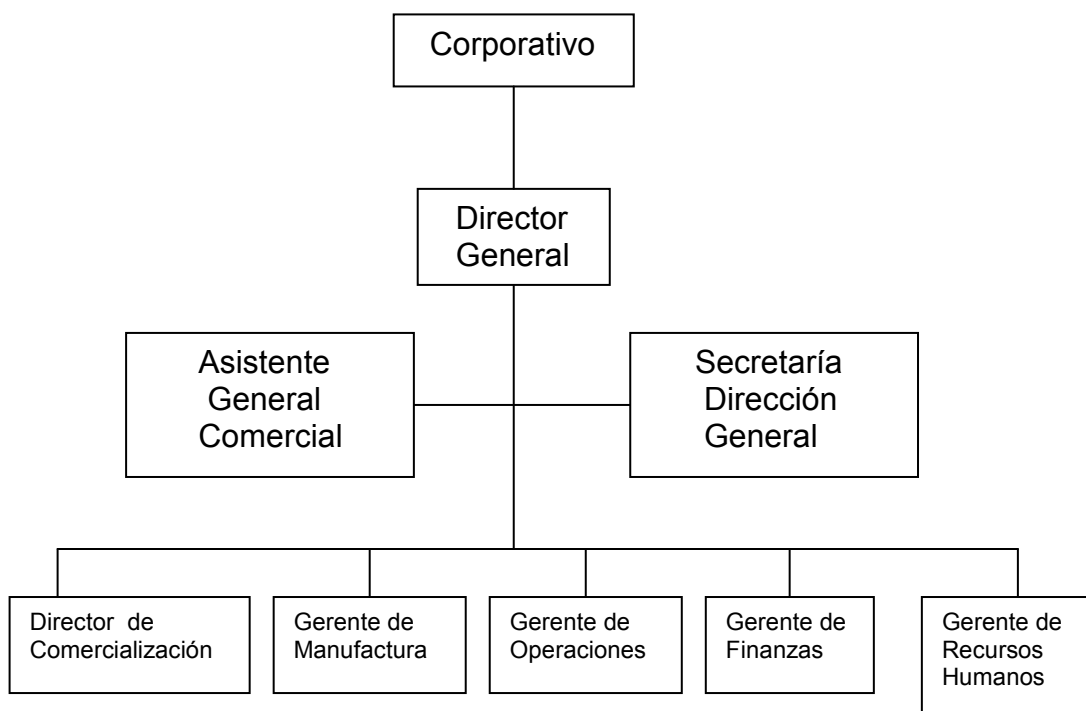
Las presentaciones de 1 litro y 2 litros son tanto para los sabores y la bebida que contiene cafeína, mientras que la presentación de 1.5 y 2.5 litros son únicamente para la bebida con cafeína.

Además, la empresa se dedica a envasar agua pura en la presentación de 600 ml. y distribuye bebidas energéticas en lata, para la gente que practica deporte de alta resistencia. La empresa de bebidas carbonatadas participa como patrocinador oficial de varios eventos a lo largo del año, entre los cuales se mencionan los siguientes: eventos deportivos, eventos musicales, eventos de ayuda social y ferias.

1.4 Estructura organizacional

A continuación en la siguiente figura se presenta la distribución jerárquica de la empresa:

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Empresa de Bebidas Carbonatadas

La estructura general de la empresa se describe a continuación:

- **Corporativo:** consejo que se encuentra en otro país, el cual tiene bajo su responsabilidad la dirección y supervisión de todas las empresas que forman parte del corporativo.

- **Director general:** persona que tiene la representación del corporativo y tiene la responsabilidad de la dirección de la empresa en conjunto con los gerentes de las 5 divisiones de gerencias existentes.
- **Asistente general comercial:** persona encargada de asistir al director general, en lo referente a la distribución de producto que se realizan en todo el país.
- **Secretaria dirección general:** encargada de llevar la agenda diaria del director general y planificar sus actividades.
- **Director de comercialización:** reporta a la asistente general comercial sobre las estrategias de mercadeo, promociones y ventas para distribuir el producto a nivel nacional.
- **Gerente de manufactura:** encargado del control de producción, revisión de maquinaria y de los niveles de producción. Además se encarga de planificar, dirigir, organizar y ejecutar los programas de producción, de acuerdo a las políticas que se establecen por parte del corporativo.
- **Gerente de operaciones:** encargado de la materia prima, los despachos a la planta y hacer despachos a las bodegas de los centros de distribución.
- **Gerente de finanzas:** lleva el control financiero de la empresa. También se ocupa de estudiar los costos de los insumos que necesite la planta para su funcionamiento normal.
- **Gerente de recursos humanos:** encargado de la contratación de personal y coordina normas de administración del recurso humano.

2. MARCO TEÓRICO

Luego de conocer las actividades que realiza la empresa se describirá la base teórica necesaria para poder comprender y tener un conocimiento profundo de cada una de las áreas en las que se desarrolló el estudio.

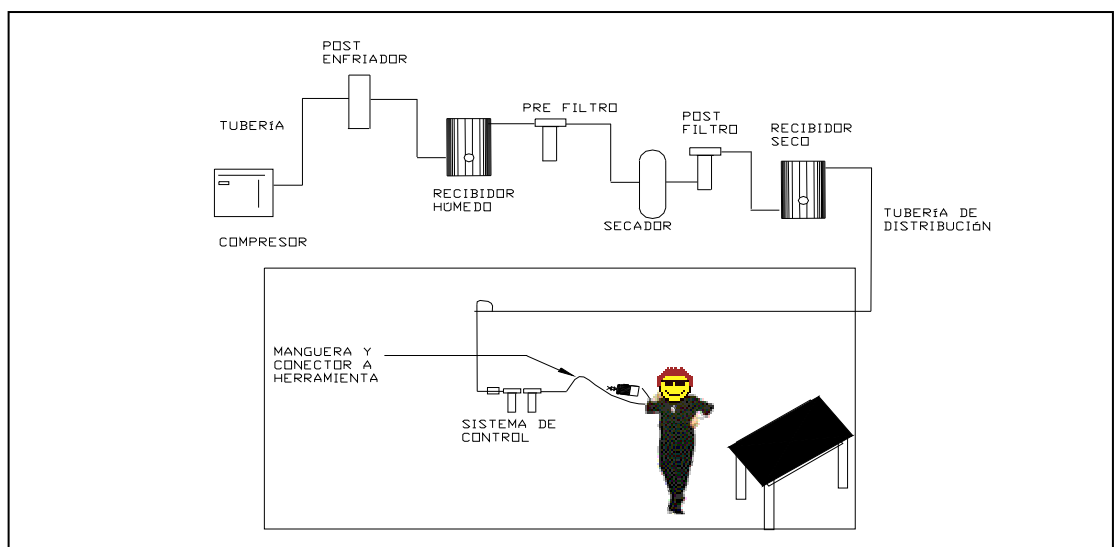
2.1 Sector aire

En este apartado se define el sistema de aire comprimido, su funcionamiento e instalación.

2.1.1 Definición del sistema de aire comprimido

El sistema de aire comprimido consiste en: tubería, filtros, reguladores, lubricantes, válvulas, mangueras y conectores. En la siguiente figura se muestra dicho sistema.

Figura 2. Componentes de un sistema ideal de aire comprimido



Fuente: Manual de aire comprimido, Pág 80

2.1.2 Funcionamiento del sistema de aire comprimido

Un sistema de aire comprimido ideal se compone de los siguientes elementos: compresor, post-enfriador, recibidor húmedo, prefiltro, secador, post-filtro, recibidor seco y una red de distribución entrega el aire hacia las herramientas que lo necesitan, este sistema se aprecia en la figura 2.

El post-enfriador sirve para enfriar el aceite y para reducir la temperatura de salida de aire.

El recibidor húmedo es un tanque que almacena aire antes de llegar al secador, luego de haber pasado por el post-enfriador. Su uso es opcional.

El prefiltro protege los tubos asegurando la remoción de todas las partículas y suciedad indeseables en el sistema, antes de llegar al secador.

El secador reduce el contenido de humedad del aire, combinado con el post-enfriador el contenido de humedad en la línea de aire se reduce.

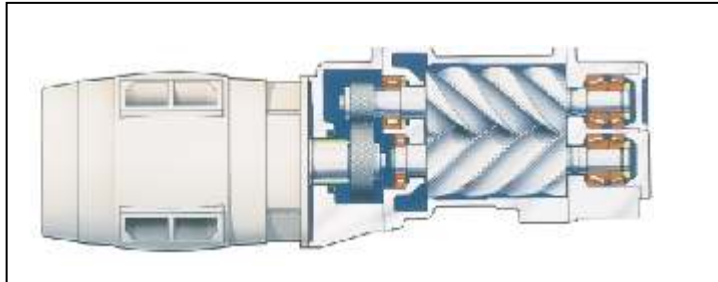
El post-filtro elimina el acarreo de aceite o partículas como polvo.

El recibidor seco o tanque seco, suministra una reserva de aire limpio para cumplir con las demandas del sistema. La red de distribución de aire es una tubería que lleva el aire a toda la planta.

2.1.3 Tipos de compresores

Se utiliza el compresor de tornillo helicoidal de dos ejes, posee dos tornillos helicoidales que engranan con sus perfiles cóncavo y convexo que a su vez impulsan hacia el otro lado el aire aspirado axialmente. Se comprime y desplaza el gas. Se muestra el compresor en la figura 3.

Figura 3. Compresor de tornillo helicoidal, sección



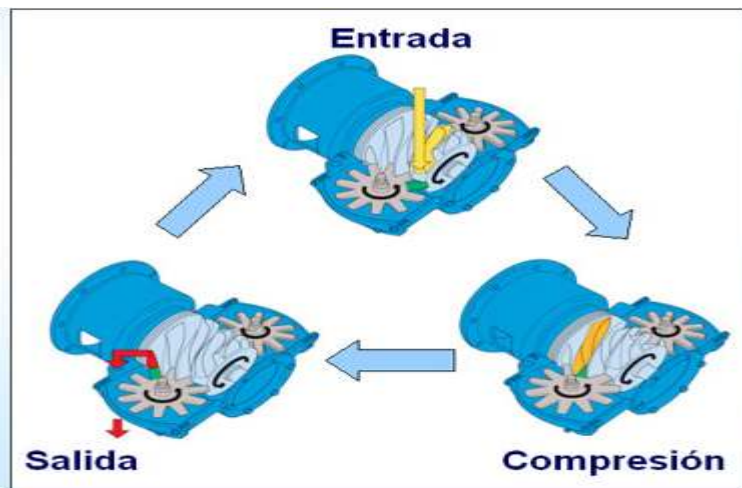
Fuente: Compresores de tornillo, página de Internet: www.air.irco.com

El elemento básico es la carcasa con su ensamblaje de rotores. Los rotores o tornillos comprimen el gas en las cámaras que se forman entre las caras de los lóbulos helicoidales encajados y la carcasa.

Otro tipo de compresor que se usa cuando la contaminación del aire comprimido puede deteriorar los productos fabricados, es el compresor sin aceite (tipo tornillo u otro), el cual elimina el remanente de aceite.

Es importante este tipo de compresor en situaciones en las que el aire comprimido entra en contacto directo con productos en proceso de fabricación; por ejemplo, alimentos, bebidas, productos farmacéuticos, etc. En la figura 4 se muestra la forma de trabajo de este compresor.

Figura 4. Compresor sin aceite, de tornillo



Fuente: Compresores sin aceite, página de Internet: www.compair.es

En la entrada el aire de la atmósfera ingresa en el elemento de compresión llenando las ranuras del rotor. Se forman dos cámaras de compresión por las ruedas dentadas que engranan con las ranuras, una debajo y la otra encima del rotor.

2.1.4 Instalación

La central de compresión se debe ubicar lo más cerca posible de los puntos de mayor consumo, respecto al punto de vista de distribución. Hay que tomar en cuenta la toma de energía y el espacio al ampliar.

Al tener una red de aire comprimido es importante considerar la forma de evitar que el agua condensada llegue hasta los equipos. Por lo que se hace necesario tener un secador de refrigeración, para evitar las condensaciones al pasar de los 25 °C.

La tubería debe ser de acero inoxidable. Los accesorios deben ser de baja resistencia al flujo. La regla general dice que la caída de presión no puede ser mayor de 0.1 bar = 1.45 psi, desde el compresor hasta la válvula de servicio a mayor distancia.

2.2 Sector agua

En este apartado se explica el funcionamiento de una bomba de agua, tipos y mantenimiento que se le debe dar.

2.2.1 Funcionamiento de la bomba de agua

La bomba de agua es un equipo que sirve para mover líquido, otorgándole velocidad, presión, transportándolo o elevándolo de un lugar a otro, recirculando el líquido. Para esto la bomba se vale de un motor, que por lo general es eléctrico.

Las bombas se pueden usar:

- Para alimentar de agua a los procesos, como lavado de botellas, de cajillas, riego de jardín, preparación de bebidas.
- Para sacar el agua del cisterna y enviarlo a filtros multibarrera, para tratamiento de agua de bebida.
- Para enviar agua a edificios, para baños, cocina, trasladar el agua del pozo a cisterna, para alimentar de agua a las calderas.

La función de la bomba es succionar y enviar agua hacia el edificio, mientras el tanque hidroneumático se llena y vacía, alternando el trabajo desarrollado por la bomba. Así la bomba descansa por períodos cortos de tiempo, según el consumo de agua y la capacidad del tanque.

2.2.2 Tipos de bombas

Según el principio de funcionamiento las bombas se clasifican en bombas volumétricas o de desplazamiento positivo y bombas de flujo o centrífugas. Se hablará de esta última ya que es el tipo de bomba que se usa en la planta.

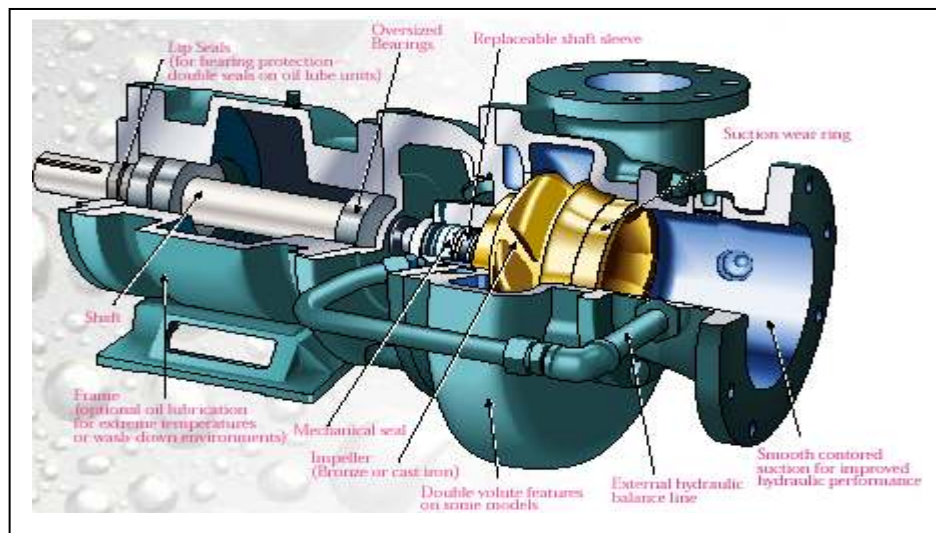
Se les llama bombas centrífugas ya que aprovechan la fuerza centrífuga producida al girar el rotor y transformar la velocidad en presión. Pueden ser accionadas por un motor eléctrico o un motor a gasolina.

Estas bombas halan el agua por la parte central del cuerpo de la bomba a través de unas aspas curvas en forma de espiral, en dirección contraria al movimiento y colocados entre dos discos metálicos, por lo que al girar a gran velocidad lanza el agua a gran presión, en dirección radial.

Para que la bomba centrífuga funcione satisfactoriamente, tanto la tubería de aspiración como la bomba misma han de estar llenas de agua, es decir que deben estar cebadas.

Las partes de una bomba centrífuga se muestran en la figura 5.

Figura 5. Partes de una bomba centrífuga



Fuente: Documento de Bombas Centrífugas, página de Internet:
www.cornellpump.com

Existen bombas centrífugas que tienen otros usos, son las bombas sanitarias y las de vacío.

- **Bombas centrífugas sanitarias**

Tienen básicamente la misma función, transportar líquido de un punto a otro, sólo que en este caso llevan jarabe. Son bombas centrífugas con la diferencia de que la lubricación del sello mecánico se realiza de forma externa para no contaminar el transporte del jarabe hacia los tanques, ya que debe realizarse de forma higiénica.

- **Bombas de vacío**

Son bombas centrífugas que tienen la función de retirar el aire del tanque de desaireación, tanque que extrae el oxígeno del agua por medio de la creación de un vacío, y lo envía al ambiente. Mientras que el agua que se obtiene se envía al cisterna de agua cruda por medio de la red.

2.2.3 Mantenimiento de bombas

Es condición indispensable cebar toda bomba centrífuga antes de ponerla a trabajar ya que de lo contrario se dañaría la bomba al trabajar en vacío. En el cebado, se hace entrar el agua de la tubería de impulsión o de cualquier otra procedencia, en el cuerpo de bomba y se saca el aire por una llave de purga.

Se debe limpiar de forma periódica ya que permite la detección de fugas de líquidos. Se debe lubricar el motor de la bomba de forma regular.

Se deben proteger las partes en movimiento como: poleas, cadenas, bandas, acoplamientos, etc., para seguridad del operario. Se debe revisar que no tengan vibraciones fuertes, escuchar ruidos anómalos ya que esto puede indicar el inicio de una falla que se puede prevenir. También se debe revisar la temperatura del motor de la bomba, para verificar que opere de forma normal.

2.2.4 Instalación

Para saber que tipo de bomba instalar se debe conocer la siguiente información:

- Presión a suministrar
- Capacidad o cantidad de agua por minuto necesarios
- Espacio que se dispone para su instalación

Las bombas se deben instalar lo más cerca posible del pozo o cisterna. Se debe colocar el menor número de conexiones posibles, sobre todo codos, ya que esto ocasiona un aumento en la fricción de la tubería.

Es recomendable colocar una válvula tipo cheque para evitar el regreso de agua si en caso se diera.

Si no fuera suficiente una bomba para cubrir la demanda de agua que se necesita, se debe considerar la posibilidad de conectar tantas bombas como sea la necesidad a un maníful que se encargue de distribuir el agua. Hay que utilizar cinta de teflón o un compuesto a base de teflón especial para juntas de tubería.

2.3 Sector vapor

En este apartado se explica el funcionamiento, tipos y mantenimiento de una caldera.

2.3.1 Definición de un generador de vapor

Un generador de vapor es una combinación de equipos (eléctricos, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, electrónicos) que consiste en tres componentes principales. El componente central que es formado por la caldera; los componentes auxiliares formados por: equipo de quemadores para quemar el combustible, cámaras de agua, ventiladores y calentador de aire y por último los componentes de apoyo formados por: tanques, combustibles, equipo de tratamiento de agua y tuberías.

Los generadores de vapor son unos de los mayores consumidores de energía en una planta típica y se utilizan para convertir energía de combustibles fósiles en vapor para el lavado de envases, calentamiento, pasteurización, etc.

