

308917
8
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

"PROYECTO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA DUPLICAR LA CAPACIDAD
INSTALADA EN UNA PLANTA DE REFRESCO"

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

ÁREA: INGENIERÍA MECÁNICA

P R E S E N T A N:

JUAN JOSÉ CISNEROS ARÉVALO
JUAN MARCO ANTONIO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ
CARLOS ALBERTO SÁNCHEZ RODRÍGUEZ
JORGE SANZ LUNA

DIRECTOR DE TESIS: M.I. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

TESIS CON
PAPEL DE ORIGEN

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Karla Rivera

FECHA: 19/04/13

FIRMA: [Firma manuscrita]

A mi esposa Selma Marina:

Por tener el privilegio de su amor, apoyo y compañía. Por hacerme tan feliz día con día. Te amo.

A mi hija Selma:

Por su amor y ternura que me inspiran a ser mejor.

A mis padres:

Por su amor, su ejemplo y apoyo incondicional que me impulsó a superarme.

A mis maestros:

Por lo mucho que he aprendido de ellos.

Juan José Cisneros Arévalo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3

Dedicatorias

A Dios

Por ser mi guía e inspiración

A mi abuelita Ernestina†

Por todo su cariño y amor de madre

A mi madre Judith†

Donde quiera que te encuentres te dedico este trabajo que no se compara con todo lo que recibí de ti. Gracias Mamichi.

A mis hermanas: Ely, Laura, Angélica y Judith

Por ser mis amigas y compañeras en todo momento. Gracias por su apoyo.

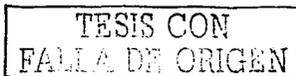
A mi esposa Ofe

Por compartir la dicha de formar un hogar.

A mis hijos: Ana Karen y José Antonio

Por su alegría, cariño, ternura y por que son mi razón de vivir.

Marco



Dedicatorias

A mi madre:

Le dedico este trabajo en agradecimiento por todos los cuidados y alegrías que me dio; por los momentos en los que siempre estaba cuando la necesité; por sus palabras de apoyo y de exigencia cuando me hacían falta; por su cariño y comprensión; por el amor que siempre me manifestó incondicionalmente.

Pero principalmente porque para mí, es la mejor mujer del mundo.

Te quiere y siempre te querrá tu hijo: Carlos Alberto

6

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Dedicatorias

A mi esposa María Elena y a mis hijos María Elena y Sebastián.

A mis hermanos Ramón, María de Lourdes, Manuel, Gabriela, Laura y Luz María.

A mis padres Ramón y María de Lourdes, gracias por permitirlo.

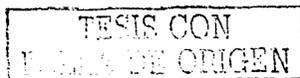
Jorge Sanz Luna

Diciembre 2003.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Índice

Introducción.....	4
Antecedentes.....	5
Objetivos.....	7
Capítulo 1. Descripción del proceso actual.....	8
1.1 Producción de botellas.....	8
1.1.1 Inyección de preformas.....	9
1.1.2 Soplado de botellas.....	10
1.2 Producción de jarabes.....	12
1.2.1 Jarabe simple.....	13
1.2.2 Jarabe terminado.....	13
1.3 Producción.....	13
1.3.1 Proceso de alimentación y transporte de botellas a las líneas de producción.....	13
1.3.2 Proceso de enjuague de botellas.....	15
1.3.3 Proceso de preparación de bebidas.....	16
1.3.4 Proceso de llenado.....	16
1.3.5 Proceso de etiquetado.....	17
1.3.6 Proceso de formación y empaquetado de paquetes.....	18
1.3.7 Proceso de formación y empaquetado de palets.....	18
1.3.8 Proceso de almacenaje y transporte.....	19
1.4 Tratamiento de aguas en la embotelladora.....	19
1.5 Equipo de refrigeración en la planta actual.....	21
1.6 Capacidades de producción y eficiencias actuales.....	21
1.7 Sistema de Calidad.....	22
Capítulo 2. Propuesta técnica para la ampliación.....	23
2.1 Línea de llenado.....	23
2.2 La línea de soplado.....	34
2.3 El salón de jarabes.....	40
2.4 Tratamiento de aguas.....	42
2.5 Compresores de amoníaco.....	42
2.6 Nuevas capacidades de producción y eficiencias.....	43
2.7 Ahorro de energía eléctrica.....	43
2.7.1 Equipos que ayudan a consumir menor energía eléctrica.....	45
2.7.2 Ventajas secundarias del equipo.....	52
2.7.3 Propuesta de instalación de los controladores.....	53
2.8 Sistema de calidad.....	53
2.8.1 Documentación e implantación del Sistema de Gestión de Calidad.....	55
2.8.2 Proceso de documentación e implantación del Sistema de Gestión de Calidad.....	58
2.9 Nueva distribución de planta.....	61
Capítulo 3. Propuesta económica.....	62
3.1 Arrendamiento puro.....	63
3.2 Arrendamiento financiero.....	64
3.3 Compra directa.....	65
3.4 Proyecciones financieras.....	74
3.4.1 Premisas.....	74
3.4.2 Estado financiero proyectado.....	76
3.5 Ahorro de energía.....	78
3.5.1 Inyectora de preformas.....	79
3.5.2 Inyectora de tapas.....	81
3.5.3 Sopladora de botella.....	82
3.5.4 Compresor de alta presión.....	84
3.5.5 Compresor de baja presión.....	87
CONCLUSIONES	90
Bibliografía.....	91
Anexo A Distribución de planta actual de líneas de llenado.....	92
Anexo B Tabla de presiones y temperaturas.....	93



Anexo C Propuesta de distribución de planta de área de preparación de jarabes	94
Anexo D Transporte de botellas y silos	95
Anexo E Propuesta de distribución de planta para la nueva línea de llenado de 2.6 lts.	96
Anexo F Propuesta de distribución de planta para línea de llenado y línea de soplado	97
Anexo G Estado de resultados mensual	98

Introducción

Actualmente los grandes grupos embotelladores de refresco han decidido cerrar plantas estratégicamente localizadas y centralizar operaciones en mega plantas.

El argumento más importante que se ha esgrimido es la reducción de costos, pero ¿Qué es lo que verdaderamente hace productiva a una planta? Seguramente el volumen de producción, la tecnología, el diseño de la planta o una mezcla de todas ellas.

En la industria se escucha de todo y de cada uno de estos factores, pero a ciencia cierta sólo cada embotellador conoce sus razones.