- **Caldera**

Una caldera es una cámara de combustión de construcción de acero soldado y consta de un receptáculo de presión, quemador, controles de quemador, ventilador de aire a presión, registro, bomba de aire, refractario y componentes asociados.

El vapor es generado al aplicar calor procedente de una fuente externa, sea combustible o electricidad, al agua de la caldera.

El agua es alimentada por gravedad en calderas pequeñas o por bomba de alimentación en calderas más grandes. El agua ya convertida en vapor se aloja en la parte más alta de la caldera (cámara de vapor), por diferencia de densidades entre el agua y el vapor. Dentro de la cámara de agua, ésta se mueve efectuando una circulación natural al entrar en contacto con las superficies de calefacción.

2.3.2 Funcionamiento de una caldera

El funcionamiento inicia al arrancar la caldera y existen dos tipos de arranque: en frío y en caliente.

El arranque en frío se realiza cuando la temperatura del agua es de 90°C (195°F) o menos. Antes de arrancar se debe verificar que los sistemas de alimentación de agua y combustible, así como los sistemas auxiliares estén en perfectas condiciones y no tengan algún problema. Se prueba la operación de todas las válvulas y se posicionan para el arranque.

A continuación se procede a llenar la caldera con agua por medio del sistema de bombeo hasta cierto nivel aproximadamente 50 mm (2") abajo del nivel normal.

Se revisan los sistemas de ignición y del quemador y se ajusta la relación aire/combustible para mantener la llama y exceso de aire apropiado.

Cuando las condiciones de vapor sean próximas a las de trabajo se coloca el control de combustión en posición modulando, paso previo para conectar la caldera en línea.

El arranque en caliente es debido a que la caldera a sido sacada de servicio por un período corto de tiempo, o que el nivel de agua se mantuvo normal. El procedimiento es el mismo que un arranque en frío. salvo que el tiempo requerido para llevar la caldera a sus condiciones de trabajo va depender de la presión mantenida.

2.3.3 Tipos de calderas

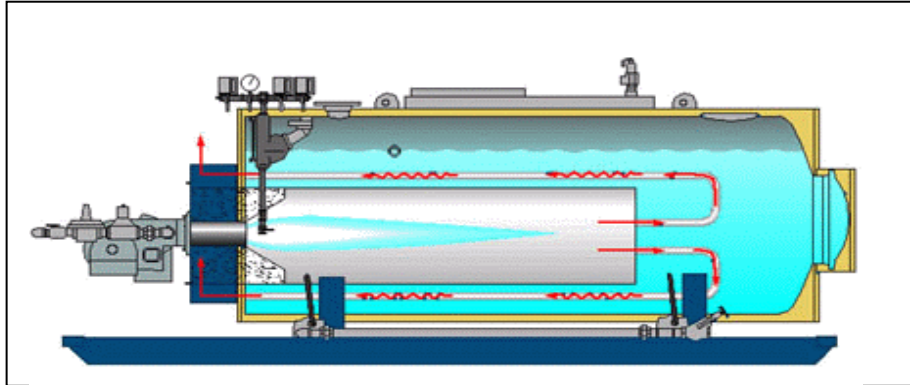
Existen varios tipos de calderas, debido a la posición relativa de los gases calientes y del agua, se encuentran las acuaturbulares y las pirotubulares.

Las calderas que más se utilizan son las de tipo pirotubular para pequeños procesos como industria alimenticia, hospitales, etc. Las otras son de tipo acuaturbular, para grandes procesos como ingenios, termoeléctricas.

La caldera pirotubular, utiliza tubos de llama, donde las llamas circulan por el interior de los tubos y transmiten su calor al agua del tanque, los gases y humos de la combustión pasan por tubos que se encuentran sumergidos en el agua y trabajan a bajas temperaturas y presiones.

En la siguiente figura se muestra este tipo de caldera.

Figura 6. Vista interna de caldera pirotubular



Fuente: Catálogos de Calderas página de Internet: www.calderas.com

2.3.4 Mantenimiento de una caldera

Es la parte más importante para el funcionamiento óptimo de la caldera y debe realizarse regularmente. Diariamente se debe verificar: el funcionamiento del quemador; la limpieza de la boquilla del quemador y del electrodo de encendido; y el control de la bomba de alimentación.

También se debe ver la temperatura del agua de alimentación, la cual no debe llegar a la temperatura de ebullición; los filtros de aire y de combustible; la mala combustión y la presión de vapor.

Mensualmente se debe limpiar: los controles eléctricos y revisar los contactos de los arrancadores; todos los filtros en líneas de combustible; la malla de entrada de aire al ventilador; los filtros de agua y el tanque de agua de alimentación; la bomba de alimentación y las válvulas de seguridad.

2.3.5 Instalación

La caldera debe instalarse sobre una base firme, no combustible (preferiblemente de concreto) y nivelarse correctamente.

Se debe dejar suficiente espacio alrededor de la caldera para permitir el acceso para poder realizar labores de mantenimiento.

El cuarto de la caldera debe mantenerse limpio, seco y bien ventilado para permitir la llegada de suficiente aire al quemador para una correcta combustión.

Las tuberías para drenajes y purgas deben ser flexibles y con posibilidad de expansión. Se debe asegurar que las válvulas sean instaladas en la dirección del flujo y que tengan libre acceso a los operadores.

2.4 Sector refrigeración

En este apartado se define el sistema de refrigeración y los principios que lo rigen.

2.4.1 Definición de un sistema de refrigeración

Un sistema de refrigeración consiste en una serie de equipos como condensadores, evaporadores, compresores, tanques recibidores, intercambiadores de calor, tuberías de entrada y de recuperación. El sistema de refrigeración se basa principalmente en:

- Determinación de los niveles de temperatura. El producto ingresa al equipo para que su temperatura sea reducida a la necesaria para el llenado de la bebida. Ingresa a 30°C y se baja a 2°C.
- Cargas térmicas, se determina la capacidad, y esto es resultado de las sumas de diversas fuentes que aportan calor al proceso.

- Dimensionamiento de tuberías, aquí se debe obtener la tubería que logre la menor caída de presión posible a la hora de trabajar.

2.4.2 Principios de refrigeración

Refrigeración es la remoción de calor no deseado desde objetos seleccionados y su transferencia a otros objetos, bajando la temperatura. Se usa el ciclo ideal de refrigeración compuesto de cuatro etapas:

- **Compresión**

El refrigerante no cambia sus condiciones al fluir por la tubería desde los evaporadores hasta la entrada del compresor, quien lo comprime.

- **Condensación**

El gas viene del compresor y es condensado a presión constante.

- **Expansión**

Se reduce la presión del refrigerante líquido desde la condensación hasta la evaporación. Así la temperatura del refrigerante disminuye.

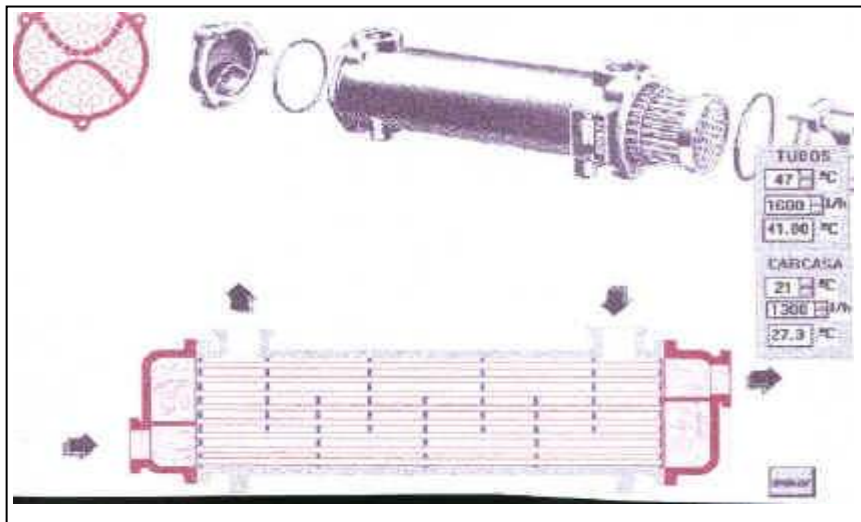
- **Evaporación**

El refrigerante líquido capta el calor del producto para reducir la temperatura produciendo el cambio de estado (líquido a vapor).

Los ciclos reales de refrigeración se basan en los ideales pero difieren en las caídas de presión en las tuberías del sistema y en el serpentín del evaporador y del condensador.

Para mejorar la eficiencia se realiza un sub-enfriamiento del líquido instalando a la salida del refrigerante líquido de alta presión un intercambiador de calor. En la figura 7 se observa el intercambiador.

Figura 7. Vista y sección de intercambiador de calor



Fuente: Laboratorio Universidad del País Vasco,
Página de Internet: www.scsx01.sc.ehu.es

2.4.3 Parámetros de operaciones

Entre los parámetros de operación existen los siguientes:

- Presión

Hay dos tipos de presión la baja que se da en parte de los compresores y en el filtro trampa de succión, oscila entre 20 y 35 psi. La alta se da en condensadores- evaporativos, receptor líquido y en parte de los compresores, oscila entre 150 y 180 psi.

- Temperatura

La temperatura del producto varía entre 80°F – 86°F (30°C) al inicio y sale con una temperatura entre 35°F – 36°F (2°C).

- **Parámetro de embotellado**

Es una relación de litros producidos por línea en promedio, el cálculo del peso en libras de esta producción y el diferencial de temperatura.

- **Parámetro de transferencia de calor**

Toma el parámetro de embotellado y calcula el número de toneladas de refrigeración por línea ya que esta será la demanda que se tendrá.

- **Parámetro de capacidad de enfriamiento**

Depende del número de compresores que existan. Se calcula las toneladas de refrigeración que generan en conjunto.

2.5 Sector iluminación

En este apartado se definen conceptos básicos así como tipos de iluminación que existen en la actualidad.

2.5.1 Conceptos básicos de iluminación

A continuación se presentan los conceptos básicos de iluminación:

a) Intensidad

Para cuantificar la intensidad de la luz emitida por una fuente, se emplea la candela (cd). Una mejor expresión es el lumen (lm), que expresa la cantidad de luz que emite la fuente hacia el espacio circundante. El lux (lx) expresa el flujo luminoso que alcanza una superficie por unidad de medida o intensidad de iluminación; por ejemplo, lx, [lm/m²].

Este parámetro puede medirse directamente con instrumentos electrónicos denominados luxómetros.

b) Dirección

La luz puede ser suave o fuerte y provenir de una infinitud de ángulos. La calidad de la luz puede depender de donde viene. Una iluminación uniforme dará luz suave con un mínimo de sombras y contrastes.

c) Difusión

Para difundir luz que emana de la fuente, las luminarias usan las propiedades de refracción y reflexión de los materiales y sus formas.

d) Luminancia

El término luminancia designa ciertas propiedades que se engloban bajo el término brillo, incorporando consideraciones relativas a la posición del observador situado a cierta distancia y ángulo de una superficie que emite o refleja luz, es la relación entre la luz que abandona la superficie y el área que ésta aparenta para el mismo.

2.5.2 Tipos de iluminación

A continuación se presentan los tipos de iluminación:

a) Iluminación natural

Es la iluminación más económica; entra por las ventanas, puertas y tragaluces. Se obtiene de la luz solar. Su calidad y cantidad dependen de la orientación (norte, sur, este, oeste), de la hora del día, de la estación.

b) Iluminación artificial

Dicha iluminación es un elemento necesario para desarrollar actividades en ambientes u horarios en que no hay luz natural. Hay varios tipos de iluminación artificial según lo que se desea iluminar:

- Iluminación general: Es la iluminación necesaria para reconocer un espacio y para movilizarse con seguridad.
- Iluminación específica: Es indicada para leer, trabajar, es de mayor intensidad que la general.
- Iluminación directa: Ilumina a los objetos o áreas directamente.
- Iluminación indirecta: Ilumina por reflejo los objetos.

Hay varios tipos de lámparas, las cuales se clasifican por el tipo de fuente en:

- De incandescencia
- De descarga
- De vapor de mercurio
- De sodio
- Fluorescentes
- De halógeno

En la siguiente figura se muestra un tipo de bombilla, ahorradora de energía.

Figura 8. Ejemplo de bombilla tipo metalarc



Fuente: Equipos eléctricos, página de Internet: www.electriciansupplies.com

2.6 Equipo de producción

En este apartado se explica brevemente el funcionamiento de los equipos que se encuentran en la línea de producción.

2.6.1 Equipos en la línea de producción

Los equipos que trabajan en las líneas de producción son:

- Encajonadora
- Mezclador paramix
- Transportadores
- Paletizadora

a) Encajonadora

Encajona botellas de diferente tamaño en cajas de plástico. Las botellas entran en la máquina y son llevadas por encima al transportador de cajas. Se agarran las botellas por medio de manguitos elásticos, inflados de aire.

b) Mezclador paramix

El paramix tiene un tanque de doble desaireación que disminuye el contenido de oxígeno de producto terminado, evitando la oxidación prematura de la bebida, permitiendo una carbonatación más eficiente, aun a altas temperaturas.

La desaireación es necesaria en la producción de bebidas carbonatadas, para que el agua que alimenta el sistema contenga la menor cantidad de aire posible, evitando problemas en la dosificación, carbonatación o llenado.

Este paso debe hacerse antes de la carbonatación para facilitar ese proceso y asegurar una satisfactoria operación de llenado. El agua libre de aire absorbe más fácilmente el gas carbónico, lo cual resulta en menor formación de espuma en el llenado.

c) Transportadores

Es por donde se transportan las botellas para ser llenadas de bebida. Poseen un diseño flexible que les permite cubrir un gran rango de aplicaciones.

d) Paletizadora

Es un equipo moderno el cual se dedica a entarimar las cajas con botellas para su posterior transporte por medio del montacargas hacia la bodega de producto terminado.

Aquí se entariman las cajas luego de haber sido cargadas con botellas llenas, por medio de la encajonadora. Es la parte final del proceso de llenado de las botellas.

2.6.2 Descripción de equipos críticos

A continuación se presentan los equipos críticos:

a) Lavadora

Es el equipo que se encarga de lavar a fondo a las botellas, paso previo antes de ser llenadas con bebida. En el lado izquierdo, está la parte de agua y soda y del lado derecho tiene la parte de vapor. Para el lado del agua hay un sistema neumático para la entrada de agua fría. Las botellas entran por un lado y salen por otro. Tienen un largo tiempo de remojo.

El proceso de limpieza lo realiza de forma mixta ya que usa baños de inmersión y de chorros. El rociamiento de chorros tiene como función enjuagar botellas y los conjuntos de cestas. Al finalizar el proceso de limpieza, se debe enfriar y enjuagar las botellas.

Finalmente, las botellas llegan a la zona de enjuague final, que es realizado por el rociamiento de enjuague frío. Este conjunto se forma por tres tubos de rociamiento móviles, que giran sobre su eje, haciendo que el chorro de los surtidores acompañe la boca de las botellas por un tiempo equivalente a la mitad del ciclo de la máquina. Para que se de la eliminación de los residuos cáusticos se da el rociamiento de agua fresca en el interior de las botellas.

b) Máquina llenadora

Pueden llenar en frío o a temperatura ambiente, asegura la conservación de la bebida contra su oxidación y pérdida de CO₂ y un mínimo de mermas durante el proceso de llenado. Tiene automatización parcial, 50% automatizado y 50% mecánico. Pueden procesar botellas de vidrio y de plástico.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Después de diagnosticar las áreas en las que se desarrolló el estudio dentro de la empresa, se describirá la situación actual de cada uno de los seis sectores existentes. Estos sectores se encuentran agrupados en el área de servicios auxiliares del departamento de producción.

3.1 Funcionamiento del área de servicios auxiliares

En esta sección se describirán las instalaciones y la forma de trabajo actual de la planta.

3.1.1 Descripción de las instalaciones

Las instalaciones del área de servicios auxiliares se localizan atrás del área de manufactura donde se elaboran las bebidas gaseosas. Detrás de las líneas de producción se encuentra el área de vapor el cual consta de dos calderas sin usar y dos calderas pirotubulares de 300 bhp que se hallan en funcionamiento. Allí se conectan al centro de distribución por medio de la tubería de vapor y se dirige hacia las líneas y otras áreas. A la par del sector vapor, se encuentra el sector refrigeración, donde se encuentran todos los compresores que trabajan para proveer de la carga de enfriamiento necesaria a las líneas.

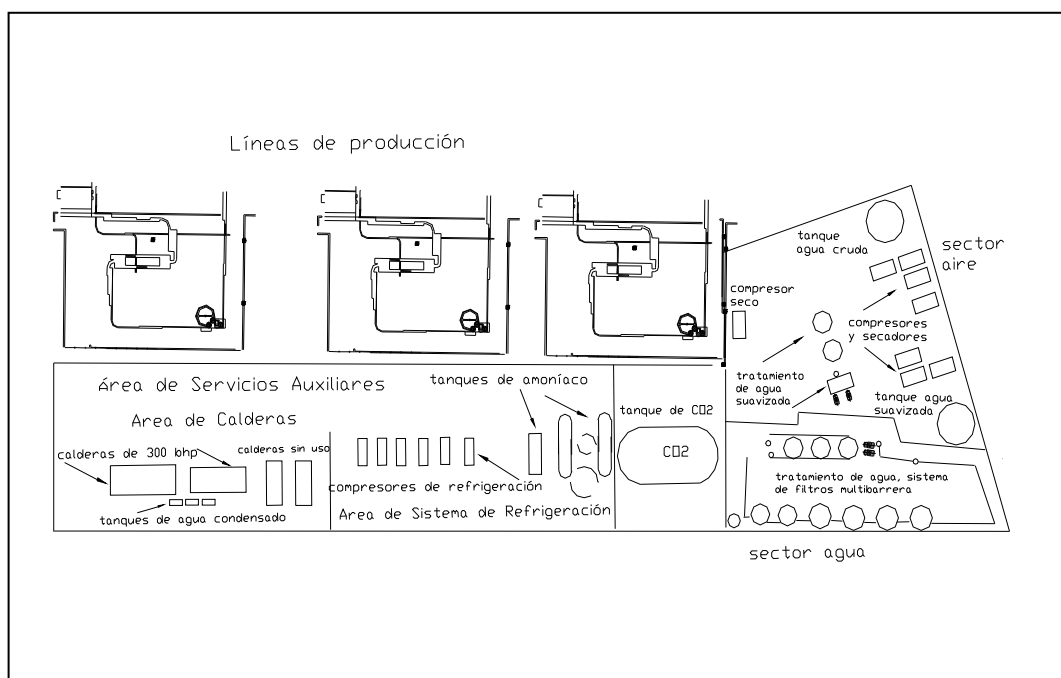
Toda la tubería se ubica en la parte superior de la pared que divide las líneas de producción del área de servicios auxiliares. Los paneles que controlan el sistema eléctrico de los compresores se encuentran dentro del área de refrigeración.

En el sector agua se encuentra el tratamiento de agua para bebida con sus filtros multibarrera. A la par y separados por una pared se encuentra el tratamiento de agua suavizada que se usa para los condensadores evaporativos, calderas y lavadoras.

A la par del tratamiento de agua suavizada se encuentra el sector aire, el cual consta de tres compresores trabajando y uno en reserva para caso de falla o mantenimiento. También se encuentran dos secadores trabajando y uno en reserva. Estos aparatos proveen de aire para los sistemas neumáticos de los equipos que están en las líneas de producción, como por ejemplo en los paletizadores, en las encajonadoras, etc. El aire estéril cuenta con un compresor seco el cual envía el aire hacia el área de llenado. Posee un secador y una batería de filtros para purificar el aire.

A continuación se muestra un mapa de ubicación de las instalaciones del área de servicios auxiliares.

Figura 9. Mapa de ubicación del área de servicios auxiliares



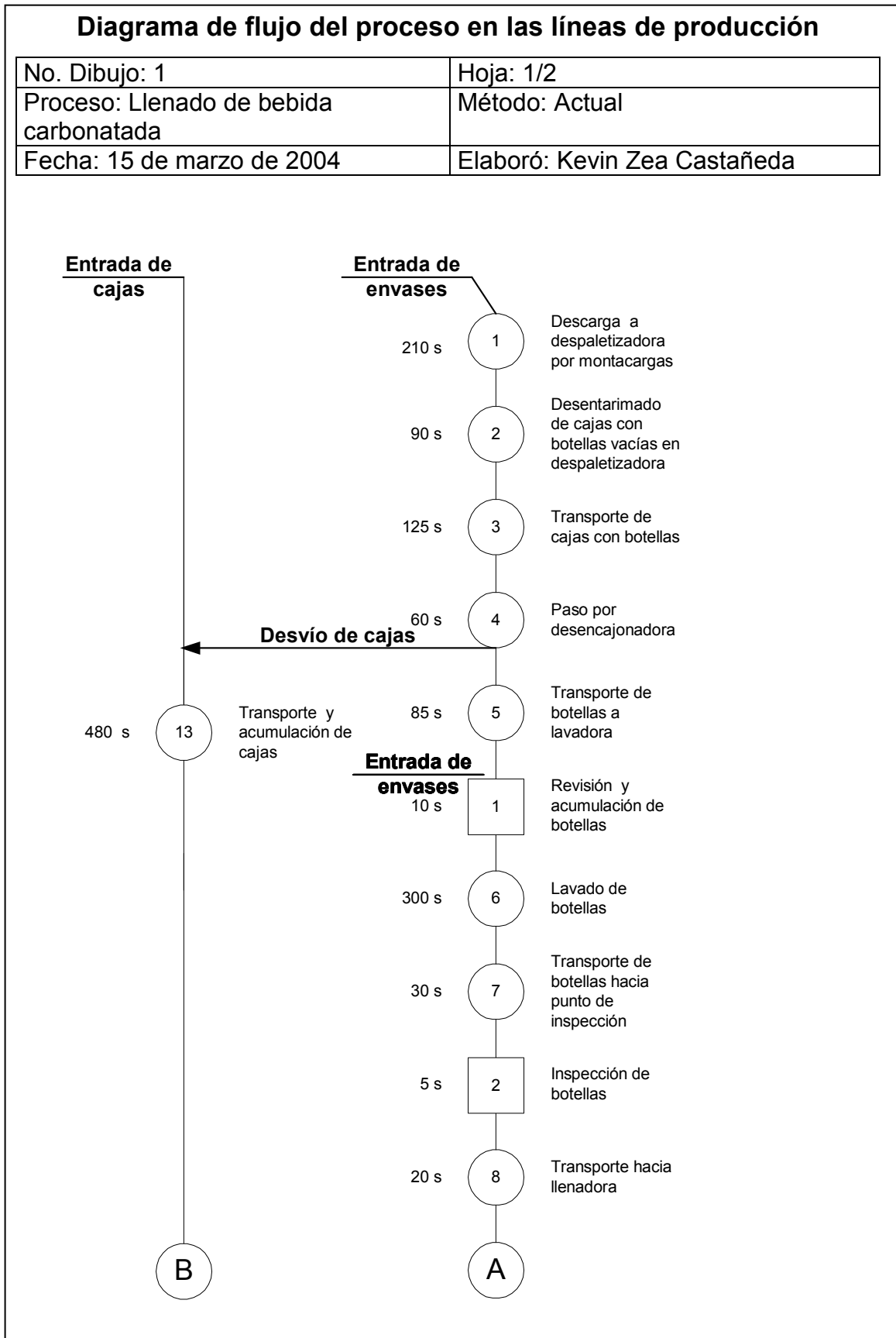
3.1.2 Forma de trabajo actual de la línea de producción

La línea de producción trabaja así:

- 1) Se encuentra la despaletizadora, la cual se encarga de deshacer las tarimas de cajas con botellas que son llevadas por los montacargas que provienen de la bodega de envase.
- 2) Pasan las cajas con botellas hacia la desencajadora, la cual separa las botellas de las cajas.
- 3) Las cajas siguen un camino que las lleva hacia la encajonadora, mientras que las botellas se dirigen hacia la lavadora.
- 4) Luego de lavarlas, las botellas son transportadas hacia la llenadora para abastecerlas con bebida gaseosa y ser selladas por medio de la tapa. Siguen hacia la encajonadora donde se les introduce en las cajas.
- 5) Por último las cajas con las botellas llenas se dirigen a la paletizadora que se encarga de armar las camas de cajas, hasta completar la tarima y transportarla hacia el montacargas que dejará la tarima en la bodega de producto terminado.

A continuación se muestra un diagrama de flujo que explica la forma de trabajo de las líneas de producción.

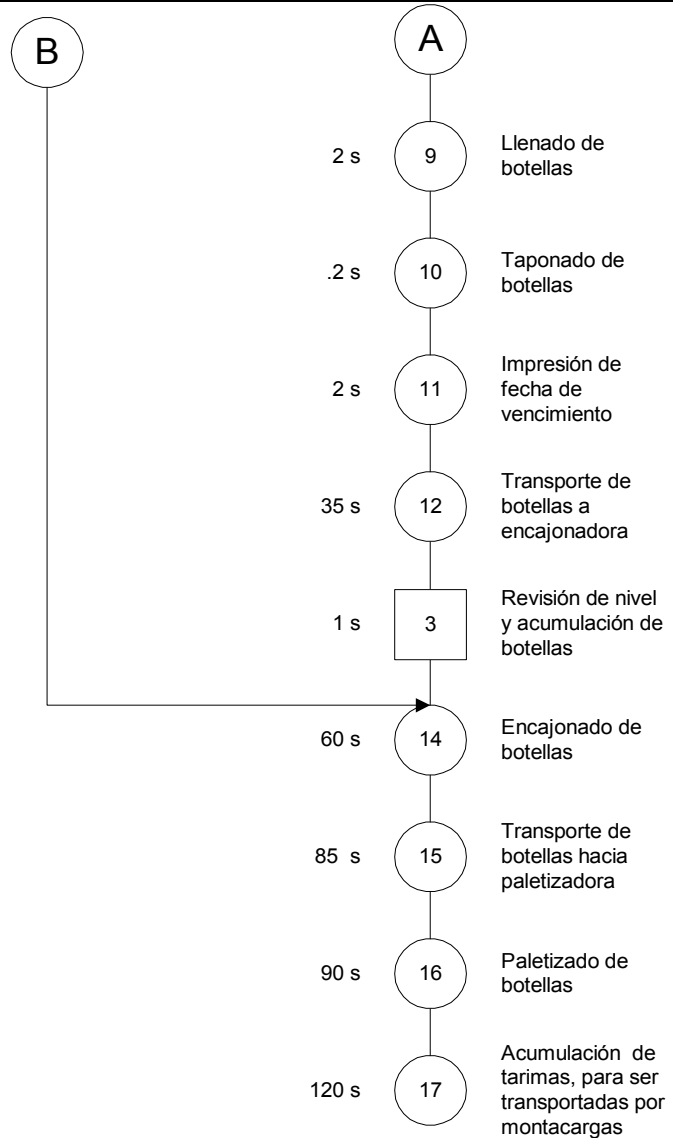
Figura 10. Diagrama de flujo de proceso de las líneas de producción



Continuación

Diagrama de flujo del proceso en las líneas de producción

No. Dibujo: 1	Hoja: 2/2
Proceso: Llenado de bebida carbonatada	Método: Actual
Fecha: 15 de marzo de 2004	Elaboró: Kevin Zea Castañeda



RESUMEN:

Símbolo	Evento	Número	Tiempo (segundos)
○	Operación	17	1796
□	Inspección	3	16
TOTALES:		20	1812

Se presentan varios problemas en este proceso:

- En la primera inspección se tiene muy poco tiempo para revisar de forma adecuada cada botella. Esto provoca más adelante que las pajillas y demás basuras saturen las cajas de retención de la lavadora.
- La velocidad de operación de la lavadora supera la velocidad de llenado lo cual provoca que se pierda energía en esperar que se desahogue la acumulación de botellas. Esto se planteará en la sección de análisis de la máquina de llenado, página 65. El tiempo que se colocó en el diagrama no refleja este problema, ya que esto no se presenta frecuentemente.
- En la lavadora y en la llenadora se desperdicia agua. Se analizará en la sección de puntos de ahorro en los equipos de producción, página 63.
- En la segunda inspección de botellas se analiza si se lavó adecuadamente, pero también sería conveniente revisar el estado de las botellas por medio de un equipo que sea fácil de operar y que marcara la botella antes de retirarla de la línea. Esto con el fin de evitar que estalle en la llenadora y se tenga que detener el proceso de llenado, ya que el choque térmico que sufre en la lavadora, más el uso que se le da, provoca un serio desgaste en la estructura de la botella.
- En la impresión de la fecha de vencimiento, se da el problema que en tres líneas se desperdicia el aire, al producirse un estallido o cambio de sabor, debido a que no se cuenta con un sistema que controle el flujo del aire. Esto se planteará en la sección de revisión de la presión de trabajo, página 47.

3.2 Establecimiento de las demandas de energía y forma técnica de su cálculo

Actualmente la empresa no cuenta con un método para calcular la demanda de energía que tiene, ya que esto lo establece una comercializadora eléctrica, por medio de contadores.

Para calcular las demandas de energía se utilizó la siguiente fórmula, luego de hacer consultas con varios ingenieros eléctricos y electrónicos del área de servicios auxiliares del departamento de producción:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{factor de potencia} * \text{corriente} * \text{voltaje} * 1.73}{1000}$$

Aquí se obtiene el valor en Kilowatts. Se tomó un valor de voltaje de 460 como valor constante, a pesar que en algunos equipos (5% del total) se tuvieran valores por encima o por debajo. Se tomó un factor de potencia de 0.93, ya que era el valor que estadísticamente más se repetía en el banco de capacitores.

Para calcular el consumo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo} = \text{potencia} * \text{horas de trabajo} * \text{número de días de trabajo}$$

Se obtiene el consumo finalmente en Kilowatt-hora (Kwh) por mes. Estas fueron las fórmulas que se usaron para calcular el consumo de los equipos.

Para calcular el consumo de iluminación se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{número de lámparas} * \text{vateaje} * \text{horas de trabajo}}{1000}$$

Donde se obtiene Kilowatt-hora (Kwh), luego se multiplica por el número de días que trabajaron para obtener Kwh al mes. No se usa fórmula para la potencia ya que se conoce ésta por medio de las bombillas.

El cálculo que se realizó tiene un error del 10% y es aproximado ya que las empresas eléctricas fijan el consumo con base a los valores que les da el contador según el valle, diurno y pico.

A continuación se explicará paso a paso el procedimiento utilizado para calcular las demandas de energía, se tomará como ejemplo el cálculo desarrollado en el sector de vapor. Este procedimiento, es el que se utilizó para determinar las demandas de energía de los otros sectores. En los subcapítulos siguientes, del 3.2.1 al 3.2.6, se muestra el procedimiento, pero de forma reducida. Aquí se desarrolla de forma completa.

El primer paso es tomar las lecturas de corriente por medio del amperímetro en los paneles, los cuales controlan el sistema eléctrico y electrónico de todos los equipos de la planta.

Como el sistema es trifásico, se tomaron lecturas de los tres cables que se encuentran a la entrada de los contactores (L1, L2, L3 identifican a cada cable). Para las calderas se obtuvieron las siguientes lecturas:

- Para caldera Cleaver Brooks:

L1= 0.1 A L2=0.2 A L3=0.1 A

Estos valores indican que la caldera no se encuentra trabajando.

- Para caldera York Shipley:

L1= 40.6 A L2=38.7 A L3=36.5 A

El segundo paso es sacar un promedio de las tres lecturas tomadas anteriormente, de la siguiente manera:

No se hará el cálculo para los valores de la caldera Cleaver Brooks ya que no se encuentra funcionando.

Las calderas se rotan una vez por semana, es decir que entra a funcionar una y la otra descansa. Además son exactamente iguales en su capacidad de trabajo ya que las dos son de 300 bhp, por lo que el cálculo no afecta al hacer la analogía que es una misma caldera funcionando durante 1 mes, esto sirve para calcular el consumo mensual en el cuarto paso.

$$\text{Amperaje promedio} = \frac{40.6 + 38.7 + 36.5}{3} = 38.6 \text{ A}$$

El tercer paso es calcular la potencia, usando la fórmula descrita anteriormente:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{factor de potencia} * \text{corriente} * \text{voltaje} * 1.73}{1000}$$

$$\text{Potencia Caldera} = \frac{0.93 * 38.6 * 460 * 1.73}{1000} = 28.57 \text{ kw}$$

El cuarto paso es calcular el consumo de mes de la siguiente forma:

$$28.57 \text{ kw} * 22 \text{ hrs de trabajo al día} = 628.54 \text{ kwh, lo que equivale a un día.}$$

$$628.54 \text{ kwh} * 26 \text{ días de trabajo al mes} = 16, 342.04 \text{ kwh al mes.}$$

3.2.1 Demandas de energía sector aire

A continuación se muestran los pasos para calcular la demanda de energía.

Paso 1. Amperajes promedio

Tabla I. Amperajes promedio de compresores de aire

Compresor kaesser 100 hp = 62.3 A	Secador seks = 5.6 A
Compresor sullair 75 hp = 97.7 A	Secador kaesser = 4.1 A
Compresor sullair 50 hp = 92 A	Secador arrow = 4.4 A
Compresor compair 25 hp = 72 A, de reserva no se toma en cuenta para calcular el consumo.	
Compresor seco = 53.55 A	

Paso 2. Cálculo de la potencia

$$\text{Potencia compresores} = \frac{0.93 * (62.3+97.7+92) * 460 * 1.73}{1000} = 186.5 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia secadores} = \frac{0.93 * (5.6+4.1+4.4) * 460 * 1.73}{1000} = 10.45 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia compresor seco} = \frac{0.93 * 53.55 * 460 * 1.73}{1000} = 39.63 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia total} = 186.5 + 10.45 + 39.63 = 236.58 \text{ kw}$$

Paso 3. Cálculo del consumo mensual

- Compresores:
186.5 kw * 17 hrs * 26 días = 82, 433 kwh al mes.
- Secadores:
10.45 kw * 17 hrs * 26 días = 4, 618.9 kwh al mes.

- Compresor seco:

$$39.63 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 17, 516 \text{ kwh al mes.}$$

$$\text{Consumo total} = 82, 433 + 4, 618.9 + 17, 516 = 104, 568.36 \text{ Kwh}$$

$$\text{Potencia} = 236.58 \text{ Kw} \quad \text{Consumo} = 104, 568.36 \text{ kwh al mes}$$

El aire tiene un alto consumo debido a que tiene dos funciones: la primera sirve para activar los mecanismos hidráulicos de los equipos en línea como son la paletizadora, la encajonadora, entre otros. La segunda sirve para el llenado de las botellas.

3.2.2 Demandas de energía sector agua

A continuación se muestran los pasos para calcular la demanda de energía.

Paso 1. Amperajes promedio

Tabla II. Amperajes promedio de bombas

5 Bombas = 59.83 A	Pozo 2 = 50.37 A
Tratamiento de agua = 141.07 A	Pozo 4 = 60.45 A

Paso 2. Cálculo de la potencia

$$\text{Potencia bombas} = \frac{0.93 * 59.83 * 460 * 1.73}{1000} = 44.28 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia tratamiento} = \frac{0.93 * 141.07 * 460 * 1.73}{1000} = 104.41 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia pozos} = \frac{0.93 * (50.37+60.45) * 460 * 1.73}{1000} = 82.02 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia total} = 104.41 + 44.28 + 82.02 = 230.71 \text{ kw}$$

Paso 3. Cálculo del consumo mensual

- Bombas:
 $44.28 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 19, 571.76 \text{ kwh al mes.}$
- Tratamiento:
 $104.41 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 46, 149.22 \text{ kwh al mes.}$
- Pozos:
 $82.02 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 36, 252.84 \text{ kwh al mes.}$

$$\text{Consumo total} = 19, 571.76 + 46, 149.22 + 36, 252.84 = 101, 973.82 \text{ Kwh}$$

$$\text{Potencia} = 230.71 \text{ Kw} \quad \text{Consumo} = 101, 973.82 \text{ kwh al mes}$$

Se puede decir que el valor del consumo es aceptable ya que el agua es el elemento fundamental para elaborar las bebidas.

3.2.3 Demandas de energía sector vapor

A continuación se muestran los pasos para calcular la demanda de energía.

Paso 1. Amperaje promedio

$$\text{Caldera} = 38.1 \text{ A}$$

Paso 2. Cálculo de la potencia

$$\text{Potencia caldera} = \frac{0.93 * 38.6 * 460 * 1.73}{1000} = 28.57 \text{ kw}$$

Paso 3. Cálculo del consumo mensual

$$28.57 \text{ kw} * 22 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 16, 342.04 \text{ kwh al mes.}$$

$$\text{Potencia} = 28.57 \text{ Kw} \quad \text{Consumo} = 16, 342.04 \text{ kwh al mes}$$

Es el sector que menos consume energía eléctrica, esto es debido a que las calderas usan bunker y diesel como combustible, mientras que la energía la usan en equipos auxiliares.

3.2.4 Demandas de energía sector refrigeración

A continuación se muestran los pasos para calcular la demanda de energía.

Paso 1. Amperajes promedio

Tabla III. Amperajes promedio de compresores, ventiladores

Banco de hielo = 0.6 A	Ventilador condensador # 1 = 5.07 A
Bomba de	Ventilador condensador # 2 = 5.13 A
condensador # 1 = 1.44 A	Compresor # 4 = 59.97 A
Compresor #1 = 50.1 A	Compresor # 5 = 54.65 A
Compresor # 2 = 54.07 A	Compresor # 6 = 48.17 A
Compresor # 3 = 53.2 A	Bomba de condensador # 2 = 5.2 A

Paso 2. Cálculo de la potencia

Potencia Compresores =

$$\frac{0.93 * (50.1+54.07+53.2+59.97+54.65+48.17) * 460 * 1.73}{1000} = 236.95 \text{ kw}$$

Potencia bombas condensadores =

$$\frac{0.93 * (1.44+5.2) * 460 * 1.73}{1000} = 4.91 \text{ kw}$$

Potencia ventiladores condensadores =

$$\frac{0.93 * (5.07+5.13) * 460 * 1.73}{1000} = 7.55 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia banco de hielo} = \frac{0.93 * 0.6 * 460 * 1.73}{1000} = 0.44 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia total} = 236.95 + 4.91 + 7.55 + 0.44 = 249.85 \text{ kw}$$

Paso 3. Cálculo del consumo mensual

- Compresores:

$$236.95 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 104, 731.9 \text{ kwh al mes.}$$

- Bombas condensadores:

$$4.91 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 2, 170.22 \text{ kwh al mes.}$$

- Ventiladores condensadores:

$$7.55 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 3, 337.1 \text{ kwh al mes.}$$

- Banco de hielo:

$$0.44 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 194.48 \text{ kwh al mes.}$$

$$\text{Consumo total} = 104,731.9 + 2,170.22 + 3,337.1 + 194.48 = 110,433.7 \text{ Kwh}$$

$$\text{Potencia} = 249.85 \text{ Kw} \quad \text{Consumo} = 110,433.7 \text{ kwh al mes}$$

Es el segundo sector que más consume energía, lo cual es normal debido a que es el responsable del enfriamiento de la bebida.