La industria del refresco en México es una de las más importantes en el mundo y continúa creciendo y uno de los detonantes para este crecimiento ha sido la aparición del envase pct, esto ha revolucionado en todos aspectos la industria del refresco y aún se siguen dando cambios importantes.

Los sistemas de llenado, lavado, etiquetado y empaque son áreas que requieren de un análisis a la hora de tomar decisiones. No pocas alternativas existen, tamaño, tecnología, arreglos, etc.

Preguntas importantes como:

- a. ¿Por qué una máquina llenadora volumétrica y no una mecánica o viceversa?
- b. ¿El etiquetado en vacío o lleno?
- c. ¿Qué volumen es el ideal para una sola línea?
- d. ¿Líneas dedicadas o flexibles?
- e. ¿Sopladoras en línea o separadas?
- f. ¿Almacenaje en racks o espacios más grandes?
- g. ¿Distancias de flete?
- h. ¿Distribución de planta?
- i. ¿Equipos auxiliares?
- j. ¿Tratamiento de aguas?

En fin, el presente estudio tiene muchas vertientes y todas son importantes. Por lo que este trabajo pretende proponer el proyecto de ampliación para satisfacer una demanda de refresco específica.

Por lo que en el Capítulo 1, se hace un análisis de la situación de la planta a través de la descripción de sus procesos actuales, para que en el Capítulo 2 se presente una propuesta técnica para cumplir la demanda de refresco a través de una ampliación. Con la finalidad de validar la propuesta, en el Capítulo 3 se realiza la propuesta económica para dar validez al proyecto de ampliación, verificando la factibilidad del proyecto a través del análisis de costos. Para finalizar el estudio se presentan las conclusiones de la propuesta.

Antecedentes

La industria de refresco en México había estado durante muchos años muy estable, basados en la venta individual en pequeñas tiendas y utilizando el envase de vidrio que todos conocemos, hoy, venido a menos.

Debido a esto, las plantas se situaban estratégicamente en los territorios definidos para la distribución del producto, ya que los camiones de reparto deberían estar cerca de la planta.

El envase siempre propiedad del embotellador, debía ser prestado al cliente y luego cambiarlo con la respectiva venta; esto dificultaba la operación de las plantas ya que el envase era cambiado indistintamente por cualquier marca y no pocas veces con una intención extraña de la competencia. Esto obligaba a los embotelladores a invertir mucho en inventarios de envase y sufrían por conservarlo. A esto habría que agregar la rotura de envase que es una importante variable en todos los procesos de producción y distribución del refresco. Después, con el crecimiento, los embotelladores decidieron abrir centros de distribución para incrementar su mercado, lo que generó el fleteo de producto de la planta productora al centro de distribución con incrementos considerables de costos debido a gastos de fletes y rotura de envase. Por otro lado, la logística es complicada, debido al regreso del envase a las plantas productoras, lo que se deriva en pérdida de ventas. Muchos embotelladores decidieron instalar plantas más pequeñas cercanas a los territorios de distribución con la finalidad de eliminar estos problemas.

Cuando aparece el envase pet retornable, no sin muchas dificultades, los embotelladores visualizaron una gran oportunidad ya que aunque seguía siendo un envase retornable, permitía manejar tamaños más grandes, que en vidrio eran definitivamente impensables.

Aparece el envase 1.5 litros retornable, que era un tamaño rentable y permitía desplazamientos a distancias mucho más grandes. Al mismo tiempo aparece el envase desechable concepto que revolucionó la industria, ya que el retornable requería de una inversión más alta de equipos de embotellado, el sistema de lavado era demasiado difícil y además seguía requiriendo la devolución de envase.

Cuando surge el envase no retornable, todas las operaciones tradicionales dejaron de funcionar. Este envase también servía para todos los tamaños con un sistema de distribución más sencillo, ya que no dependía del envase en ningún aspecto de la logística e incluso era inmune a las prácticas depredadoras de la competencia (cambio y retiro de envase del mercado). Por supuesto, este envase hizo crecer la industria del refresco como nunca, y además también incursionó con mucho éxito en otras industrias; como el aceite comestible, agua purificada, etc.

En este momento, las plantas deben iniciar su reconversión y los conceptos tradicionales cambian drásticamente.

Todas las plantas de embotellado de vidrio de pronto están obsoletas y requieren iniciar el difícil cambio a la modernidad.

Muchos errores y aciertos se han cometido desde entonces porque se ha iniciado un camino nuevo. Los grandes embotelladores decidieron cerrar sus viejas plantas y abrir grandes mega plantas con toda la tecnología de punta para reconvertir su industria, los más pequeños con menores recursos empezaron a convertir su maquinaria a pet con muchas dificultades. Aún se conservan algunas líneas de vidrio porque no ha desaparecido completamente, pero el porcentaje de volumen total no llega a ser mayor a un 15%.

Por lo que nos encontramos ante un escenario nuevo que debe ser analizado y dar las mejores soluciones a esta nueva generación de plantas y este trabajo pretende contribuir en algunos aspectos para enfrentar dicho escenario.

Objetivos

A continuación se enlistan los objetivos que se pretenden alcanzar para realizar el presente proyecto.

1. Analizar técnica y económicamente una planta existente que produce 1.2 millones de cajas de refrescos, anualmente.
2. Realizar la propuesta técnica para producir 2.5 millones de cajas.
3. Realizar la propuesta económica, buscando mejorar las eficiencias actuales
4. Análisis comparativo entre la propuesta y la planta existente.

Capítulo 1. Descripción del proceso actual.

En este capítulo, se presenta la descripción del proceso actual para la fabricación de refresco con la finalidad de realizar una propuesta, partiendo de la situación real de la planta embotelladora en estudio.

1.1 Producción de botellas

El fuerte crecimiento de las bebidas refrescantes sin alcohol, se debe en medida decisiva a la botella de PET (tereftalato de polietileno), el método más simple de producción de PET, consiste en una reacción directa del ácido tereftálico con el etileno glicol para formar un monómero. Se somete el monómero a una poscondensación para obtener un polímero de cadena larga llamado PET.

En la figura 1, el PET se presenta en forma granulada. Es un producto semi-cristalino, tiene una densidad de 0.80 a 0.90 Kg/dm³ y es un material higroscópico por lo que necesita de precauciones para su almacenamiento y un secado eficaz antes de transformarse.



Fig. 1.1 PET a granel

El PET no es un invento reciente, El material base fue desarrollado hace más de 60 años y es conocido bajo el nombre de poliéster. Desde que el PET fue introducido como material de envasado para el sector de las bebidas, ha ido ganando terreno incesantemente. Su marcha triunfal en el sector de bebidas no es ninguna casualidad ya que el PET es un material que satisface todas las exigencias ecológicas y económicas.