3.2.5 Demandas de energía sector iluminación

A continuación se muestran los pasos para calcular la demanda de energía.

Paso 1. Cálculo de la potencia

Para calcular la potencia en este caso es más fácil, ya que las bombillas indican el valor de la misma. Se usa la fórmula que se describió en la sección 3.2, para el cálculo del consumo de iluminación.

En este caso se tienen 73 lámparas de 250 watts en el área de llenado, 60 lámparas de 400 watts en el área de transporte, 3 lámparas de 175 watts también en el área de llenado y 28 lámparas de 250 watts repartidas entre las dos áreas.

$$\text{Consumo bombillas de 250 watts} = \frac{73 * 250 * 24}{1000} = 438 \text{ kwh}$$

$$\text{Consumo bombillas de 400 watts} = \frac{60 * 400 * 12}{1000} = 288 \text{ kwh}$$

$$\text{Consumo bombillas de 175 watts} = \frac{3 * 175 * 12}{1000} = 6.3 \text{ kwh}$$

$$\text{Consumo bombillas de 250 watts} = \frac{28 * 250 * 12}{1000} = 84 \text{ kwh}$$

$$\text{Consumo total por día} = 438 + 288 + 6.3 + 84 = 816.3 \text{ kwh}$$

Paso 2. Cálculo del consumo mensual

$$816.3 * 26 = 21,223.8 \text{ kwh al mes.}$$

$$\text{Consumo} = 21,223.8 \text{ kwh al mes.}$$

A pesar de tener tantas bombillas de gran vateaje y de mantener la mitad de ellas encendidas todo el día, es uno de los sectores que menos consumo presenta.

3.2.6 Demandas de energía de los equipos de producción

A continuación se muestran los pasos para calcular la demanda de energía.

Paso 1. Amperajes promedio

Tabla IV. Amperajes promedio de líneas

Línea 1 = 145.67 A	Línea 3 = 171.9 A
Línea 2 = 158.79 A	Línea 4 = 86.43 A

Paso 2 Cálculo de la potencia

$$\text{Potencia línea 1} = \frac{0.93 * 145.67 * 460 * 1.73}{1000} = 107.81 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia línea 2} = \frac{0.93 * 158.79 * 460 * 1.73}{1000} = 117.52 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia línea 3} = \frac{0.93 * 171.9 * 460 * 1.73}{1000} = 127.22 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia línea 4} = \frac{0.93 * 116.36 * 460 * 1.73}{1000} = 86.12 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia total} = 107.81 + 117.52 + 127.22 + 86.12 = 438.67 \text{ kw}$$

Paso 3. Cálculo del consumo mensual

- Línea 1:
 $107.81 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 47,652.02 \text{ kwh al mes.}$
- Línea 2:
 $117.52 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 51,943.84 \text{ kwh al mes.}$
- Línea 3:
 $127.22 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 56,231.24 \text{ kwh al mes.}$
- Línea 4:
 $86.12 \text{ kw} * 17 \text{ hrs} * 26 \text{ días} = 38,065.04 \text{ kwh al mes.}$

Consumo total =

$$47,652.02 + 51,943.84 + 56,231.24 + 38,065.04 = 193,892.14 \text{ Kwh}$$

$$\text{Potencia} = 438.67 \text{ Kw} \quad \text{Consumo} = 193,892.14 \text{ kwh al mes}$$

La línea de producción es el sector que tiene el mayor consumo de la planta, lo que es lógico debido a que concentra el mayor número de equipos.

3.3 Identificación de las oportunidades de ahorro de energía y formas técnicas de cálculo de ahorro

En esta sección se analizarán los problemas, las oportunidades de ahorro, que se encuentran en los distintos sectores de la planta.

3.3.1 Puntos de ahorro sector aire

Este sector dentro de la empresa de bebidas carbonatadas consta de tres compresores trabajando y uno en reserva para caso de falla o mantenimiento. Todos son de tipo tornillo, como se explica en la sección de tipos de compresores en la página 8. También se encuentran dos secadores trabajando y uno en reserva, estos son del tipo de refrigeración. Estos aparatos proveen de aire a los sistemas neumáticos de los equipos que están en las líneas de producción.

El aire estéril cuenta con un compresor seco de tornillo el cual envía el aire hacia el área de llenado. También posee un secador y una batería de filtros para purificar el aire.

Existe un problema potencial en el futuro, ya que los tres compresores que funcionan tienen capacidades de 50, 75 y 100 Hp, siendo este último el líder ya que es el que suple la mayor cantidad de aire. El compresor de 50 Hp funciona cuando aumenta la demanda.

El problema se dará al salir de funcionamiento el compresor de 100 Hp, ya sea por mantenimiento o por falla, ya que el compresor de reserva es de 25 Hp. No hay forma de compensar los 175 Hp combinados de los compresores con más capacidad que trabajan actualmente ya que juntando los otros tres se obtiene una capacidad de 150 Hp y provocará que al menos una línea no trabaje.

3.3.1.1 Análisis de fugas del sistema de aire

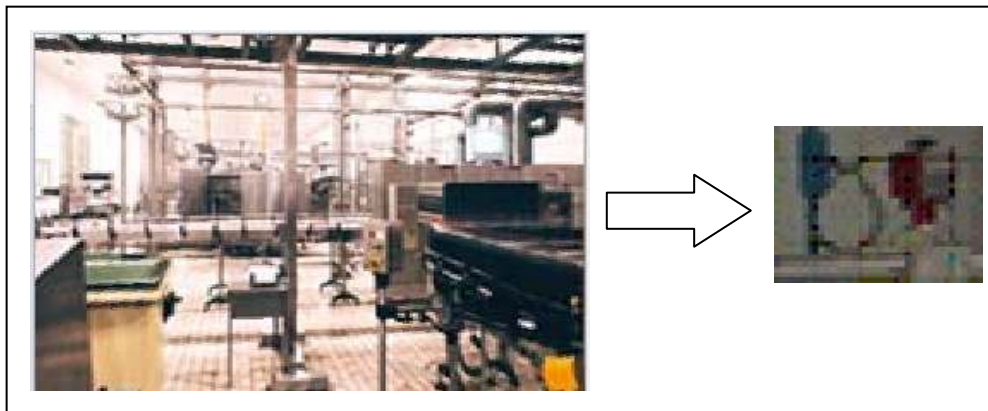
En las líneas de producción se presenta un problema con respecto a pequeñas fugas ubicadas en las mangueras de conexión a válvulas y unidades de mantenimiento. Esto se observa al caminar ya que se puede escuchar fácilmente el sonido de un siseo, que proviene de una manguera, de 8mm de diámetro, con fuga.

Estas mangueras se encuentran conectadas a válvulas actuadas u otros equipos como unidades de mantenimiento que filtran el aire antes de llegar a los equipos donde se utiliza, como la llenadora, y al haber fuga genera un poco de caída de presión. El problema es que la suma de todas las pequeñas fugas en cada una de las cuatro líneas genera una caída de presión considerable. Estas fugas son provocadas por descuidos de los operarios, que al transitar rápidamente por el área de llenado, tropiezan con la conexión desconectándola.

En la figura 11 se muestra el área de una de las líneas de producción, donde se produce el problema descrito anteriormente. En la flecha se expone una válvula con una conexión por medio de una manguera.

En la figura 12 se muestra el problema de la acumulación de mangueras, provocando que al caminar de forma descuidada se destraben las conexiones de aire.

Figura 11. Foto de área de llenado, líneas de producción



Fuente: Manual de Buenas Prácticas, pág 35.

Figura 12. Foto de mangueras de conexión



Fuente: Manual de Buenas Prácticas, pág 38.

3.3.1.2 Análisis de los secadores

El problema radica en la tubería que transporta el agua que drenan los secadores ya que a pesar de que la conexión va al drenaje, hay una ruptura en un tramo de la tubería lo que provoca que toda el agua caiga al piso y se forme una acumulación de agua.

No se ha revisado esto debido a que los compresores se encuentran en el área de agua suavizada y éste es un lugar muy poco inspeccionado.

En el compresor seco, el problema estriba en que no se ha instalado la tubería que lleve el agua del drenado hacia el drenaje y esto provoca que caiga el agua al piso.

3.3.1.3 Revisión de la presión de trabajo

La presión de trabajo se tiene en un rango de 100 -110 psi lo cual es elevado ya que lo que demandan las líneas de producción es un valor de 80 – 90 psi. Esto es normal debido a que conviene tener mayor presión en caso de un crecimiento de la demanda, dicho aumento se reserva en los tanques pulmón.

El problema radica en tener una caída de presión de 5 psi en todo el sistema, provocando una ligera pérdida de aire si se toma en cuenta que los manuales recomiendan mantenerla en un máximo de 3 psi.

Este problema no se debe a los compresores sino a dos aspectos:

- 1) Fuga de mangueras aspecto que ya se mencionó en la sección de análisis de fugas, página 45.
- 2) Pérdida de aire innecesaria que se da en tres líneas al momento de secar las botellas, antes de ser impresas con la información de caducidad del producto.

No existe un control del paso de aire de forma automática que desconecte el flujo de aire al momento en que se detiene el transporte de las botellas en el equipo de secado, para evitar que salga aire constantemente.

Y no sería mucho problema pero el transporte se detiene constantemente debido a:

- Saneamiento de la llenadora
- Paros por problemas en la línea
- Paros por estalladura de botella

3.3.2 Puntos de ahorro sector agua

El sector agua posee el tratamiento de agua para bebida con sus filtros multibarrera. A la par y separados por una pared se encuentra el tratamiento de agua suavizada que se usa para los condensadores evaporativos, calderas y lavadoras.

A la par del equipo de agua suavizada se encuentran las bombas que traen el agua de los pozos y que luego es bombeada a las cisternas de agua cruda. Hay también bombas que se encargan de enviar agua del cisterna de agua cruda a toda la red de la planta para sus diversos usos.

Aquí los problemas que se dan se deben a fugas existentes en toda la red, al desperdicio de agua que se da en los equipos de bombeo que se encuentran en el área de llenado de las líneas. Principalmente se desperdicia agua en las lavadoras, pero este análisis se detallará en la sección de puntos de ahorro en equipos de producción.

En las siguientes figuras se muestran los puntos de desperdicio de agua dentro del área de producción.

Figura 13. Plano de pérdidas de agua en las líneas de producción

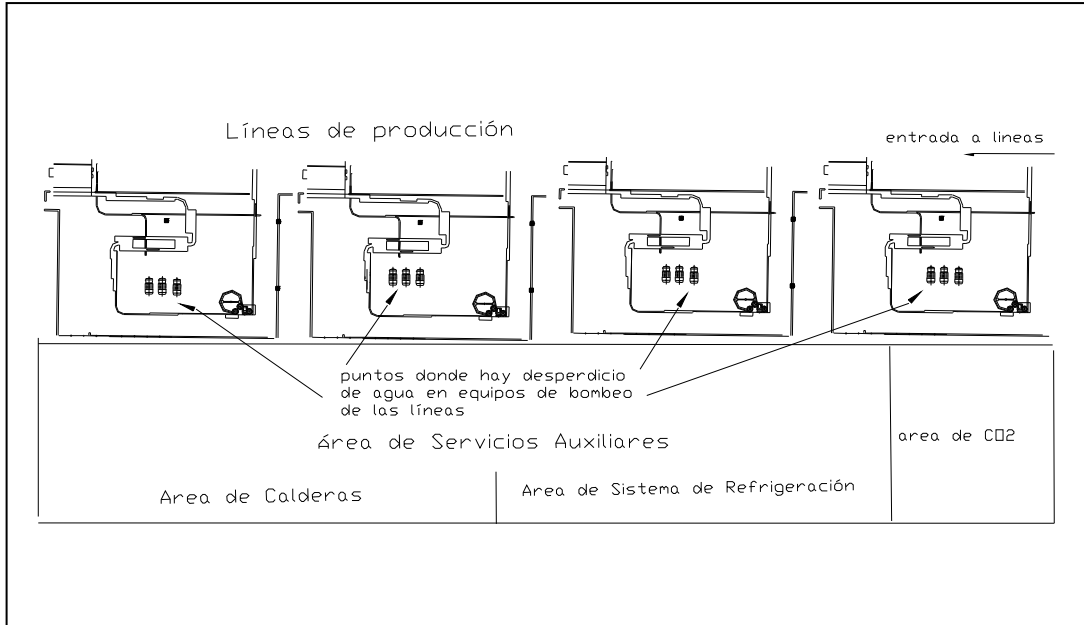
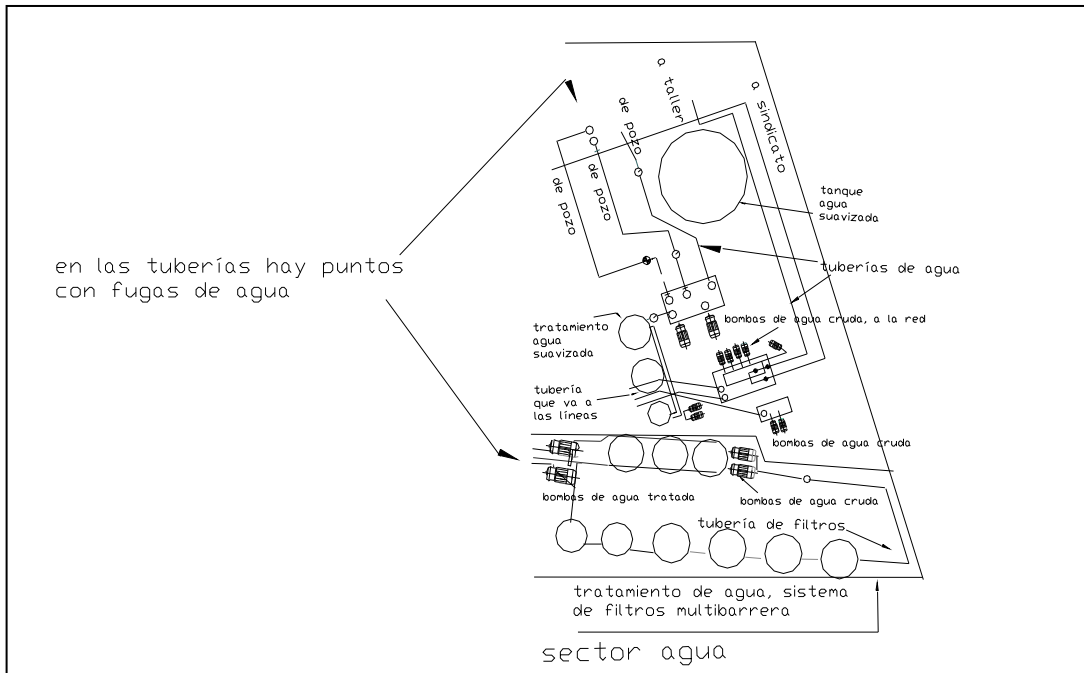


Figura 14. Plano de fugas de agua en las tuberías de la red



3.3.2.1 Fugas en la red

En toda la red no se encuentran fugas, pero cuando aparecen se dan más frecuentemente en las líneas de producción, donde hay un mayor manejo de las llaves de agua. Esto ocasiona problemas porque los operarios no utilizan las llaves con el cuidado que deberían, debido a que la mayoría de llaves se encuentran en tuberías con un soporte débil lo que provoca que al manejarlas de forma brusca, las conexiones como codos, se destraben iniciando una fuga.

También se encuentran llaves quebradas parcial o totalmente en toda la planta.

En la tubería mayor (de 2" en adelante) rara vez se presentan fugas ya que se encuentran en lugares altos. Sin embargo en el área de techo, en el área de bodega y cerca de algunos pozos se presentan fugas ocasionales debido a trabajos que se realizan cerca de las tuberías.

Todo esto genera el problema de mantener permanentemente fugas en la planta.

3.3.2.2 Verificación del equipo de bombeo

En las bombas de pozos y cisternas no se presentan mayores problemas gracias al mantenimiento regular.

En las bombas sanitarias se tienen problemas con el agua de lubricación ya que se está tirando el agua al drenaje.

Con las bombas de vacío también se tiene problema con el agua ya que parte de ésta se va a los cisternas de agua cruda, pero la restante se va al drenaje.

El problema en las bombas sanitarias radica en que el agua de lubricación se proporciona de forma incontrolada ya que nadie cierra las llaves de las mangueras que van a dar a las bombas, saliendo agua todo el tiempo.

No toda la red de tuberías de las bombas de vacío del área de llenado, están conectadas a una tubería unificada que transporte el agua hacia los cisternas de agua cruda. Entonces al no retornar no se aprovecha el agua y se tira directamente al drenaje.

Esto ocasiona problema ya que por un lado se pierde la oportunidad de ahorrar agua y por el otro se gasta energía en sacar el agua de los pozos.

3.3.2.3 Gasto de agua

Se tiene el problema de que se consume demasiada agua aumentando el indicador de agua. Esto se debe a que actualmente no se encuentran optimizados los equipos de trabajo en las líneas como lo son las lavadoras, las llenadotas y los rociadores de agua.

En el caso de los rociadores de agua, se da un problema muy similar al que ocurre con los secadores de aire, ya que no hay un sistema de cierre automático de salida de agua, al detenerse el transporte de botellas, dejando escapar agua.

Otro problema grave es que la mayor parte del personal no tiene conciencia del cuidado del agua y la usan en grandes cantidades sin pensar en el hecho de que dentro de algunos años, los pozos de la planta se van a agotar, provocando el traslado de la misma.

También hay que resaltar que se pierde mucha agua en los retrolavados de los filtros de tratamiento de agua. Esto se debe a que los métodos actuales utilizan demasiada agua en cada etapa de los retrolavados (lavados a contraflujo) aunado al hecho de que éstos son diarios en el caso del agua de suavización y semanales en el agua de tratamiento, provocan que inevitablemente se incremente el indicador de agua.

3.3.3 Puntos de ahorro sector vapor

Este sector se encuentra detrás de las líneas de producción el cual consta de dos calderas sin usar y dos calderas pirotubulares de 300 bhp que se encuentran en funcionamiento pero de forma alternada ya que funciona una caldera una semana y luego descansa la siguiente semana. Allí se conectan al centro de distribución por medio de la tubería de vapor y se dirige hacia las líneas, a las cocinas y a los filtros de carbón y al depósito de bunker.