Gracias a sus excelentes cualidades, el PET es liviano, resistente, irrompible, transparente, no afecta el sabor y presenta una enorme flexibilidad de diseño, el PET está incursionando cada vez más en nuevos campos de aplicación y goza de gran aceptación sobre todo entre los consumidores.

Desde hace mucho tiempo ya no es suficiente que los envases protejan un producto y faciliten su transporte. Adicionalmente es importante que su producción no tenga una fuerte incidencia sobre el medio ambiente, que sea reciclable adecuadamente y que al final de su vida útil sus residuos puedan ser eliminados de manera segura. El PET es reciclable en un 100 por ciento y regresa al ciclo económico como materia de valor.

Con la botella PET, las empresas embotelladoras no sólo adquieren un envase ideal para sus bebidas. Además les brinda la oportunidad de producir la botella plástica según sus propias especificaciones e incluso de darle una forma inconfundible.

También en el desarrollo de las botellas se asume la responsabilidad de ofrecer una solución integral completa y en base a las ideas del embotellador y a las exigencias de mercadeo, se realiza con modernos sistemas CAD los diseños de botella aptos para PET. Además de las dimensiones de la botella bajo aspectos de técnica de procesos, la fase de diseño tiene en cuenta también aspectos relacionados con la técnica de llenado.

Por lo tanto, en la fabricación de las botellas de refresco, se manufacturan en dos pasos: Inyección de Preformas (de material PET) y Soplado de Botellas a partir de la Preforma.

1.1.1 Inyección de preformas.

En la figura 1.2, se presentan las formas típicas de preformas después de haber procesado los granulados de material PET de acuerdo al proceso mostrado en la figura 1.3.



Fig. 1.2 Preformas de material Pet

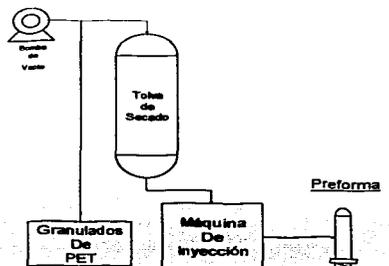


Fig. 1.3. Proceso de Inyección de Preformas

En la figura 1.3, se muestra el Proceso de Inyección de Preformas, el cual consiste en alimentar en una Tolva de Secado, los granulados PET por medio de una bomba de vacío. Debido a que el PET es un material higroscópico (absorbe agua), en la Tolva de Secado se reúnen las siguientes condiciones:

- Capacidad para calentar el aire a 180° C máximo.
- Punto de rocío de -30° C o menos.
- Buena circulación del aire utilizado para precalentar el granulado y evacuar los vapores de agua.
- Tiempo de secado de alrededor 6 horas, secado correcto (menor a 0.004 % de humedad).

Para que el material PET pueda ser inyectado en los moldes que le dan la forma a la preforma (configuración geométrica inicial de la botella), se funde y se inyecta en un molde de múltiples cavidades, en una máquina de tecnología HUSKY, tal como se muestra en la figura 1.4, y que es operada por un solo operador a través de control numérico.

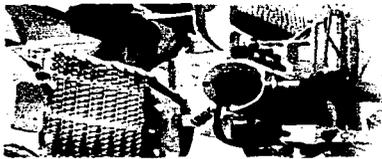


Fig. 1.4. Máquina de inyección con molde de 144 cavidades

1.1.2 Soplado de botellas

El Soplado de botellas, es el último proceso que se realiza para obtener la botella de refresco tal como se conoce, a partir de la Preforma descrita en el apartado 1.1.1.

El proceso de Soplado de botellas consta de dos fases: Acondicionamiento térmico y Soplado

A) Acondicionamiento térmico.

Las preformas giran en la rueda de un horno de tipo "carrusel" y pasan delante de los tubos de rayos infrarrojos de calentamiento.

A su salida del horno, la temperatura de la pared de las preformas es de 90 a 110° C, o de 110 a 135° C.

Un tiempo de estabilización térmica suficiente (alrededor de 10 segundos), permite una distribución regular de la temperatura en la pared de la preforma antes de ser introducida en el molde de soplado.

Las preformas que presentan perfiles de temperatura que varían excesivamente, pueden conducir a una orientación no uniforme en las paredes de la botella. Ocurren perfiles irregulares de temperatura cuando después de exponer las preformas a un calor radiante al exterior, el tiempo de estabilización térmica no ha sido suficientemente largo, y a consecuencia de la baja conductividad térmica, la pared de la preforma siempre tiene un ligero gradiente de temperatura entre el exterior (temperatura superior) y el inferior (temperatura inferior).

Para obtener propiedades físicas y una buena bioorientación, hay que mantener la temperatura de la pared de las preformas, antes de ser sopladas, al mínimo posible. La calidad de la bioorientación en una botella soplada con preformas a una temperatura de 90° C, es mucho mejor que una soplada a 110° C.

B) Soplado

La preforma, previamente calentada, asciende en el molde de la botella, introduciendo la preforma en su cavidad como se muestra en la figura 1.5

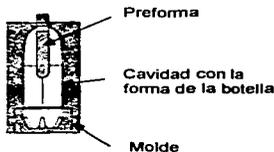


Fig. 1.5. Introducción de la Preforma en la cavidad del molde.

Cuando baja la vara de estirado en el molde, se introduce una presión de aire que sopla la preforma en el sentido circunferencial. La vara de estirado sigue penetrando y guía la extremidad de la Preforma, mientras que la baja presión sigue inflando la circunferencia de la Preforma en las paredes del molde. La vara de estirado alcanza el fondo del molde y el inflado a baja presión y la Preforma se sigue inflando a alta presión para formar la botella, tal como se muestra en la figura 1.6.

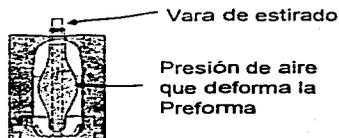
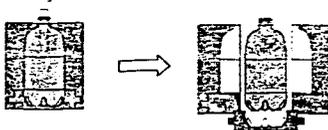


Fig. 1.6 Estirado y deformación de Preforma

Se mantiene la alta presión de soplado hasta que sea soplada la botella en la forma del molde y se enfría. Se desbloquea el molde y al abrirse se libera la botella, como se muestra en la figura 1.7.

Formado y enfriado



Liberación de botella

Fig. 1.7. Formado, enfriado y liberación de la botella

Todo el proceso anterior se lleva a cabo en una máquina marca SIDEL, operada con control numérico, dos operarios y se tiene una producción de 9 botellas por segundo.

1.2 Producción de jarabes

En la elaboración de jarabes, lo más importante es una dosificación siempre igual y exacta. En las instalaciones de mezcla, se cuenta con mandos computarizados especiales que aseguran el proceso de producción continuo e idéntico.

En la figura 1.8 se muestra el diagrama del proceso básico para la elaboración de jarabes, y a continuación se describen las etapas.

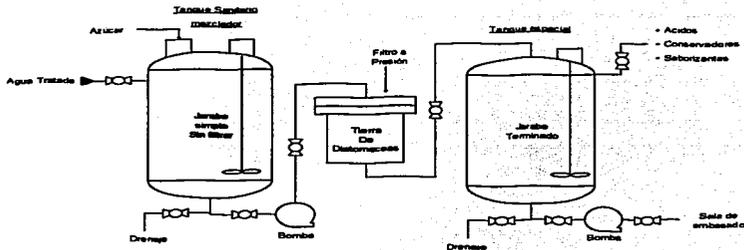


Fig. 1.8, Preparación de Jarabes

1.2.1 Jarabe simple.

En el tanque sanitario mezclador de la figura 1.8, se mezclan, agua tratada y azúcar de tal manera que se obtiene un jarabe con las características físico-químicas requeridas para el proceso y producto en cuestión.

Posteriormente, el jarabe simple es filtrado a presión que previene el paso de cualquier materia de desperdicio (véase figura 1.8)

1.2.2 Jarabe terminado

Después de la filtración, el jarabe simple filtrado fluye al tanque especial de la figura 1.8 donde se adicionan ácidos, conservadores y saborizantes. El jarabe terminado está listo para ser enviado al equipo de carbonatación.

1.3 Producción

Así como se ha descrito en los dos puntos anteriores, la producción de botella y la producción de jarabes, que son procesos que tiene una cierta independencia del proceso continuo de llenado, a continuación se describe desde cómo es alimentada la botella a la línea de producción, hasta el proceso de empaquetado y entarimado del producto listo para ser comercializado.

1.3.1 Proceso de alimentación y transporte de botellas a las líneas de producción

De acuerdo al origen de las botellas, la alimentación a la línea de llenado se pueda dar por dos vías. Si las botellas son fabricadas; y sopladas dentro de las instalaciones y se alimentan en forma directa a la línea de llenado; La segunda vía es si éstas fueron previamente fabricadas y almacenadas, o si provienen de un prestador de servicios externo.

En el primero de los casos, cuando la botella ha sido Termo formada, ésta sale de la rueda de soplado y es transportada a la línea de llenado mediante un transportador asistido por aire.

En este sistema, la botella viaja por un riel porta envases y es suspendida en un colchón de aire como se muestra en la figura 1.9.

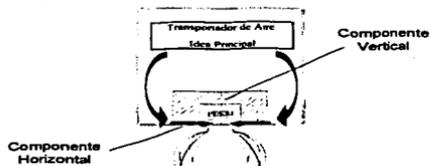


Fig. 1.9 Botella transportada en forma suspendida

El flujo de aire sobre el anillo-soporte de la botella es generado por un ventilador de mando el cual pasa por un sistema de filtrado, y cuenta con dos componentes dinámicos, uno vertical y otro horizontal.

El componente vertical, empuja hacia arriba el anillo del cuello de la botella, creando así una especie de cojinete de aire ente la guía cuello de acero y el anillo de la botella.

El componente horizontal, dirigido hacia el cuello de la botella mediante unos orificios graduados y orientados; es el responsable del movimiento de la botella en la dirección correcta.

Este sistema de transporte es especialmente higiénico ya que el flujo del aire va dirigido exclusivamente al anillo soporte de la botella evitando la entrada de aire en el recipiente, además de evitar al máximo la fricción y el desgaste por roce en el transporte. Con este sistema se obtiene un flujo de botellas sin perturbaciones y con un buen aprovechamiento de la energía. Las barandillas de ajuste manual permiten el transporte de botellas de diferentes tamaños, según se muestra en la figura 1.10.



Fig. 1.10 Transporte de botellas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la figura 1.11 se muestra el esquema del sistema de transporte de botellas en la planta actual.

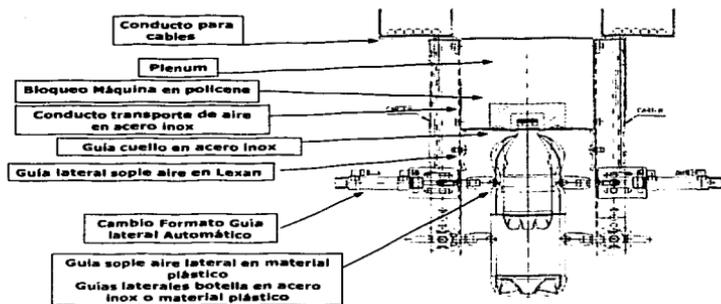


Fig. 1.11 Sección del transporte de botellas

En el segundo caso, cuando las botellas fueron previamente almacenadas, independientemente de si fueron fabricadas en las instalaciones, o si provienen de un proveedor externo, éstas son despaletizadas mediante un proceso manual, el cual requiere de mucho espacio y mano de obra para colocar los envases (granel) en un sistema de silos, el cual transporta las botellas a una máquina alineadora, cuya función es tomar todo el volumen de botella alimentada y orientarlas en la misma dirección y montarlas en la línea, para posteriormente ser llevadas al equipo encargado de enjuagarlas y así pasar a la línea de llenado.

1.3.2 Proceso de enjuague de botellas.

Este es uno de los procesos más delicados en la línea de producción, ya que las botellas que no vienen en forma directa del sistema de soplado, deben tener un tratamiento previo antes de ser alimentadas a la línea de llenado. El objetivo de este proceso es asegurar que las botellas vacías estén perfectamente limpias y sin ningún defecto.

El sistema de enjuague por rociado con que se cuenta actualmente en la planta es lineal, y básicamente consiste en que la botella previamente orientada es recibida por el sistema de enjuague y girada 180 grados. Posteriormente pasa a un tren de espreas, el cual está dividido en dos secciones, en un primer grupo de tres, se rocía hacia el interior de la botella una solución cáustica con una baja concentración (0.003%), en el segundo tren se inyecta agua esterilizada a presión para eliminar cualquier sustancia o posibles partículas hacia el interior de la botella.