Los problemas que se tienen son con respecto a las trampas de vapor y con los tanques de almacenamiento de condensado. Esto se analizará en las siguientes secciones.

Las tuberías del equipo de calderas discontinuadas deberían quitarse ya que no transportan vapor y provocan más caos en la red de tuberías debido a que hay tramos que se prolongan hacia las lavadoras y hacia el área de cocina.

3.3.3.1 Revisión del estado de tubería y trampas de vapor

La tubería se encuentra recubierta en un 90%, tanto la tubería de distribución como la de retorno de condensado.

Con respecto a las trampas de vapor se tiene el problema que no se les revisan con la frecuencia necesaria y eso origina problemas a la hora de la distribución de vapor ya que se encuentran sucios los filtros y provocan que se tapen las trampas. Es más, en la línea 2 se encuentran todas las trampas tapadas.

El problema se da en las trampas que van a las lavadoras y las que van hacia la cocina, ya que se tiene que usar más vapor del necesario debido a que la suciedad presente en las trampas de vapor provocan el paso de vapor además del drenado del condensado, provocando un mayor consumo de bunker.

Además si la trampa falla abierta se tiene mayor consumo de combustible. Si falla cerrada provocará que salga vapor húmedo debido al paso de condensado.

Existen alrededor de 30 trampas de vapor en total en la red de tubería, la mayoría se encuentra en la tubería que va del lado de las lavadoras y de las cocinas, estando aproximadamente la mitad tapadas.

3.3.3.2 Chequeo de la línea de retorno del condensado

Aquí se da la situación de que la tubería se encuentra en buen estado, no se encuentran fugas, no hay problemas con los cheques.

Donde si hay problema es en los tanques receptores de condensado ya que estos son tres que se encuentran interconectados de tal forma que provocan un descenso en la temperatura, en vez de mantenerla uniforme.

Al primer tanque llega el condensado a gran temperatura cerca de 205°F y se dirige hacia la primera caldera, a ésta llega el condensado con una temperatura adecuada.

Pero la segunda caldera recibe el agua del tercer tanque, que a su vez viene del segundo tanque, quien recibe el condensado del primer tanque, el cual va con una temperatura de cerca de 110°F.

Con esto el agua del retorno de condensado pierde eficiencia calorífica, debido a la pérdida de casi 100°F y provoca que se gaste más bunker para calentar el agua.

Otro problema que se da y que repercute en el gasto de agua es un arrastre de agua en la caldera. Esto debido a que los valores del contador de agua suavizada salieron elevados.

A continuación se muestran los datos tabulados del consumo de agua en metros cúbicos durante la semana del 31 de enero al 6 de febrero del 2004, donde se observan los picos que se dieron los días 31, 1, 4 y 5 lo cual indicaba el aumento repentino del consumo de agua debido al arrastre de la caldera.

Tabla V. Datos del consumo de agua suavizada de la caldera

FECHA	LECTURA DE CALDERA (M³)
31-Ene	30.1
01-Feb	57.9
02-Feb	18.9
03-Feb	5.3
04-Feb	90.6
05-Feb	156.5
06-Feb	20.2

3.3.3.3 Verificación del ajuste de los gases

El nivel de los gases se encuentra en general en buen estado ya que cumplen con los requerimientos de los manuales de las calderas.

Esto se comprobó fácilmente al usar el medidor de gases para calderas, bacharach, el cual consta de una manguera que se introduce en un agujero que posee la chimenea de la caldera en su parte inferior y por medio de una bomba manual se atrapa el gas que sale de la caldera hacia la chimenea, a un recipiente para analizar oxígeno. La misma operación se realiza para analizar dióxido de carbono, en otro recipiente.

Estos recipientes contienen un reactivo el cual arroja el porcentaje de presencia del elemento que se analiza. Los valores máximos permitidos son de 14 % de dióxido de carbono (CO_2) y de 4% para oxígeno (O_2). En la siguiente tabla se muestran los análisis obtenidos del medidor de gases.

Tabla VI. Datos del análisis químico

CO2	O2
13%	6%
10%	11%
10%	9.50%
11%	7.50%
13.50%	6%
14%	4.5%

Después de graduar el registro se obtuvieron los valores más cercanos a los recomendados para tener una buena combustión, los cuales fueron 14 % de CO_2 y 4.5% de O_2 .

En dicho análisis, se presentaron variaciones con los porcentajes de los gases. Para corregir esto se debe calibrar el registro hasta que la medición del nivel de los gases presente los valores correctos.

Aquí si se da un poco de dificultad a la hora de ajustar los gases, ya que hay que mover poco a poco el registro de combustible para ir adecuando al nivel de gas deseado.

Realmente no se encontraron problemas en la verificación de los gases. El problema es que esta verificación no se lleva de forma rutinaria, lo cual ayudaría a mantener una llama bien graduada, evitando así gastos de combustible innecesarios, aprovechando al máximo la energía.

3.3.4 Puntos de ahorro sector refrigeración

En este sector se encuentran todos los compresores de refrigeración trabajando para proveer de la carga de enfriamiento necesaria a las líneas. Cabe resaltar que cada dos días rotan al compresor líder, quien es el que suple la mayor demanda de carga de enfriamiento.

Toda la tubería de distribución se ubica en la parte superior de la pared que divide las líneas de producción del área de servicios auxiliares. Los paneles que controlan el sistema eléctrico de los compresores se encuentran dentro del área de refrigeración, facilitando con esto el manejo de los compresores. La tubería de los condensadores evaporativos baja del techo y llega al área de compresores.

En sí los problemas que se encontraron se refieren a tipos de válvulas que se podrían mejorar para optimizar el trabajo de refrigeración, así como limpieza a trampas y cheques, los cuales se encuentran sucios.

Las presiones de trabajo se encontraron bajas respecto a lo que se puede encontrar en otras empresas embotelladoras. En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos de la presión de los compresores de refrigeración de otras empresas.

Tabla VII. Datos de presiones de compresores

Empresa	Presión
Empresa de Bebidas Carbonatadas	25 psi
Pepsi Cola	28 psi
Cervecería Centroamericana	30 psi
Cervecería Río	32 psi

3.3.4.1 Verificación de los parámetros de trabajo

En los parámetros de trabajo también se encuentra la presión, pero éste se analizará en la siguiente sección.

El parámetro de embotellado se mantiene en un mismo nivel promedio para todas las líneas, siendo éste de aproximadamente 350 lt/min. Sólo se altera este valor por problemas serios en las líneas, como en el caso de que algún equipo tenga un problema mecánico.

La temperatura al inicio del enfriamiento de la bebida es de 86°F y al final es de 36°F, lo cual indica que se encuentran entre los rangos de comportamiento ideal de la bebida. Hay momentos en los que se presentan pequeñas variaciones en la temperatura, pero en estos casos lo que se hace es llamar al técnico en refrigeración, quien es el encargado de detectar el problema y de corregirlo de la forma más rápida posible.

El parámetro de capacidad de enfriamiento no presenta problemas. Actualmente trabajan seis compresores y aunque hay otro compresor de mayor capacidad que no está en funcionamiento, se genera el enfriamiento necesario para las líneas de producción.

El compresor de mayor capacidad se encuentra fuera de servicio debido a fallas en el sistema electrónico.

Esto provoca que trabajen completamente los otros seis compresores sin descanso ocasionando desgaste prematuro, ya que al trabajar los siete se repartiría la carga de trabajo, pudiendo descansar uno de ellos por semana.

3.3.4.2 Análisis de las presiones de trabajo

Las presiones de trabajo no presentan problemas, para los dos tipos de presión.

La alta presión oscila alrededor de 150 psi, lo cual está en un valor aceptable. Pero al aumentar esta presión, en el área de llenado si provocaría problemas. Al darse el aumento de presión existe un mecanismo de válvulas que llevan el amoníaco hacia un tanque de almacenamiento, dejando de almacenar hasta que la presión regrese a 150 psi.

La baja presión que se da en los compresores es de 25 psi, esta presión se puede mejorar. El problema que se tiene es que está baja, con respecto al nivel de presión que se maneja en otras industrias similares, ver tabla VII página 57.

3.3.4.3 Revisión del sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración está sin problemas en la parte de equipos, los compresores son adecuados a la necesidad de enfriamiento existente.

Se cuenta con cinco condensadores que funcionan según la demanda de las líneas. Por lo regular hay un condensador líder quien es el que supe la mayor parte de la demanda y se acompaña de otro. Esto asegura que al aumentar la demanda de refrigeración entrarán en funcionamiento conforme se requiera uno por uno, además de los dos que trabajan normalmente.

Se tiene problemas con la trampa de succión ya que debería ser de mayor tamaño y se debería aislar. Con los cheques se tiene el problema de que se encuentran muy sucios.

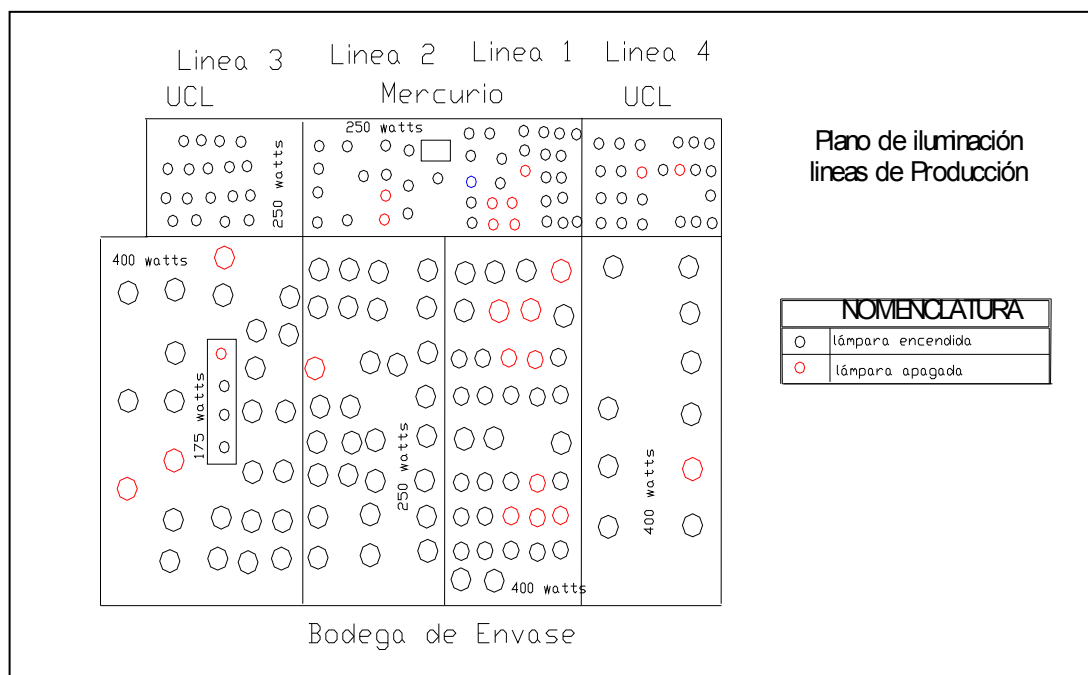
3.3.5 Puntos de ahorro sector iluminación

Este sector se enfoca básicamente en las líneas de producción y se divide en dos sectores: el área de llenado y el área de transportes de botellas. Se tiene el problema de que existen varias lámparas quemadas en las líneas, en el área de llenado y en el área de transportes.

3.3.5.1 Análisis de lámparas

En la figura 15 se muestra un plano de las líneas de producción en el que se observa la distribución actual de las lámparas en ambos sectores. La mayoría de éstas se encuentran en buen estado y funcionan las 24 horas en el área de llenado y casi 12 horas en el área de transportes.

Figura 15. Plano de distribución alumbrado en líneas



En este plano se muestra en la parte superior el área de llenado de las bebidas, en donde se concentra el mayor número de bombillas, siendo un total de 82. El número elevado de bombillas se debe al hecho de que es un lugar encerrado en el que son pocos los espacios donde entra luz natural y además se trabaja las 24 horas.

En la parte inferior se observan cuadros más grandes, que representan el área de transportes. Juntando las dos partes se obtiene la línea completa y cada una se indica en la parte superior. Se encuentran divididas por una pared.

En las dos áreas se indica el valor de los watts, así como el tipo de iluminación que posee. Para las líneas 1 y 2, las bombillas son de tipo mercurio, mientras que para las líneas 3 y 4 son de tipo UCL.

El problema es que existen 24 lámparas quemadas y que no han sido cambiadas. En el plano se señalan estas bombillas con un círculo con bordes en tono débil, mientras que las bombillas que funcionan están con bordes en tono fuerte, esto se puede apreciar en la nomenclatura.

3.3.5.2 Sensores de ocupación

No existen sensores para controlar el encendido de las lámparas en los lugares de paso en las líneas.

Un análisis que se realizó por medio de la inspección visual de las líneas de producción permitió descubrir un problema con el apagado de las lámparas. El control de encendido de las lámparas es manual y esto provoca que a los operarios se les olvide apagarlas cuando la iluminación natural ya tiene el nivel necesario para trabajar, permaneciendo varios minutos, incluso horas, encendidas fuera del tiempo normal. Con esto se desperdicia energía eléctrica y se debe pagar más, por consumo que se podría evitar.

Las luces generalmente permanecen encendidas de 5:30 AM a 8:00 AM y en la noche sólo es de 5:30 PM a 6:00 PM de lunes a sábado en el área de transportes. En el área de llenado permanecen encendidas las 24 horas, pero se podría ahorrar unas 2 horas diarias ya que hay una hora con 45 minutos después del saneo en que no permanece personal.

Además en las otras líneas hay días en los que no se permanecen llenando envases los 2 turnos, por lo que quedan encendida esa parte del área de llenado unas 8 horas, lo que equivale un turno.

En promedio permanecen encendidas unas 5 horas extras al día generando un consumo extra de:

$$\text{Consumo bombillas de 250 watts} = \frac{73 * 250 * 2}{1000} = 36.5 \text{ kwh}$$

$$\text{Consumo bombillas de 400 watts} = \frac{60 * 400 * 3}{1000} = 72 \text{ kwh}$$

Lo que da un total de 108.5 kwh y representa el 13.29 % del consumo total por día de 816.3 kwh. Este cálculo se obtuvo en la sección 3.2.5 Demandas de energía sector iluminación, página 41.

Con la instalación de los sensores se evitará el uso innecesario de energía eléctrica durante el día o en horas de no producción.

3.3.5.3 Nivel de iluminación

En la tabla que se muestra a continuación se muestran los resultados de los valores promedio obtenidos por área, según estudios de nivel de iluminación realizados en años recientes.

Tabla VIII. Resultados de estudios de iluminación

Area	Línea	Nivel (lúmenes)
Transporte	1	19 000 000
Transporte	2	14 500 000
Transporte	3	12 500 000
Transporte	4	5 000 000
Llenado	1	13 500 000
Llenado	2	7 500 000
Llenado	3	9 500 000
Llenado	4	11 000 000

Con esto se determinó que existe un buen nivel de iluminación dentro de las áreas de trabajo de la planta. Esto se pudo comprobar por medio de un aparato electrónico llamado luxómetro, el cual se colocó debajo del sitio iluminado, buscando estar en la intersección de la iluminación de dos lámparas con el objeto de conocer el nivel de iluminación que se tenía en las partes más alejadas. Este estudio fue requerido por el superintendente de producción, para conocer el nivel de iluminación de la planta.

En la comprobación se obtuvo los mismos valores que estaban en el estudio, por lo que no se analizó la planta por completo, sino sólo una parte a manera de verificación, esto se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla IX. Comparación entre estudio y comprobación

Area	Línea	Nivel (lúmenes), según estudio	Nivel (lúmenes), según comprobación
Transporte	1	19 000 000	19 000 000
Transporte	2	14 500 000	14 500 000
Llenado	3	9 500 000	9 500 000
Llenado	4	11 000 000	11 000 000

Además al comparar con las tablas que existen para iluminación en industrias de bebidas se encuentra que la empresa se encuentra entre los rangos que se exige a nivel mundial. Esta tabla se muestra a continuación:

Tabla X. Tablas de iluminación standard

Area	Línea	Nivel (lúmenes)
Transporte	con lavadora	12 000 000 - 20 000 000
Transporte	sin lavadora	4 000 - 5 500
Llenado		7 000 – 14 000

Los tragaluces que se tienen en el techo complementan la iluminación en el lugar ya que aprovechan de forma correcta la luz solar y la proyectan sobre las líneas de una forma eficiente.

El problema que se tiene es que hay mejor iluminación en la línea 4 respecto a las otras líneas pero realmente no es mucha la diferencia, porque en horas de la noche el nivel de iluminación es bueno.

3.3.6 Puntos de ahorro en los equipos de producción

Aquí se presentan varios problemas en este sector. Los equipos que más dificultades provocan en la línea son las lavadoras.

Esto se debe a que el mecanismo de funcionamiento ha sido modificado en varias ocasiones provocando que no trabajen de forma óptima. Por otro lado en las llenadoras se tienen problemas con el agua de saneo, estos problemas son ajenos al funcionamiento del equipo, más bien se dan por la forma de trabajo del saneo.

3.3.6.1 Análisis de la lavadora de botellas

El problema que se tiene actualmente es precisamente en las lavadoras, donde se tiene el mayor gasto de agua de toda la planta ya que se le han hecho modificaciones mecánicas a los diferentes mecanismos que controlan el seguimiento de las botellas a la hora del rociado con agua.

Dichas modificaciones son debidas a las diferentes necesidades que ha tenido la planta con el correr del tiempo.

En la siguiente tabla se muestran los consumos que tienen las lavadoras en una semana típica de trabajo.

Tabla XI. Consumos de agua de lavadoras

FECHA	CONSUMO DE LAVADORA LINEA 1 (M ³)	CONSUMO DE LAVADORA LINEA 2 (M ³)	CONSUMO DE LAVADORA LINEA 3 (M ³)
2-Feb	291.3	261	232
3-Feb	301.1	295	290
4-Feb	88.8	200	356
5-Feb	309	350	397
6-Feb	165.3	220	288

Con esto se nota que el consumo de agua de las lavadoras es en promedio de 250 metros cúbicos, hay dos valores que salieron menores a 200 metros cúbicos y esto se debe a paradas por algún problema en la línea. Se debería consumir 1/3 del consumo actual.

La problemática se centra en que se usa un 40%, (100 m³), de los 250 metros cúbicos de agua en los enjuagues, sobre todo en el enjuague final, esto debido a que posee diámetros grandes en las boquillas de flujo de agua. El mecanismo de seguimiento de las botellas no funciona.

Este desperdicio de agua aparte de generar un gasto para la empresa debido al consumo provoca un aumento dramático en el indicador de agua, este indicador se explicará en el capítulo 4, página 70 y es esto precisamente lo que preocupa a la gerencia de la empresa ya que se debe bajar dicho nivel que se encuentra en 4.3 a un 3.5 para finales de año.

3.3.6.2 Análisis de la máquina de llenado

En las llenadoras el problema no se da exactamente por culpa del equipo sino por el saneamiento que se realiza luego del cambio de sabor ya que se usa demasiada agua en cada etapa del saneo.