1.3.3 Proceso de preparación de bebidas.

La bebida se realiza de acuerdo a la figura 1.12. El jarabe terminado es desplazado por una bomba sanitaria de acero inoxidable hasta el tanque de bebida, en éste se diluye el jarabe con agua tratada en proporciones específicas y la bebida sin gas es enviada a un carbo enfriador. El carbo enfriador es propiamente un condensador donde se mezclan a baja temperatura el CO_2 y la bebida sin gas. La temperatura baja se logra por la circulación de amoníaco en serpentines interiores que tiene el carbo enfriador.

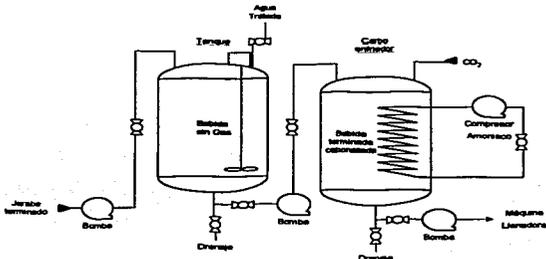


Fig. 1.12 Preparación de bebidas

La bebida terminada y carbonatada es enviada por una línea de acero inoxidable hasta la máquina llenadora.

1.3.4 Proceso de llenado.

Las botellas vacías y limpias se mueven por una cadena transportadora y pasan a la máquina llenadora de botellas que las levanta, las llena y les coloca y asegura la tapa. Después pasan por una pantalla de inspección antes de llegar a la etiquetadora como se muestra en la figura 1.13.



Fig. 1.13 Proceso de llenado.

1.3.5 Proceso de etiquetado.

Desde el punto de vista mercadológico, es el proceso que se considera de mayor importancia, ya que de él depende que la imagen, información técnica e información de la empresa, llegue a los clientes en la forma más clara y vendadora posible. Un error en esta parte del proceso disminuiría en forma considerable la calidad e imagen del producto.

Después de ser llenadas las botellas, los sistemas transportadores las llevan hasta el área de etiquetado.

Debido a que en el proceso de carbonatado el líquido es envasado a una temperatura de 4° C al momento de salir hacia el área de etiquetado, la superficie de la botella presenta un efecto de condensación y acumulación de partículas de agua debido al intercambio de temperatura.

Para retirar la humedad en la superficie de la botella, se transporta a una cortina de aire a presión, la cual deja al recipiente en condiciones de ser etiquetado.

El proceso con el que se cuenta hoy en la planta, es un etiquetado en forma circular en caliente. En la primera parte el equipo de etiquetado, se aplica una línea de adhesivo en caliente, el cual sirve como soporte para iniciar la colocación de las etiquetas envolventes desde la bobina.

Una vez que la etiqueta ha sido colocada, es cortada con precisión milimétrica por un sistema rotativo. De la precisión de este corte depende la calidad de la etiqueta en la siguiente botella.

El mecanismo con el que se cuenta, es de manejo sencillo y los tiempos de ajuste para el cambio de tamaño de botella son breves. Una vez terminado este proceso, las botellas son inspeccionadas en forma aleatoria por el operador de la máquina, de tal manera que se garantice que el cliente siempre reciba la imagen que se está transmitiendo.

Las etiquetas son suministradas a la línea de producción en carretes, las cuales han sido previamente diseñadas en función de las dimensiones y formas de cada botella por el proveedor.

La tendencia en el mercado, es el etiquetado libre de adhesivo a través de una funda alimentada en rollos; estas fundas pueden ser estirables o termo-retráctiles, las cuales a través de un túnel de vapor o aire caliente se adhieren a la forma externa de la botella. Esta tecnología aumenta en forma considerable la calidad de la presentación, así como lo vistoso de los envases; y desde el punto de vista ecológico facilita el desetiquetado y la limpieza de los envases para su reciclado.

1.3.6 Proceso de formación y empleado de paquetes

Una vez que la botella ha sido etiquetada, es transportada por las arterias vitales hacia el área de empleado. Entre el área de etiquetado y de empleado existe un remanso para contener e ir agrupando las botellas que posteriormente serán alimentadas al equipo de embalaje.

Cuando las botellas entran a este equipo se orientan y son acomodadas de acuerdo al número de botellas que se programen por el tamaño del envase; en el caso de la botella de 2 litros se hacen empleados de 8 botellas y para el de 0.6 litros se hacen de 24 botellas.

El éxito del empleado depende, en buena medida, de la presión con la que se haga la unidad de agrupación. Una vez que se tiene esta unidad es montada sobre una base de cartón la cual servirá como contenedor y facilitará el almacenaje y el manejo de los refrescos.

El proceso aunque repercute ligeramente en el costo, se hace para mejorar la imagen del producto en el mercado.

Al ser montado el cajón de agrupación en el cartón, pasa a un mecanismo en el cual es doblado y pegado para tener una base estable.

Seguido a esto, la unidad agrupada es envuelta por un túnel de un plástico termo-retráctil, el cual pasa a unos túneles de calor y adquiere la forma del cajón requerido. La rigidez de este empaque depende del espesor de la película termo-retráctil que se utilice. En la medida que el tamaño de la presentación aumenta, la película debe ser de mayor espesor.

Esta metodología de empaque sustituye a la reja de plástico que se utilizaba en el manejo y transportación de envase de vidrio. Este sistema funciona adecuadamente debido a la ligereza del envase de PET.

1.3.7 Proceso de formación y empleado de palets

Al salir los cajones de la formación son llevados por una banda transportadora hacia la zona en la cual se formarán los palets de producto terminado. Para el caso de la presentación de 2 litros, se montan 60 cajas por tarima; y para la presentación de 0.6 litros se montan 50 cajas. Es importante comentar que ésta es un área de mejora ya que las tarimas son armadas en forma manual.

Una vez armada la tarima, ésta se monta en un sistema giratorio, el cual envuelve el producto con una película plástica que evita la deformación de la estiba.

Al término de este proceso, el montacargas toma el palet y lo lleva al el área de almacenamiento.

1.3.8 Proceso de almacenaje y transporte.

El almacén de producto terminado se encuentra entre el área de entarimado y el andén de carga.

El sistema de almacenamiento es en estibas de dos y media camas, es decir, dos camas y una tercera que tendría que apoyarse en las dos tarimas bases. Dada la rotación, y la capacidad de almacenamiento, el producto dentro del almacén es prácticamente de paso.