El saneo de la llenadora es una parte esencial del proceso de cambio de sabor ya que es la encargada de remover las sustancias que hayan podido quedar durante el proceso de llenado de botellas. Básicamente el problema radica en que se limpia con mucha agua la llenadora y además este proceso aparte de durar 1 hora aproximadamente, se realiza al menos unas 4 veces por día.

La lavadora tiene mayor velocidad de trabajo que la llenadora y al llenar al transportador, la lavadora debe parar constantemente para darle tiempo a que se vacíe la acumulación de botellas.

3.3.6.3 Análisis de otras máquinas

En todas las líneas los equipos que ayudan al proceso de llenado no presentan problemas de consideración. En general se puede decir que funcionan bien sobre todo las paletizadoras y despaletizadoras.

Las encajonadoras y desencajonadoras tienen la problemática de dificultar la rapidez del cambio de equipo adecuado al tamaño del envase que toque en turno de llenar. Se pierde demasiado tiempo, casi 1 hora para cambiar el equipo de agarre de botellas de manguitos elásticos (ver página 24) para adaptarlos a los envases.

Se presenta acumulación de botellas en ciertos momentos en los transportes de todas las líneas, pero sobre todo en la línea 4 se acumula muy seguido el envase.

Se acumulan 216 envases por minuto en promedio en las líneas 1, 2 y 3. En la línea 4 se acumulan 270 envases por minuto después del llenado, ya que trabaja a una velocidad mayor.

En las líneas 1 y 4 en las lavadoras tipo rinser (lavadora especial para envases plásticos), se tiene el problema de que no cuentan con ventanas plegables y esto provoca que se pierda agua durante el lavado.

3.4 Estudio de las formas de ahorro en el sector que ofreció las mayores oportunidades de ahorro

El sector que ofrece las mejores oportunidades de ahorro es el sector de agua por dos razones principales:

- Posee facilidad de estudio y de trabajo, ya que el agua es con lo que más se trabaja en la planta por ser el insumo básico en la preparación de bebidas carbonatadas.

Es fácilmente medible ya que no necesita equipos sofisticados para la medición de caudales. Se puede trabajar fácilmente con el agua ya que no genera algún peligro para la persona a la hora de manipularla, además no es tóxica.

- Actualmente los indicadores de agua de la planta están muy altos y es de carácter urgente bajarlos. En la siguiente tabla se muestran los valores de noviembre a marzo donde se aprecia la diferencia con respecto a la meta que es de 3.5.

Tabla XII. Indicadores de agua

MES	INDICADOR
Noviembre	4.8
Diciembre	4.9
Enero	5.1
Febrero	4.3
Marzo	4.3

Dicho indicador (en el capítulo 4, página 71 se explicará la forma en que se mide) se encuentra actualmente en un valor de 4.3, estando muy por encima de otras plantas de bebidas carbonatadas que son parte del corporativo a nivel mundial.

Esto genera un grave problema ya que significa que no se está utilizando el agua de forma óptima, ya que el indicador promedio de otras plantas se encuentra en un valor de 2.5 aproximadamente.

En la sección 5.1.2.1, página 87 se analizará el ahorro que se puede obtener en el sector agua tanto en quetzales como en metros cúbicos al hacer modificaciones en los equipos sanitarios del edificio principal.

3.4.1 Análisis de las mejoras que se deben realizar

A continuación se presentan los mayores problemas que se tienen en el sector agua actualmente.

Primero se debe optimizar el uso de las lavadoras ya que gastan agua debido al mal funcionamiento de los mecanismos de enjuague de botellas, como lo son los rociadores y su sistema de seguimiento. También se debe de revisar los tiempos de retrolavado de todos los filtros del tratamiento de agua, tanto del proceso de agua suavizada como el del agua tratada ya que son elevados.

Se deben revisar los tiempos de saneo ya que son elevados, tardando aproximadamente 1 hora. Esta revisión de tiempos se puede hacer por medio de un análisis químico para determinar el momento óptimo en que deben finalizar las etapas de cada proceso.

Se debe hacer conciencia en todo el personal para ahorrar agua al hacer limpieza en las líneas de producción y en los baños, ya que esto es un factor fundamental para disminuir su gasto. En donde se realiza limpieza de equipos y piso se debe colocar un tipo de mangueras que tengan una válvula que no sea fácilmente desmontable, para que siempre genere el chorro adecuado, ni más ni menos y se evite así el mal uso del agua.

En la parte de baños, se debe utilizar duchas ahorradoras de agua, así como en los lavamanos se debe usar un equipo que no permita que el operario desperdicie el agua. En el mingitorio comunal se debe cambiar por completo el sistema actual ya que el flujo de agua es constante las 24 horas.

4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

Luego de conocer la situación actual de las áreas en las que se desarrolló el estudio, se describen en este capítulo los factores que se tomaron en cuenta para implementar la propuesta de mejora en las seis áreas. Se muestra un resumen de los costos de implementación.

4.1 Propuesta de plan de trabajo sector aire

En esta sección se presentan los factores que se tomaron en cuenta para implementar la propuesta de mejora.

4.1.1 Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta

Se analizó que actualmente se tienen 3 compresores de 75 Hp, 50 Hp y 100 Hp y uno de reserva de 25 Hp. Pero si llega a fallar el de 100 Hp con los restantes compresores no se cubren las necesidades de demanda de aire.

Por lo que se debe tener a la mano un compresor de emergencia que soporte la falta del compresor principal. El cual debe tener 100 Hp ya que es la potencia del compresor principal. Con esto se tendrá una mejor capacidad de trabajo y se facilitarán las reparaciones.

Con esto se evitarán problemas en el futuro ya que no parará la línea si llega a fallar el compresor principal, porque se tendrá otro de igual capacidad.

4.1.2 Contenido del plan de trabajo

El plan de trabajo contiene los siguientes puntos.

Primero, se debe cambiar el sistema actual de compresores por medio de la instalación de un nuevo compresor que tenga la capacidad actual del compresor de 100 Hp.

Segundo, se debe cotizar un nuevo compresor con las características del mencionado compresor.

Tercero, se debe mantener el compresor de 25 Hp para emergencias o paros por mantenimiento.

4.1.3 Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación

Se buscó la calidad y un precio favorable en el compresor a cotizar ya que de lo contrario se hubieran presentado malas experiencias con equipos que no son los que técnicamente se requerían.

Se escogió un compresor que poseía las mismas cualidades que el compresor de 100 Hp y de la misma marca con un precio de Q 20, 000.00 (tipo de cambio 7.96 Quetzales por 1 Dólar).

Este precio se conforma de la siguiente manera:

• Compresor	Q 15, 600.00
• Mano de obra	Q 2, 400.00
• Transporte	<u>Q 2, 000.00</u>
Total	Q 20, 000.00

4.2 Propuesta de plan de trabajo sector agua

En esta sección se explica lo que es el índice de utilización de agua, además se presentan los factores que se tomaron en cuenta para implementar la propuesta de mejora en los baños del edificio principal.

4.2.1 Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta

Se explica a continuación el índice de utilización de agua.

Índice de utilización de agua. Este índice sirve para saber cuanta agua se gasta en la planta y es de vital importancia ya que en la actualidad se encuentra en un valor de 4.3 y es prioritario que este nivel baje para finales de año a un valor de 3.5. Cabe destacar que este indicador es diario.

Este índice mide la cantidad de agua utilizada, tanto directa como indirectamente por volumen de producto terminado y se expresa en litros.

Indice de utilización de agua =
$$\frac{\text{volumen real de agua usada en litros}}{\text{litros netos de bebida producida}}$$

Volumen real = consumo total de agua incluyendo todos los suministro de agua (red municipal, pozos propios, etc)

Litros netos de bebida producidos = volumen neto de producción multiplicado por el contenido nominal de envases/cajas.

El desempeño para la utilización de agua en producción lt agua/ lt bebida producida (índice de utilización de agua), alrededor del mundo se encuentra de la siguiente manera:

Tabla XIII. Indicadores de agua a nivel mundial

País	Indicador
Costa Rica	3.5
Santa Lucía	10
México	2.8
Europa	2.5

En México hay una planta que tiene un indicador de 1.19.

En otras industrias similares de otros países se tienen los siguientes indicadores:

Tabla XIV. Indicadores de agua a nivel mundial, otras industrias

Industria	Indicador
Fábricas de ron en Cuba	3.7
Plantas de bebidas carbonatadas a nivel internacional	2.4

Al ver estos datos se tomó conciencia que la empresa de bebidas carbonatadas posee un indicador demasiado alto. Dentro de la región centroamericana Costa Rica posee el índice más bajo y es por esto que se propone llegar para finales de año a 3.5.

Se debió analizar que puntos se trabajaban primero, algo básico era que tuvieran bajo costo.

En este caso al trabajar con los baños, por medio del cambio de duchas, lavamanos y mingitorios se buscó reducir el indicador de agua sin realizar una inversión grande.

Otro factor importante fue que esta implementación bajó el indicador de agua en 0.2, dejándolo en un 4.3 lt agua/ lt bebida.

Esta reducción del 0.2 es el equivalente del ahorro de 35 m³ que se obtiene al realizar los cambios mencionados anteriormente en los baños. Este valor se muestra en la sección 5.1.2.1 Cálculos de los ahorros que se obtienen, página 89.

4.2.2 Contenido del plan de trabajo

El plan de trabajo contiene los siguientes puntos.

Primero, se debe cambiar el sistema actual de mingitorio comunal, lavamanos y duchas de los baños de hombres. Estos artefactos son los culpables del gasto innecesario de agua en el Edificio Principal. Se deben cambiar por sistemas que ahorren agua.

Segundo, se deben revisar las pérdidas por fugas y áreas ocultas durante períodos en que no hay producción. Esto se aplica a las líneas de producción y a la red de tubería que pasa por el techo y la que se extiende a los alrededores de las líneas de producción. La tubería de edificios se debe revisar por medio del equipo de plomeros de la empresa de forma regular para evitar las fugas que aparecen de vez en cuando en los baños. Fines de semana, madrugadas a la hora de saneo por ejemplo son los mejores momentos para examinar los equipos de las líneas de producción.

Tercero, se debe recuperar el agua de retrolavados, del proceso de tratamiento tanto de suavización como de agua tratada por medio de la creación de circuitos cerrados o el envío del agua a un tanque receptor. Esto se puede lograr por medio del uso de los tanques disponibles dentro de la planta y que actualmente se encuentran vacíos. Para la creación de circuitos se deben redireccionar las tuberías para que ya no vayan al desagüe sino a los cisternas de agua cruda.

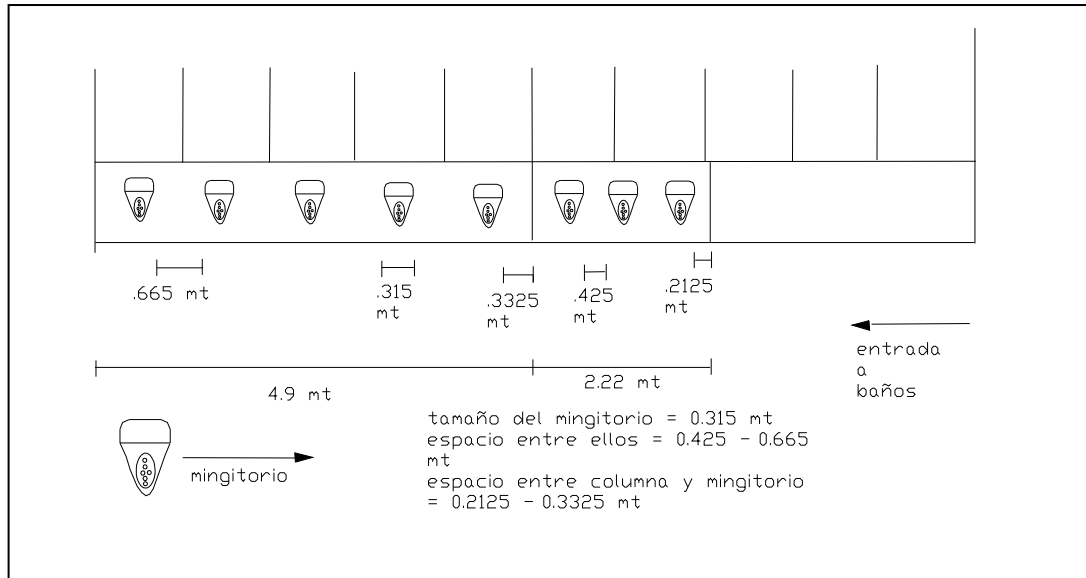
Con esto se reduce el consumo de agua para hacer los retrolavados, pero ocasiona un gran gasto de obra civil debido a la instalación de la nueva tubería.

Cuarto, se deben instalar válvulas “solenoides”, de cierre automático en las lavadoras de botellas, para evitar el desperdicio de agua. Ya que esto ayudará a cerrar los rociadores cuando la lavadora no esté trabajando.

Quinto, se debe recuperar el enjuague final de las lavadoras de botellas por medio de la creación de circuitos cerrados. Estos circuitos deben juntar las tuberías de retorno de agua de las lavadoras para que vayan a dar directamente al cisterna de agua cruda o a un tanque receptor que mantenga recirculando el agua dentro de las líneas. Aquí también se tiene el inconveniente del fuerte gasto a realizar debido a la eliminación de tubería vieja e instalación de la nueva.

A continuación se muestra en la figura 16 el lugar donde se realizarán los cambios en el área de baños de hombres del edificio principal.

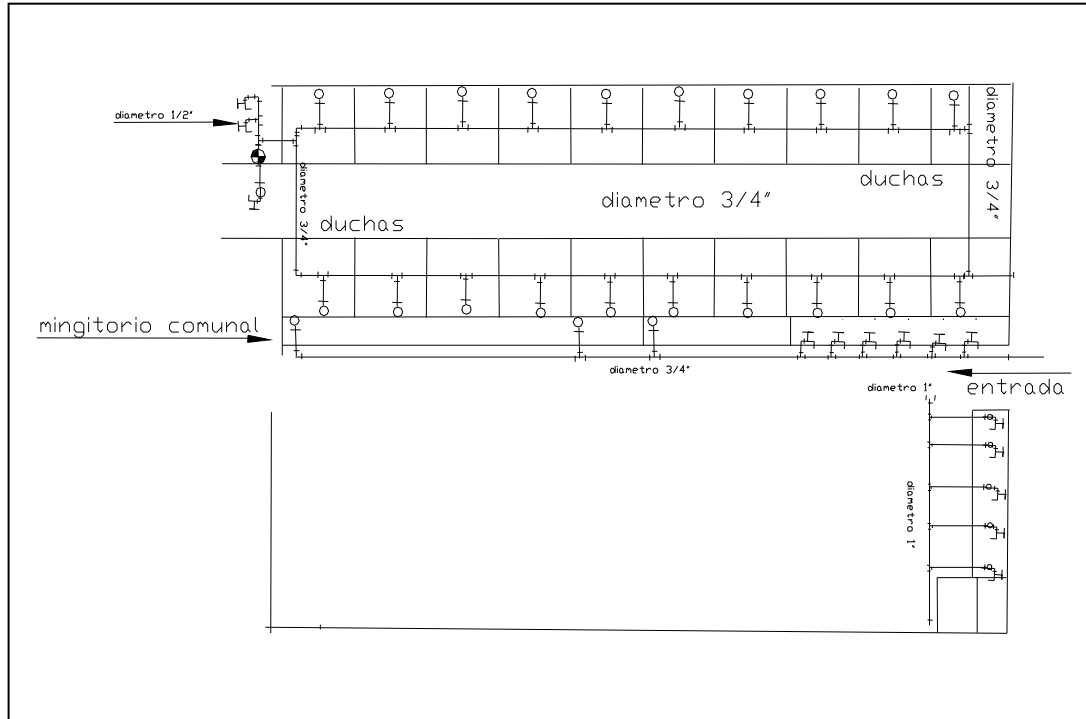
Figura 16. Plano de proyección de nuevos mingitorios en baños de hombres, edificio principal



En este plano se aprecia la distribución de los nuevos mingitorios que serán colocados en el baño de hombres del edificio principal. Se colocarán 5 mingitorios en el lado izquierdo de la columna y 3 del lado derecho. Se anotan las distancias en metros del espacio que ocuparán y del espacio libre que se dejará. En total se tienen 7.12 mts en los que se tiene que realizar obra civil.

De este plano se obtiene una visualización de la forma en que quedarán los nuevos mingitorios. Por otro lado, en la figura 17 se aprecia la distribución actual de las duchas y lavamanos, además del sistema de flauta que alimenta al mingitorio comunal.

Figura 17. Plano de baños de hombres, edificio principal



En este plano se aprecia la flauta que sirve para dar agua al mingitorio comunal, por medio de 3 puntos de entrega de agua. Se aprecian los diámetros de la tubería actual, la distribución de las duchas y lavamanos.

En los lavamanos existen chorros y no grifos lo que provoca que se gaste más agua. Se deben eliminar 3 chorros de 1/2" que se encuentran a la entrada de las duchas ya que no son necesarios. Se aprecian las 20 duchas a cambiar.

4.2.3 Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación

Para hacer el cambio en los baños de hombres, se analizó la situación económica de la empresa para saber la capacidad que tenía en ese momento para enfrentar las inversiones necesarias.

Se cotizaron los precios de los equipos en el mercado, tanto a nivel nacional como internacional por medio de las empresas que proveen de los equipos necesarios.

Se buscó la calidad y el precio justo en los equipos a cotizar ya que de lo contrario se hubieran presentado malas experiencias con equipos que no son los que técnicamente se requerían.

El costo es de Q 19 560.00 distribuidos de la siguiente forma:

• Duchas	Q 5, 750.00
• Lavamanos	Q 7, 650.00
• Mingitorio	<u>Q 6, 160.00</u>
Total	Q 19, 560.00

4.3 Propuesta de plan de trabajo sector vapor

En esta sección se presentan los factores que se tomaron en cuenta para implementar la propuesta de mejora.

4.3.1 Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta

Se analizó el hecho de que hay pérdida de eficiencia calorífica en los tanques de condensado.

Esto se debe a un problema de diseño provocando una pérdida de 95°F la cual enfría el agua que llega a la caldera. Con esto se necesita usar más combustible para poder aumentar la temperatura.

4.3.2 Contenido del plan de trabajo

Primero, se propone crear un tanque general de mayor capacidad, que equivalga a los tres existentes, ya que con esto se evitará que llegue el agua fría a la caldera y además evitar problemas de operación de tener que controlar 2 ó 3 llaves para cerrar o abrir el paso de condensado.

Segundo, se debe cotizar el material necesario para la construcción, así como el personal capacitado para realizar dicha tarea.

4.3.3 Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación

Se buscó un tanque que tuviera la capacidad de los tres tanques existentes, con un 10% más para poder almacenar agua de condensados.

Se determinó que al utilizar personal de la empresa que se encarga de hacer los trabajos en las tuberías de vapor, se ahorraría costos en la mano de obra, siendo éstos sumados al costo del material unos Q 9 000.00.

El costo se distribuye de la siguiente manera:

• Tanque	Q 5, 000.00
• Tubería	Q 2, 000.00
• Transporte	Q 900.00
• Accesorios	<u>Q 1, 100.00</u>
Total	Q 9, 000.00

4.4 Propuesta de plan de trabajo sector refrigeración

En esta sección se presentan los factores que se tomaron en cuenta para implementar la propuesta de mejora.

4.4.1 Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta

Se estudió el caso de mantener el compresor de mayor capacidad fuera de trabajo.

Obviamente se proyecta que a futuro los compresores de menor capacidad tendrán un desgaste prematuro y saldría más caro reparar los seis compresores que componer el de mayor capacidad.

Al hacer esta reparación descansaría al menos un compresor por semana.

4.4.2 Contenido del plan de trabajo

Primero, se debe contactar al personal encargado de dar mantenimiento al área de refrigeración y plantearles la necesidad de la reparación.

Segundo, se debe revisar el problema que posea el compresor ya que esto influirá en el costo de la reparación.

Luego de repararlo se debe meter a la línea de trabajo y comenzar la rotación de los compresores de menor capacidad.

4.4.3 Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación

Se determinó que el costo de la reparación asciende a Q12 000.00 debido a que la falla radica en un componente electrónico acoplado a un sistema de control. El componente es proveído por la fábrica que produce el compresor.

Estos costos se conforman de la siguiente manera:

• Componente electrónico	Q 8, 000.00
• Mano de obra	<u>Q 4, 000.00</u>
Total	Q 12, 000.00

4.5 Propuesta de plan de trabajo sector iluminación

En esta sección se presentan los factores que se tomaron en cuenta para implementar la propuesta de mejora.

4.5.1 Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta

Aquí el factor importante es el ahorro de energía que se obtiene de las 5 horas promedio que se desperdicia energía.

El sensor permitirá tener un mejor control del sistema de encendido evitando el olvido de los operarios al ser manual.

4.5.2 Contenido del plan de trabajo

Primero, se propone contactar a los ingenieros electrónicos de la empresa para que diseñen en conjunto con la impresora proveedora de los servicios de iluminación, un circuito que logre encender las lámparas cuando se deba mantener encendido.

Segundo, analizar los costos según el tipo de sensor a instalar para colocar el que posee mejor calidad al tener una velocidad de respuesta rápida.

4.5.3 Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación

Se buscó un equilibrio de costos entre los sensores que poseen un costo elevado y la mano de obra que al ser de la empresa, posee un menor costo que si fuera proveído directamente por la empresa de iluminación.

Al hacer esto se obtuvo un costo de Q 8000, distribuidos de la siguiente manera:

• Sensores electrónicos	Q 6, 000.00
• Instalación del circuito	<u>Q 2, 000.00</u>
Total	Q 8, 000.00

4.6 Propuesta de plan de trabajo sector equipos de producción

En esta sección se presentan los factores que se tomaron en cuenta para implementar la propuesta de mejora.

4.6.1 Factores a tomar en cuenta para la implementación de la propuesta

Al tener los valores del indicador de agua y tener como prioridad el bajarlo hace que se analicen todos los equipos que manejen exclusivamente agua en su proceso.

Por lo que se tiene que las tres lavadoras de envases tiene un problema en común, el cual es el desperdicio de agua en los enjuagues.

Al arreglar las lavadoras se tendrá una disminución el gasto en metros cúbicos de las lavadoras.

4.6.2 Contenido del plan de trabajo

Primero, se debe buscar en el ámbito nacional y extranjero una empresa que diagnostique y repare las lavadoras de las líneas de producción.

Segundo, al tener la empresa se debe pactar que se corregirá el problema que provoca el aumento del consumo de agua.

Tercero, luego de corregir ese problema, se debe seguir con la reparación de las otras partes mecánicas con problemas.

4.6.3 Aspectos económicos, para determinar los costos de implementación

Al ser una empresa extranjera con representación en Guatemala, hace que los costos sean elevados. Esto aunado al hecho de que esa empresa provee su propio personal, arroja una cantidad fuerte.

Se tiene un costo total de Q 30 000.00, distribuidos de la siguiente forma:

• Reparación lavadora #1	Q 8, 000.00
• Reparación lavadora #2	Q 5, 000.00
• Reparación lavadora #3	Q 7, 000.00
• Mano de obra	Q 6, 000.00
• Envío del extranjero	<u>Q 4, 000.00</u>
Total	Q 30, 000.00

4.7 Costos de implementación

Esta sección presenta una tabla resumen de los costos que se tienen por cada propuesta de mejora.

Además se presenta el costo total de realizar dichas mejoras.

Tabla XV. Resumen de costos de mejoras

SECTOR	COSTOS (Q)
AIRE	20 000.00
AGUA	19 560.00
VAPOR	9 000.00
REFRIGERACIÓN	12 000.00
ILUMINACIÓN	8 000.00
EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	30 000.00
<i>TOTAL</i>	97 560.00

5. PROPUESTAS DE MEJORAS

En este capítulo se hacen todas las propuestas de mejora en los distintos sectores de la planta, por medio de plantear una solución para cada problema encontrado y descrito en el capítulo 3.

5.1 Propuesta de mejora de las oportunidades de ahorro de energía

En el sector agua se mejoró el indicador de agua ya que se estabilizó en 4.3 para los meses de febrero y marzo, ver tabla XII página 67, mientras que antes se mantenía en 4.8 en promedio. Esto se debe a la implementación de los nuevos artefactos sanitarios y a la reparación de fugas.

Existen 6 sectores, por lo que hay propuestas específicas de mejoras para cada sector. Todas las propuestas están distribuidas y detalladas por sector, pero a la vez son parte de una propuesta general. Se decidió segmentar la propuesta general para que tuviera una mejor recepción de parte de la gerencia de producción.

5.1.1 Mejoras en el sector aire

Se realizan dos propuestas para el área de compresores.

Propuesta de compra de nuevo compresor y traslado de los actuales. La propuesta para mejorar el sector aire es adquirir un compresor de mayor capacidad, de por lo menos unos 100 Hp, para cubrir en caso de que falle el compresor de 100 Hp ya que el que se encuentra en reserva es de sólo 25 Hp y juntando los actuales de 75 Hp y de 50 Hp no se dan abasto con la demanda.

También se propone mover los compresores del segundo nivel en el que se localizan y bajarlos al primero, pero en la esquina opuesta de donde se encuentran actualmente. Esto es sobre todo para el compresor de 100 Hp, ya que al fallar o hacer una reparación se tendrá problema al bajarlo. Debido a que la malla que los rodean y el hecho de estar en un segundo nivel impiden que la reparación se realice de forma eficiente. Genera problema de maniobrabilidad para el montacargas ya que dicho nivel está encima del equipo de suavización de agua.

Beneficios que se obtienen. Se tendrá a la mano un compresor de emergencia que soporte la falta del compresor principal. Al cambiarse de lugar, se tendrá un mejor acceso a los compresores al momento de hacer reparaciones.

5.1.1.1 Disminución o eliminación de fugas del sistema de aire

Se realiza una propuesta para eliminar fugas.

Propuesta de eliminación de fugas. En las líneas de producción se propone revisar todas las conexiones que van a los distintos equipos y cambiar las que estén dañadas para eliminar todas las fugas mencionadas en la sección 3.3.1.1, página 45.

Esto se puede realizar por medio de un equipo de 3 personas formado por 2 operarios y un mecánico. Los operarios deben ser de cada línea y deberán indicar al mecánico donde se encuentran las fugas previamente identificadas por ellos. Al terminar de analizar una línea y pasar a la otra, los operarios regresan a sus labores y se rotan por los operarios de la nueva línea.

Beneficios que se obtienen. Con esto se evitará desperdiciar aire comprimido por fugas y ayudará a mantener una buena presión de trabajo.

5.1.1.2 Mejoras en los secadores

Se realizan tres propuestas para el área de secadores.

Propuestas de reparación e instalación de tuberías. Se propone reparar la tubería de condensado de los compresores de aire para que vaya al drenaje y deje de caer al piso. Esto lo pueden realizar los contratistas encargados de realizar reparaciones de la planta. Se propone aprovechar esta agua por medio de la creación de un circuito que la envíe a los jardines en el futuro, dado la cercanía que tiene esta área a los jardines no sería mucha la infraestructura a instalar. Sólo se deben conectar las nuevas tuberías a las existentes.

Para el compresor seco se propone instalar la tubería que permita transportar el agua hacia el drenaje. También se propone unir esta tubería en el futuro a un circuito que conecte con la tubería de los otros compresores y de secadores para que se utilice el agua en los jardines.

Beneficios que se obtienen. Con esto se aprovechará el agua del condensado de los compresores de aire comprimido y se evitará usar agua de los cisternas. Se tendrá agua específica para regar los jardines.

5.1.1.3 Mejoras de la presión de trabajo

Se realiza una propuesta para mejorar la presión en las líneas.

Propuesta de instalación de control de aire en líneas. Se propone colocar en las líneas 1, 2 y 3 una electroválvula o sensor electrónico que se encuentre en paralelo con el transporte de botellas y que tenga retardo al paso de la botella o con corte automático. Esto con el objeto de que al no detectar botella se detenga el flujo de aire de secado que está a la par del videojet.

Luego de salir de la llenadora y antes de pasar por el videojet la botella tarda un cierto número de segundos lo que permite que al haber paros en la línea o estallido de botellas, el aire deje de salir sin necesidad.

A la hora del saneo también pasa lo mismo, de manera que se tiene una gran pérdida de aire ya que no pasan botellas por largo espacio de tiempo, casi 1 hora.

Esta instalación se puede realizar por medio de los contratistas encargados de la parte eléctrica.

Beneficios que se obtienen. Con esto se mejorará la presión de trabajo al no tener desperdicio de aire comprimido y se ahorrará dinero. Se evitará que pasen varios minutos al día saliendo aire libremente.

5.1.2 Mejoras en el sector agua

En esta sección se hacen las propuestas para evitar el desperdicio de agua que se tiene actualmente, por medio de tapar las fugas de agua y controlar el flujo de agua de la lubricación de las bombas centrífugas.

5.1.2.1 Cálculo de los ahorros que se obtienen

El valor promedio del consumo que se tiene en el edificio principal es de 70 metros cúbicos diarios. Este valor es bastante elevado y se sabe que al hacer los cambios en duchas, lavamanos y mingitorios se tendrá un descenso del 50% de consumo de agua.

Este 50% de ahorro se conoce debido a las pruebas que se realizaron en los baños con duchas ahorradoras y con los lavamanos de tipo push, los cuales se accionan por medio de ejercer presión en la llave de flujo de agua. Con respecto a los mingitorios se hicieron demostraciones por medio de empresas dedicadas a vender dichos equipos, de forma que se hizo evidente que cualquier equipo que se colocara era mucho mejor que el método actual que consiste en mantener una flauta de agua a lo largo de 7.12 mts, dejando pasar agua permanentemente.

Se obtiene un ahorro estimado de agua en el edificio principal de $70\text{m}^3 / \text{día} * 50\%$ esperado = 35 m^3 ahorrados al día.

Se ahorran 35 m^3 pero también interesa saber cuanto representa en quetzales, por lo que se calcula tomando el valor en m^3 y multiplicándolo por el valor del gasto de generar agua cruda que es de 3.06 quetzales por m^3 . Se multiplican estos valores por el número de días que se tiene al mes.

$$35\text{ m}^3 \text{ ahorrados/día} * 30 \text{ días} * \text{Q}3.06/\text{m}^3 = \text{Q}3213.00/\text{mes}$$

Se tienen 3213.00 quetzales de ahorro al mes, para calcular el ahorro de un año se multiplica por doce meses

$$= \text{Q}3213.00/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$= \text{Q}38,556.00/\text{año}$$

Por lo que finalmente se tiene un ahorro de 38 556 quetzales al año.

5.1.2.2 Disminución o eliminación de fugas en la red

Se realizan dos propuestas para eliminar fugas en la red.

Propuestas de eliminación de fugas. Se propone revisar periódicamente la tubería de toda la planta en búsqueda de fugas. Se puede realizar por medio de un equipo de 3 personas, 2 operarios (de línea o de las bodegas) y un mecánico o plomero, dependiendo si el problema es dentro o fuera de la planta. Los operarios le indican al mecánico los lugares donde se encuentran las fugas, previo reconocimiento. Es un equipo parecido al que se recomienda en la sección 5.1.1.1 página 87, que trabaja con la misma dinámica. Se recomienda que no sean los mismos miembros para que participen la mayoría de operarios de cada línea y también para que tomen conciencia del ahorro de agua.

Si un operario reporta alguna fuga, se debe de prestar atención antes de que cause más problemas. Se debe reparar de forma inmediata. En este caso el mecánico hará las reparaciones necesarias.

Se propone decirles a los operarios que manejen con más cuidado las llaves del agua para evitar que se rompan, esto por medio de pláticas que deben dar los supervisores de líneas. También se propone reparar todas las llaves que se encuentren dañadas ya que la suma de estas pequeñas fugas, aumentan el indicador de agua.

Beneficios que se obtienen. Con esto se evitará desperdiciar agua en fugas fácilmente reparables, al tener un equipo que las busque y las corrija. Al hablar con los operarios se creará conciencia del uso de los equipos y se evitará el deterioro tan rápido que presentan actualmente.

5.1.2.3 Mejoras del equipo de bombeo

Se realizan dos propuestas para eliminar la pérdida de agua en las bombas.

Propuestas para mejorar sistema de bombeo. Para las bombas sanitarias se propone instalar una electroválvula que cierre de forma automática regulando el paso de agua de lubricación a través de la manguera de lubricación para que cuando pare el proceso de elaboración de bebida no se siga mandando agua. Cuando pare la bomba debe parar el flujo de agua.

Se propone crear un circuito cerrado que envíe el agua de lubricación de todas las líneas y se vaya directo al cisterna de agua cruda.

Respecto a las bombas de vacío se propone conectarlas hacia una tubería unificada que transporte el agua hacia las cisternas de agua cruda.

Para las electroválvulas de cierre se puede realizar el circuito por medio de los contratistas encargados de la parte eléctrica. Para la conexión de las tuberías de las bombas de vacío se debe realizar a través de los contratistas encargados de realizar reparaciones de la planta.

Beneficios que se obtienen. Con estas propuestas se obtendrá un mejor uso global del agua dentro de la planta ya que se evitará el desperdicio actual.

5.1.2.4 Disminución en el gasto de agua

Se realizan tres propuestas para disminuir el gasto de agua en la planta. Aquí se debe optimizar los equipos de trabajo en las líneas ya que se está desperdiciando mucha agua, por ejemplo en el caso de las lavadoras. Esto se explicará de mejor manera en el apartado de equipo de producción.

Propuestas para disminuir el gasto de agua. Como se gasta mucha agua en los retrolavados de los filtros de tratamiento de agua y en los filtros de suavización, se propone realizar un análisis químico de cada uno de los pasos de los distintos retrolavados para verificar el tiempo que se lleva y determinar el tiempo óptimo que realmente debería tener. Este análisis se puede realizar por medio de los ingenieros y licenciados químicos del área de control de calidad.

En base a los resultados de dicho análisis se puede disminuir el gasto de agua en cada paso y también se puede enviar el agua que no tenga problemas con los rangos de dureza, cloro, alcalinidad, etc., hacia el cisterna de agua cruda por medio de la creación de un circuito cerrado que envíe el agua de los pasos de los retrolavados que sea posible.

Respecto al problema de que la mayor parte del personal no tiene conciencia del cuidado del agua y la usan en grandes cantidades, se propone crear conciencia en cada uno de ellos por medio de pláticas y audiovisuales, las cuales pueden ser dictadas por los miembros del grupo de minimización de agua.

Estas pláticas se deben realizar en los salones de capacitación y aprovechar los momentos en que se usa el agua para comentarles el problema de agua que vive Guatemala y predicar con el ejemplo.

También se propone en los rociadores de agua instalar electroválvulas que regulen el agua en las mangueras que rocían las botellas que salen de la llenadora y van hacia el videojet. Se presenta el mismo caso que con el aire y se da en las líneas 2 y 3 por lo que se recomienda que tenga retardo al cierre o con cierre automático. Para las electroválvulas de control se puede realizar el circuito por medio de los contratistas encargados de la parte eléctrica.

Beneficios que se obtienen. Con todas estas propuestas de mejoras y sobretodo con la creación de conciencia al personal operativo se tendrán mejores resultados en los indicadores de agua. Con esto se necesitará usar menos agua de los pozos.

5.1.3 Mejoras en el sector vapor

En esta sección se hacen las propuestas para reparar las trampas de vapor y construir un tanque único para recibir el condensado de agua. Se propone eliminar toda la tubería de las calderas viejas.

5.1.3.1 Mejora del estado de tubería y trampas de vapor

Se realizan dos propuestas para evitar la pérdida de vapor en las trampas de vapor.

Propuestas para mejorar el estado de las trampas de vapor. Se propone crear un programa de mantenimiento para revisar con la frecuencia necesaria las trampas y evitar problemas a la hora de la distribución de vapor. Con esto se evitará mantener sucios los filtros y provocar que se tapen las trampas. Este programa puede ser hecho por los contratistas dedicados a ver lo concerniente a calderas, para que ellos realicen la revisión frecuente y así hacer los cambios necesarios.

Se propone revisar todas las trampas de vapor para destapar las que se encuentran obstruidas, sobre todo en las lavadoras, ya que es allí donde se tiene más problema. Esto también lo pueden realizar los contratistas del sector calderas, así como también por parte de los ayudantes de mecánicos.

Beneficios que se obtienen. Con estas propuestas de mejoras se detendrá el desperdicio de vapor hacia las lavadoras, se destaparán todas las trampas y funcionarán correctamente.

5.1.3.2 Línea de retorno del condensado

Se realizan dos propuestas para mejorar la recepción del condensado, así como otras dos para evitar el posible arrastre de agua y para mejorar la distribución del condensado.

Hay un poco de problema en los tanques receptores de condensado ya que estos son tres y se da el caso de que al primer tanque le llega el condensado a gran temperatura cerca de 205°F y se dirige hacia la primera caldera, pero la segunda caldera recibe el agua del tercer tanque, la cual va con una temperatura de cerca de 110°F. Y al menos se lleva como media hora desplazar el calor de tanque a tanque.

Propuestas para lograr una mayor eficiencia del sistema de recepción de condensados. Lo que se propone es crear un tanque general de mayor capacidad, que equivalga a los tres existentes, ya que con esto se evitará que llegue el agua fría a la caldera y además evitar problemas de operación de tener que controlar 2 ó 3 llaves para cerrar o abrir el paso de condensado.

Otra opción que se propone es la de distribuir el retorno de condensado hacia cada tanque por medio de tubería individual para que la temperatura se mantenga en la medida de lo posible homogénea en los tres tanques.

Beneficios que se obtienen. La elección de estas dos propuestas se condiciona al costo de hacer la modificación, la segunda opción se recomienda a corto plazo ya que no presenta un costo muy elevado.

Sin embargo, para una empresa en crecimiento como la empresa de bebidas carbonatadas, se recomienda llevar a cabo la primera propuesta porque esto solucionará definitivamente el problema.

Esto lo pueden realizar los contratistas encargados de revisar las calderas, ya que ellos ayudaron a detectar dicho problema.

Propuestas para evitar el arrastre y redistribución de tubería.