Para la distribución y transporte del producto, actualmente se cuenta con una flota de 2 trailers sencillos, 1 trailer doble, 70 camiones de 9.6 metros, un camión torton, 15 camionetas y siete trailers para mayoristas.

Adicionalmente se cuenta con una flota de 9 montacargas que dan servicio a las áreas de tráfico de PET, producción y soplado.

En Anexo A se presenta la distribución de planta, indicando las áreas de proceso y flujo actual del proceso de producción de refresco.

1.4 Tratamiento de aguas en la embotelladora.

Después de la descripción del proceso de elaboración de refresco, se considera importante, tratar el punto de tratamiento de la materia prima (Agua) para la obtención de un producto que cumpla con las especificaciones técnicas y de calidad requeridas, es por esto que el proceso de elaboración de refresco se inicia cuando el agua es extraída de un pozo y enviada a una cisterna que se llama de agua cruda de donde se envía a un equipo desalcalinizado. En este equipo se reduce la alcalinidad por medio de resinas de intercambio iónico (figura 1.14). Cuando el ciclo de la resina se agota, ésta se regenera con ácido clorhídrico.

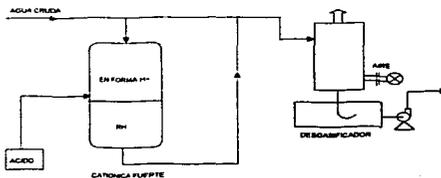


Fig. 1.14 Proceso de desalcalinizado

Del equipo desalcalinizador el agua es enviada a otra cisterna en donde permanece en contacto con cloro (hipoclorito de sodio) por medio de este proceso se elimina la carga bacteriológica que pudiera contener. En la figura 1.15 se muestra este proceso.

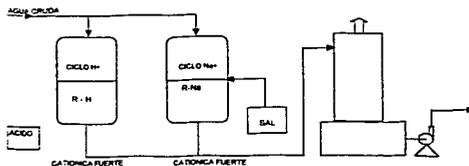


Fig. 1.15 Proceso para eliminar la carga bacteriológica

El siguiente paso es bombear el agua a través de un filtro de arena para eliminarle cualquier materia en suspensión que pudiera haber adquirido. Posteriormente pasa a través de un filtro de carbón que elimina el cloro.

Al salir del filtro de carbón se deposita en un tanque de retención como último paso de la purificación, para ser filtrada por un filtro "pulidor", el cual asegura un agua clara y pura para ser utilizada en los procesos de fabricación (figura 1.16).

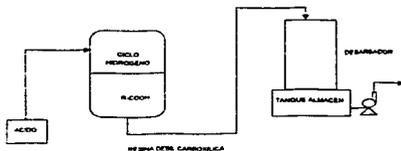


Fig. 1.16 Proceso de filtración

1.4.1.1 Agua suavizada

De la sistema de agua cruda se envía una línea hasta un equipo suavizador, en el cual, por medio de resinas de intercambio iónico, se elimina la dureza, hasta los parámetros previamente establecidos. Cuando el ciclo de esta resina se agota, se genera con cloruro de sodio (figura 1.17).

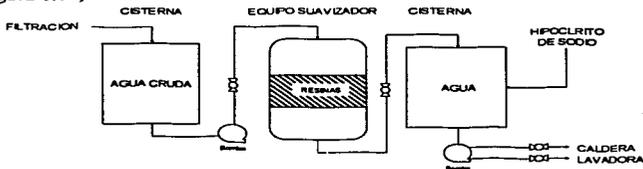


Fig. 1.17 Equipo suavizador

Del equipo suavizador el agua se envía a una cisterna en donde se pone en contacto con cloro (hipoclorito de sodio) para ser utilizada en los enjuagues de la lavadora. Otra línea sale del suavizador para alimentar la caldera.

1.5 Equipo de refrigeración en la planta actual

El proceso de elaboración de un refresco podría imaginarse como un proceso sencillo y de fácil control, pero en realidad implica una gran cantidad de procesos intermedios y de una gran cantidad de maquinaria especializada para lograr una calidad uniforme en todos los productos que se elaboran.

Si bien el proceso de fabricación no ha cambiado en lo esencial a través del tiempo, la maquinaria empleada sí lo ha hecho, principalmente en la tecnología utilizada para su operación a grandes velocidades.

El equipo de refrigeración y el de carbonatación es quizá uno de los puntos neurálgicos de todo el proceso. Este equipo es el encargado de bajar la temperatura del producto a embotellar a casi 0° C, esto con el objeto de lograr una eficiente carbonatación o incorporación de gas carbónico en el producto. El enfriamiento se logra a través de "deslizarse" el producto en unas placas de acero inoxidable que contienen amoniaco a alta presión que al estar en esta condición "absorben" el calor del líquido, logrando con ello el efecto deseado, sin que en ningún momento exista contacto entre el elemento enfriador (Amoniaco) y el producto a embotellar. Por lo que se refiere al proyecto actual, para duplicar la producción, este proceso también incluirá un incremento considerable, pues el producto a embotellar será el doble del actual y el complemento del equipo se tiene que planear para poder cubrir las necesidades de producción.

En el capítulo 3 se propondrá el equipo necesario así como su costo para poder justificar en conjunto la inversión que se requiera.

1.6 Capacidades de producción y eficiencias actuales

Las capacidades de producción en la planta de refrescos, se mide en función de la línea de producción y el tamaño del producto en cajas de refresco producidas por hora y por mes tal como se muestra en la Tabla 1.1

Capacidades de producción por línea, producto, por hora y por mes; Eficiencia				
No. de Línea	Tamaño	Cajas/Hora	Cajas/Mes	% de Eficiencia
1	2 lts.	845	475,000	70
2	2 lts.	755	425,000	68
3	600 ml.	710	400,000	80
Total			1,300,000	73

Tabla 1.1 Capacidades de producción y eficiencias actuales

1.7 Sistema de Calidad.

La ampliación de la capacidad de la planta embotelladora implica un aumento en la producción, sin embargo, se sabe que la calidad del producto varía inversamente proporcional al volumen de producción, es decir, mientras mayor sea la cantidad de producto, la calidad se ve mermada por los tipos de controles que se tienen para controlar, asegurar y planear las actividades que aseguran la calidad del producto. Considerando esta premisa, se considera conveniente analizar el actual Sistema de Calidad de la planta embotelladora para posteriormente proponer un Sistema de Calidad que evite mermar la calidad independientemente del volumen de producción y que además mejore la calidad del producto y proceso.

Actualmente, el Sistema de Calidad, se puede resumir a un Control de la Calidad, basado en la detección de las no conformidades sobre las características de calidad del Refresco, determinadas por el laboratorio central y la Autoridad Sanitaria, y algunos parámetros del proceso.

Por lo que el Sistema de Calidad, no está normalizado bajo ninguna norma internacional de sistemas de calidad, tal como ISO 9001:2000, que provea un marco de referencia para distinguir entre la mejora y la corrección de no conformidades del refresco, proceso, sistema de calidad y las propias quejas de los clientes.

En cuanto a la documentación del sistema de calidad, se limita a instructivos y métodos para el control de calidad, sin considerar el Sistema de Calidad, como un proceso de gestión de Calidad.

La evidencia del cumplimiento con el Sistema de Calidad, se remita a los controles de la calidad sobre algunas características del producto y parámetros del proceso, sin mostrar evidencia de la satisfacción del cliente y/o personal.

Es por lo que en el apartado 2.8 "Sistema de Calidad", del siguiente capítulo, se presenta una propuesta para la documentación e implantación de un Sistema de Calidad ISO 9001:2000.

Capítulo 2. Propuesta técnica para la ampliación.

En este capítulo se presenta la propuesta técnica que se recomienda para la ampliación de la planta. Una condición inicial que se debe considerar en este proyecto es el hecho que las instalaciones actuales no pueden ser substituidas ni modificadas, ya que actualmente se están utilizando al 100% y esto implicaría paros prolongados de producción y en consecuencia pérdida de ventas.

2.1 Línea de llenado

Uno de los factores más importantes que se debe considerar antes de iniciar la propuesta, es el tamaño de la botella. Actualmente la línea 1 y 2 están dedicadas a embotellar 2 litros y la línea 3, a 600 mililitros, estos tamaños ya son clásicos y se han posicionado en el mercado desde hace varios años, sin embargo, la competencia ha lanzado en el mercado nuevos tamaños como el 2.5, 2.6 y 3 litros con precios más competitivos que el tamaño tradicional de 2 litros, lo cual ha desatado una guerra de precios en el mercado que, obliga a todos los embotelladores a tener este tipo de envases para sus productos. De acuerdo a esta tendencia de mercado, se determinó que el tamaño de botella seleccionado para el presente proyecto será de 2.6 litros en cajas de 6 botellas.

También, es importante mencionar que actualmente se cuenta con una capacidad de 1.3 millones de cajas mensuales y por lo tanto se requerirán de 1.2 millones de cajas para llegar al objetivo del proyecto.

Con estos datos se puede iniciar el cálculo de la velocidad de la línea, comúnmente se considera que una planta de refrescos trabaja 3 turnos diarios con un total de 22.5 horas durante 25 días por mes, con lo cual, se tiene un total de 562.5 horas de producción por mes. Otro dato necesario para este cálculo es la eficiencia de la línea, que con las nuevas tecnologías, es posible obtener eficiencias mayores a 90 %. Para el presente proyecto se considera una eficiencia del 90 %. Con estos datos la velocidad de la línea se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\text{Velocidad de línea} = (\text{Número de cajas mensuales requeridas} / \text{Eficiencia}) / \text{Horas de producción mensual.}$$

Substituyendo valores se tiene:

$$\text{Velocidad de línea} = (1200,000 / 0.9) / 562.5 = 2370 \text{ cajas / hora}$$

Y finalmente si se consideran 6 botellas por caja.

$$\text{Velocidad de línea} = 2370 \text{ cajas/hora} \times 6 \text{ botellas/caja}$$

Por lo tanto, se tiene que la velocidad de la línea es de:

$$\text{Velocidad de la línea} = 14\,220 \text{ botellas/hora.}$$

Una vez definida la velocidad de la línea es posible hacer el análisis de la maquinaria. Es importante remarcar que la máquina llenadora es el elemento central de toda la instalación y que además, determina el rendimiento de la línea de llenado ya que rige el movimiento de botellas antes y después de ella, por lo tanto, el análisis más crítico es el de la máquina llenadora.

Los sistemas de llenado de las botellas utilizan desde la válvula de llenado de accionamiento mecánico, hasta la más moderna generación de válvulas de llenado de mando electro-neumático y controladas por computadora. Independientemente de la tecnología, todas las instalaciones deben garantizar una máxima calidad de nivel de llenado, incluso en rangos de altas velocidades. Por supuesto, también deben ser aplicados los más recientes conocimientos en cuanto a microbiología e higiene.

Actualmente las mejores tecnologías de llenado son europeas, quienes desde hace muchos años se han adueñado del mercado. En este estudio se evaluarán las dos mejores del mundo: Kronos y Simonazzi.

En la figura 2.1 se puede ver que la máquina llenadora es alimentada de botella por medio de un transportador neumático que sale de la enjuagadora.

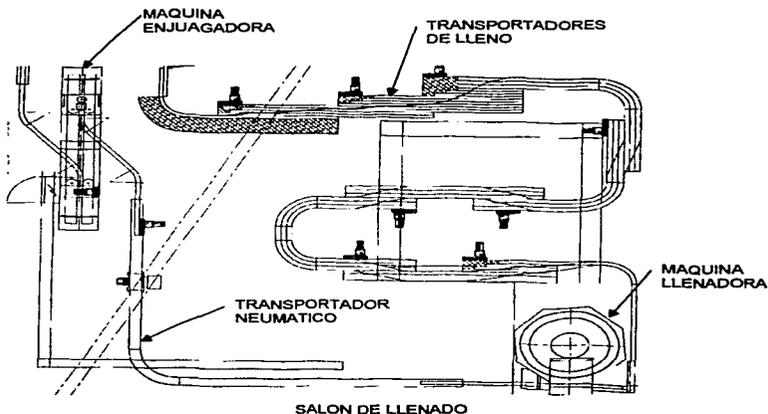


Fig. 2.1 Arreglo de enjuagadora independiente

Tamaños (litros)	Simonazzi (bph)	Krones (bph)
3	10 000	12 000
2.6	11 500	14 200
2	13 000	16 000
.600	14 400	20 000
Características	Simonazzi	Krones
Paso de llenadora	141 mm.	141 mm.
Número de válvulas	80	80
Número de toberas	48	48
Número de cabezales	12	8
Capacidad preparador de bebida	34 000 lph	37 000 lph

Tabla 2.1 Comparativo entre Krones y Simonazzi

En la industria embotelladora, el tipo de máquina llenadora más usual es la mecánica, ya que su funcionamiento es muy simple y ofrece una gran exactitud en el volumen y nivel de llenado, pero requiere un gran cuidado por parte del operador, ya que cada uno de los productos se deben embotellar bajo condiciones de proceso de llenado diferentes. Una mala selección del proceso de llenado provocará variaciones en el nivel de llenado.