Respecto al problema que se puede estar dando y que repercute en el gasto de agua de un posible arrastre de agua en la caldera, se propone revisar la caldera por medio de un diagnóstico del sistema de vapor a través de una empresa dedicada a realizar auditorias de sistemas de vapor, ya que ellos dirán exactamente la forma de corregir dicho problema.

Se propone redistribuir la red de tubería de vapor en la salida ya que se debe eliminar la tubería que no se usa por parte de las calderas sin uso. Esto provoca pérdidas de condensado y de vapor ya que dichos fluidos van hacia lugares que ya no se necesitan. Se deben remover las calderas viejas junto con sus tuberías. Esto ayudará a identificar con mayor facilidad la dirección de los fluidos en las tuberías. Esta remoción de equipo se puede realizar por medio de los contratistas dedicados a realizar reparaciones dentro de la planta, en conjunto con los contratistas que revisan las calderas.

Beneficios que se obtienen. Con estas propuestas de mejora se obtendrá una temperatura alta para el agua de condensado y se tendrá la ventaja de no tener que calentar otra vez dicha agua, con esto se ahorrará combustible.

5.1.3.3 Mejora del ajuste de los gases

Se realiza una propuesta para mejorar el ajuste de los gases de la caldera.

Propuestas para mejorar el ajuste de los gases. Se propone que el calderista tenga un equipo bacharach para revisar de forma periódica, una vez por semana o una vez al mes, los gases que se generan de la caldera y así aprovechar la energía de mejor manera.

Beneficios que se obtienen. Con esto se evitará gastar combustible de más al mantener una llama bien graduada. Este equipo se encuentra dentro de la planta, por lo que no hay necesidad de realizar un gasto extra.

5.1.4 Mejoras en el sector refrigeración

Se proponen en esta sección mejorar los tipos de válvulas que se usan actualmente para optimizar el trabajo de refrigeración, así como dar limpieza a trampas y cheques, los cuales se encuentran sucios.

5.1.4.1 Mejoras de los parámetros de trabajo

Los parámetros de trabajo no tienen necesidad de recibir alguna mejora ya que el sistema en sí trabaja bastante bien. Se realiza una propuesta para hacer más eficiente el trabajo de los compresores.

Propuesta para mejorar el sistema de trabajo de los compresores. Respecto al problema de tener trabajando completamente los seis compresores sin descanso se propone reparar el compresor de mayor capacidad para equilibrar el uso de los otros 6 compresores y evitar así que se desgasten antes de tiempo.

Esta reparación se puede hacer por medio de los contratistas del sector refrigeración, ya que ellos instalaron dicho compresor y son las personas idóneas para repararlo.

Beneficios que se obtienen. Al tenerlo en funcionamiento nuevamente ayudará a que los compresores de menor capacidad trabajen de acuerdo a sus niveles óptimos de trabajo y no se fuercen. Con esto se prolongará su vida útil.

5.1.4.2 Presiones de trabajo

Se realizan dos propuestas, una para mejorar la presión y otra para regular la presión en las salidas de las líneas.

Propuestas para mejorar las presiones de trabajo. La baja presión que se da en los compresores está en 25 psi, esta presión se puede mejorar.

Según consulta realizada con un ingeniero mexicano que visitó la planta, se propone mejorar la presión de trabajo de los compresores ya que se encuentra muy baja. La presión debería ser de unos 32 psi para aprovechar de mejor manera la compresión.

La alta presión oscila alrededor de 150 psi y se da en las líneas, en el conjunto formado por el intercambiador de calor y el evaporador. Esta presión se eleva y antes de llegar al máximo que es de 180 psi se accionan las válvulas de tres vías, que son las recomendadas, y sacan el exceso de presión hacia un tanque que almacena el amoníaco proveniente de las líneas hasta que llegue la presión a 150 psi nuevamente.

Este tipo de válvula sólo se encuentra en la línea 2, y se propone unificar este tipo de válvula en todos los equipos de refrigeración. Tanto la mejora de la presión como la instalación de las válvulas se puede realizar por medio de los contratistas del sector refrigeración.

Beneficios que se obtienen. Con esto se tendrá un mejor desempeño de los equipos de refrigeración dentro de las líneas de producción ya que trabajarán a un nivel de máxima eficiencia.

5.1.4.3 Sistema de refrigeración

Se realizan tres propuestas para mejorar el sistema de refrigeración.

Propuestas para mejorar el transporte de refrigerante. El sistema de refrigeración en sí está bien. Se propone unificar el diámetro de la tubería de succión así como levantar la tubería un poco para que tenga un mejor nivel.

Se propone modificar el tamaño de la trampa de succión ya que debería ser un poco más grande dado el volumen de refrigeración con el que trabaja. También se propone aislarlo así como al tanquecito de succión del banco de hielo.

Se propone revisar los cheques de la tubería de refrigeración ya que se encuentran muy sucios y con el tiempo pueden ocasionar problemas al sistema de refrigeración.

Todo esto se puede realizar por medio de los contratistas del sector de refrigeración.

Beneficios que se obtienen. Con esto se tendrá un mejor transporte de amoníaco hacia los equipos de refrigeración dentro de las líneas de producción.

5.1.5 Mejoras en el sector iluminación

En esta sección se proponen cambiar las lámparas quemadas para mejorar el nivel de iluminación de las líneas de producción así como colocar mecanismos de control de apagado de las mismas.

5.1.5.1 Lámparas

Se realizan dos propuestas para mejorar el nivel de iluminación dentro de la planta.

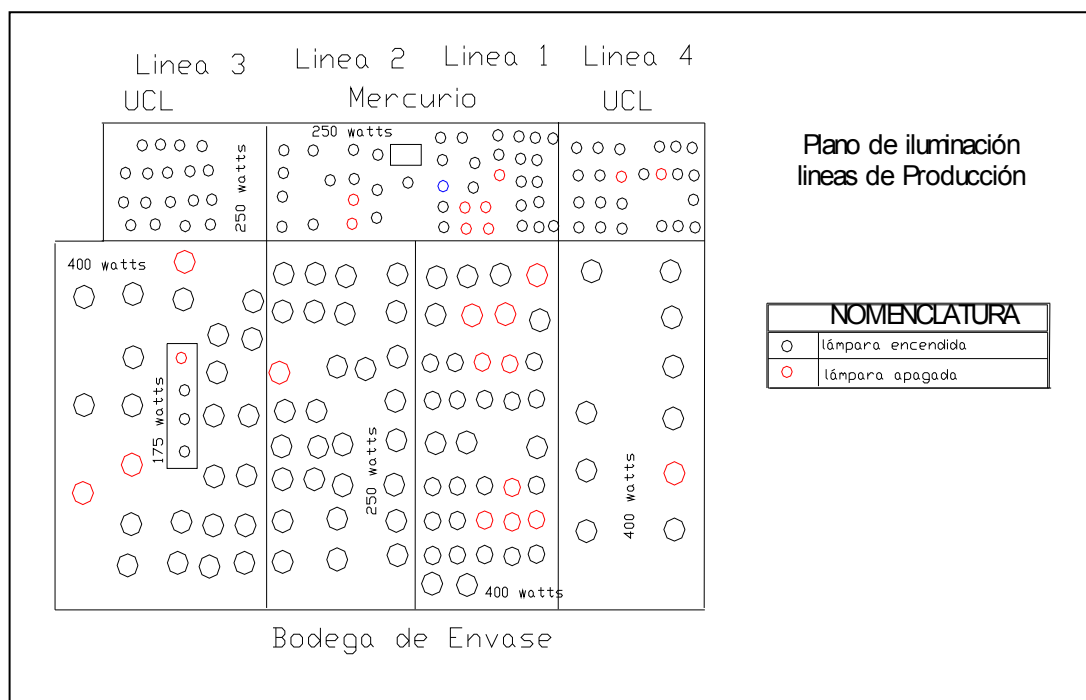
Propuestas para el cambio y unificación del tipo de lámparas. Basados en el plano que se muestra en la figura 18 se propone unificar los tipos de lámparas del área de transportes y del área de llenado ya que esto traerá como ventaja el no tener varios tipos de repuestos de balastos, bombillas y difusores almacenados en la bodega de suministros.

Se propone cambiar las lámparas quemadas para mejorar la iluminación en las horas de la noche, ya que aunque en la actualidad el nivel de iluminación es bueno éste se podría mejorar.

Todo esto lo pueden realizar los contratistas encargados de la parte eléctrica.

Beneficios que se obtienen. Con este cambio se tendrá un stock más uniforme al unificar el tipo de bombillo y además se tendrán menos lámparas que revisar y darle mantenimiento incluso bajaría el costo de mantenimiento. Además se tendrá más estética al pasar por las líneas.

Figura 18. Plano de distribución alumbrado en líneas



5.1.5.2 Sensores de ocupación

No existen para controlar el encendido de las lámparas en los lugares de paso en las líneas.

Se realizan dos propuestas para instalar sensores dentro de la planta.

Propuestas para la instalación de sensores. Se propone colocar fotoceldas del tipo luz de día en las líneas por medio de un circuito que controle cada línea de manera que se pueda aprovechar la energía y que sólo se tenga consumo de luz en las horas que realmente se encuentre oscura la planta.

Se propone mantener la opción de encendido manual, en caso de que falle el sistema de fotoceldas. También se pueden colocar timers, que regulen un cierto horario para tener encendidas las lámparas, por ejemplo de 5:30 pm a 6:30 am.

Esta instalación lo pueden realizar los contratistas encargados de la parte eléctrica a quienes ya se les platicó de la posibilidad de realizar dicha instalación. El circuito se instalaría conectando las fotoceldas a las lámparas que se observan en la figura 18, a una caja que tenga el encendido manual.

Beneficios que se obtienen. Con la realización de estas propuestas se tendrá un mejor nivel de iluminación y se ahorrará energía eléctrica cuando no sea necesario su uso.

5.1.5.3 Nivel de iluminación

Se tiene un buen nivel de iluminación dentro de las áreas de trabajo de la planta actualmente y se podría mejorar un poco más por medio de las mejoras propuestas en la sección 5.1.5.1 Lámparas, página 100.

Se realiza una propuesta para mejorar un poco más el buen nivel de iluminación.

Propuestas para mejorar el nivel de iluminación. Se propone unificar todas las lámparas del área de transportes por el tipo Metalarc de 400 watts de difusor de campana ya que se tendrá un mejor nivel de iluminación ya que este tipo de lámpara genera una luz clara y uniforme para áreas generales.

Este cambio lo pueden realizar los contratistas encargados de la parte eléctrica.

Beneficios que se obtienen. Con este cambio se unificaría el nivel de iluminación que actualmente es mejor en la línea 4. Esto se debe a que allí hay techo de concreto en vez de techo de láminas y al color claro del mismo. Además posee, las lámparas que mejor iluminación proyectan hacia el salón.

5.1.6 Mejoras en los equipos de producción

En esta sección se proponen las mejoras necesarias para mejorar el desempeño de las lavadoras y corregir el desperdicio de agua en las llenadoras.

5.1.6.1 Lavadora de botellas

Se realizan cuatro propuestas para mejorar el lavado de las botellas y evitar el desperdicio de agua.

Propuestas para mejorar la forma de trabajo actual de las lavadoras. En el enjuague final se utiliza mucha agua, por lo que se propone eliminar una flauta en cada una de las lavadoras, haciendo más eficiente antes el sistema de flautas de los enjuagues previos. Para esto se deben mejorar y optimizar seis de las ocho flautas que actualmente existen.

Se debe mejorar o reinstalar el mecanismo de estrella o de palanca que sigue a la botella para rociarle el agua y efectuar el lavado de forma correcta.

Se debe variar el número de golpes que tiene actualmente la lavadora para poder reducir su capacidad un poco y con esto lograr que la llenadora no se le acumule botellas en determinados momentos.

Se debe verificar que no existan fugas dentro de la lavadora y que efectivamente regrese toda el agua de los rociados de agua de baja presión al pre enjuague inicial.

Todo esto se puede realizar por medio de técnicos especialistas en lavadoras, los cuales ya hicieron una evaluación preliminar del estado de las lavadoras.

Beneficios que se obtienen. Los beneficios que se obtienen impactarán directamente en el indicador de agua, ya que lo bajará a un nivel de 3.5 fácilmente. Además se tendrán lavadoras que trabajen eficientemente.

5.1.6.2 Máquina de llenado

Se realizan dos propuestas para mejorar el saneo de las llenadoras para evitar el desperdicio de agua.

Propuestas para cuidar las llenadoras y evitar el desperdicio de agua. Se propone dar el mantenimiento regular para poder tener en buen estado la máquina y sus piezas y así evitar daños mayores. Se debe inspeccionar los rodamientos de los motores para evitar su fallo. Esto lo deben realizar los mecánicos por medio de un programa de mantenimiento preventivo, en el cual se revise periódicamente el estado de todos los componentes.

Respecto a los saneos se debe hacer un análisis químico similar al que se propuso para los retrolavados y para determinar el tiempo óptimo de saneo necesario ya que aquí se tiene el problema de que se hace diario y seguido, además que no se sabe exactamente cuanta agua se utiliza.

Este análisis y estudio de tiempo lo pueden realizar los ingenieros y licenciados químicos del área de control de calidad.

Beneficios que se obtienen. Mediante el mantenimiento preventivo se podrá ir cambiando las piezas antes de que fallen. Al analizar la duración de los saneos, se evitará usar agua por gusto y se evitará usar agua de los pozos.

5.1.6.3 Otras máquinas

Se realizan tres propuestas; una para reducir el tiempo de cambio de equipo en las encajonadoras y desencajonadoras; otra para evitar la acumulación de envases y la última para evitar la pérdida de agua en rinser.

Propuestas para mejorar el sistema de operación de las líneas. Respecto a la problemática del cambio de equipo adecuado al tamaño del envase se debe hablar con la empresa contratista que provee a los técnicos en lavadoras, ya que ellos trabajan con otros equipos de las líneas. Lo que se recomienda es cambiar el equipo actual por uno que sea más standard y logre adaptarse a distintos tipos de envases.

En la línea 4 se propone, por consulta con el supervisor de línea, que se alargue la línea de transporte ya que el equipo que empaca los envases llenos es muy rápido respecto a la velocidad del resto de la paletizadora y origina cuello de botella en la línea. Si no se puede alargar la línea se debe tratar de reducir la velocidad del empacador.

Esta modificación de la línea se puede llevar a cabo por medio de los contratistas encargados de realizar reparaciones dentro de la planta. Para cambiar la velocidad del empacador se puede hacer por medio de los ingenieros electrónicos.

En las líneas 1 y 4 se propone colocar ventanas plegables a los lados del rinser para evitar la pérdida de agua y lograr con esto que el agua caiga en la bandeja y se vaya al cisterna en vez de ir al drenaje. Esta instalación lo pueden realizar los mecánicos.

Beneficios que se obtienen. Con estas pequeñas modificaciones se tendrán líneas que trabajen de forma más eficiente, ya que no se perderá tiempo al realizar cambio de equipos por cambio de presentación.

Además se evitarán las acumulaciones de envases en la línea 4. También se reducirá la pérdida de agua en los rinsers de las líneas 1 y 4.

CONCLUSIONES

1. La empresa no ha identificado dentro de los seis sectores de la planta, los lugares donde existen problemas. Se propuso buscar los problemas que más afectan a cada sector. Con la identificación de las oportunidades de ahorro que se tienen en cada sector se disminuirán los costos de operación de la empresa, lo que ayudará a aumentar su competitividad dentro del mercado.
2. Al compararse los costos de las propuestas se pudo haber comenzado a ejecutar las que tuvieran menor costo, como sería el caso del sector iluminación o el sector vapor. Pero como la prioridad era bajar el agua, se tenía que iniciar la implementación de las mejoras en ese sector. Luego se continuaba con los equipos de producción, específicamente con las lavadoras ya que éstas tienen el mayor gasto de agua del sector.
3. Actualmente, la empresa no cuenta con planos actuales de la red de tubería de agua. Por medio de los planos, se pudieron analizar los chorros que se encontraban y que realmente no se justificaba su existencia. También ayudaron los planos para hacer las modificaciones en los baños de hombres del edificio principal.
4. El sector agua posee problemas con los baños, con los retrolavados y con los saneos. Se propuso analizar los problemas en el sector agua y mejorarlos por medio del planteamiento de las propuestas de mejoras.

Básicamente la planta obtendrá grandes beneficios al implementar las mejoras en los baños ya que se disminuirá el indicador de agua y se aprovechará de una forma eficiente el uso del agua.

5. La empresa tiene al menos un problema de funcionamiento en cada sector. Las propuestas dependieron de que la inversión a realizar no fuera muy grande. El orden de ejecución es que primero se trabajará con el sector agua, equipos de producción, sector vapor, sector aire, sector refrigeración y sector iluminación.

RECOMENDACIONES

1. Al superintendente de producción y de mantenimiento: Para que las propuestas de mejoras tengan éxito, deberán coordinar a las personas idóneas para realizar dichos cambios.
2. A los ingenieros de los distintos sectores del área de mantenimiento: En la parte de agua se debe dar seguimiento al grupo de minimización y sobre todo, darle el apoyo necesario por medio de la colaboración de todos para que orienten y guíen al grupo a buscar otras mejoras posibles. Por medio del trabajo en equipo, se logrará reducir definitivamente el consumo de agua que se tiene actualmente y ayudará a bajar el indicador de agua, incluso más allá de la meta de la organización.
3. A los ingenieros del área de jarabes: Se deben aprovechar las mejoras propuestas en los saneos para implementarlas, ya que esto logrará mejorar el desempeño del área. Se debe hacer conciencia a los operarios del uso racional del agua.

BIBLIOGRAFIA

- 1) **Documento del sistema de la excelencia.** Guatemala: Imprenta Molina, S.A., 2003. 118 pp.
- 2) **Manual de aire comprimido.** Guatemala: Imprenta del Ministerio de Salud Pública, 2003. 148 pp.
- 3) **Manual de bombas de agua.** Guatemala: Imprenta del Ministerio de Salud Pública, 1994. 39 pp.
- 4) **Manual de buenas prácticas ambientales.** Colombia: Editorial Santé, 1999. 102 pp.
- 5) **Manual de funcionamiento de una caldera.** Guatemala: Imprenta del Ministerio de Salud Pública, 2001. 142 pp.
- 6) **Manual de iluminación.** Guatemala: Imprenta del Ministerio de Salud Pública, 1998. 98 pp.
- 7) **Manual de instalaciones eléctricas.** Guatemala: Imprenta del Ministerio de Salud Pública, 2000. 121 pp.
- 8) **Manual de principios básicos de refrigeración.** Guatemala: Imprenta del Ministerio de Salud Pública, 2003. 150 pp.
- 9) **Organización y estructuras.** México: Editorial Cabarrús, 2003. 117 pp.
- 10) **Uso óptimo del agua.** Argentina: Ediciones Lapenti, 2004. 109 pp.

- 11) Robins, Gary, **Productividad y procesos productivos.** México: Editorial Prentice Hall, 1997. 225 pp.

- 12) Severns, W.H, **La Producción de energía mediante el vapor de agua, aire y los gases.** México: Editorial Reverte Mexicana, S.A., 1995. 125 pp.