Una nueva opción de máquina llenadora es la llamada volumétrica cuya ventaja más importante es que mide el volumen de llenado y permite llenar diferentes productos con diferentes condiciones de proceso de llenado sin variar el volumen seleccionado de llenado. Aunque el volumen y el nivel de llenado están relacionados, no significan lo mismo y generalmente en botellas de PET es más deseable un nivel de llenado constante que un volumen constante ya que el nivel es lo que visualiza el consumidor. Otras desventajas de la llenadora volumétrica es que requiere de técnicos altamente preparados para su mantenimiento y operación, ya que es una máquina sumamente complicada por su tecnología y además, su precio es aproximadamente, un 50% más alto que la llenadora tipo mecánica.

Por lo anterior, se recomienda la llenadora mecánica.

PROVEEDOR	HORAS DIARIAS	HORAS MES	VELOCIDAD	CAJAS POR HORA	% DE EFICIENCIA	CAJAS EFECTIVAS	CAJAS POR MES
KRONES	20	500	14,200	2,366	90	2,129	1,064,700
SIMONAZZI	20	500	11,500	1,916	90	1,724	862,200

Tabla 2.2 Comparativo de producciones en proyecto nueva línea de embotellado

Una recomendación importante para proyectos de esta magnitud es que se deben realizar "llave en mano", por que así el proveedor es responsable del funcionamiento adecuado de todos los equipos seleccionados y el cumplimiento de todas las especificaciones. Esto significa que todos los equipos de la línea deben ser integrados por el proveedor, aún si tienen que comprarlos a un tercero, lo que ocurre con frecuencia. En este proyecto Kronos fabrica la mayor parte de los equipos que requiere la línea, lo que lo hace un proveedor mucho más confiable.

Una vez determinada la velocidad de la máquina llenadora de 14,200 botellas por hora, el resto de los equipos se calculan entre un 10 y 20% más de velocidad, lo cual garantiza una buena eficiencia de la línea, en la tabla 2.3 se muestra el porcentaje de aumento propuesto para cada una de las velocidades de las máquinas en las diferentes etapas del proceso de elaboración de refresco.

Etapas del proceso	Factores de sobrerrendimiento
Llenadora de botellas	100
Enjuagadora rotativa	110
Taponadora	110
Dispositivo de inspección	110
Embaladora de paquetes	120
Etiquetadora de envases	110
Palcitizadora	120
Transportador de taponos	110
Posicionadora	120
Envolvedora con film plástico	120

Tabla 2.3 Factores de sobre rendimiento en % para el cálculo de las velocidades de las máquinas

Después del llenado, la botella debe taparse inmediatamente en la máquina taponadora sincronizada en el block de la llenadora. Para tapar botellas PET se emplean tapas roscadas de plástico, las cuales deben estar aplicadas con un torque controlado, generalmente entre 10 y 14 lb-in.

Es imprescindible el dispositivo de inspección después del proceso de taponado, incluso con las técnicas modernas de control, las cuales garantizan un llenado de gran exactitud y con desviaciones dentro del .001 % de error. Por lo tanto, una técnica de llenado orientada hacia el futuro, que cumpla con máxima calidad y rentabilidad, debe incluir sistemas de control para el nivel de llenado y la correcta aplicación de la tapa. Con este dispositivo se toman todas las precauciones posibles al respecto, ya que con este sistema se controla el nivel de llenado y se seleccionan las botellas que no han sido llenadas correctamente y se determina cual es la válvula defectuosa para que pueda ser cambiada.

Posteriormente al proceso de inspección, las botellas pasan a los transportadores de lleno, su tarea va más allá que el simple transporte de las botellas de un lugar a otro, más bien, se encargan de garantizar que las botellas sean suministradas en la cantidad justa requerida por la máquina embaladora de paquetes. Además, sirven para crear zonas de acumulación necesarias para absorber paros intermitentes en cualquiera de las máquinas conectadas. En general, los transportadores son de cierto modo, las arterias vitales de toda la línea, ya que conectan a todas las máquinas y de ellos depende el funcionamiento óptimo de toda la línea de embotellado. Los sistemas transportadores deben estar dotados de la más moderna técnica

de control y es requisito indispensable que sean capaces de transportar botellas, paquetes y palets completos de manera cuidadosa y silenciosa, con ahorro de energía, sin perturbaciones y de manera segura en toda la planta.

Estos transportadores entregan las botellas a la máquina embaladora de paquetes en donde se formará el paquete final. En este punto se requiere definir el tipo de empaque que se necesita. Para botellas PET lo más utilizado es el paquete con película termo-retráctil, ya que es resistente, barato y desechable; además, ya es posible utilizar película impresa, lo cual mejora, aún más, la presentación del paquete.

Una vez formados los paquetes, son transportados a la máquina empacadora (paletizadora) que se encarga de empacar (paletizar) por capas las unidades de embalaje preagrupadas. La formación del empaque (palet) es totalmente automático, incluyendo el transporte de los empaques (palets) y el embalaje del mismo; esto garantiza la salida constante del producto de la línea.

Finalmente, los palets de producto terminado se envían al almacén en espera de ser embarcados a su destino final.

Se han definido los procesos de la línea posteriores a la llenadora, ahora se definirán los procesos anteriores al llenado.

Generalmente, la práctica más usual para alimentar la línea es con máquina empacadora (paletizadora); esto, debido a que la mayoría de los proveedores suministran la botella empacada (palatizada). El empaque (paletizado) permite un transporte confiable, sobre todo en grandes distancias con la desventaja del costo del flete y empaque. Esto ha obligado a proveedores y embotelladores a buscar soluciones más competitivas.

Una solución muy aceptada ha sido el suministro de botella llamado pared a pared, lo que significa que el proveedor instala sus sopladoras a un lado de la planta del embotellador y conecta con transportadores neumáticos o de banda las máquinas sopladoras a la línea de llenado. Con esto se elimina el costo de fleteo y empaque pero surgen otros costos de operación ya que las eficiencias de llenado y soplado son bajas.

Por otro lado, los embotelladores que producen sus propias botellas, que es el mismo caso de este estudio, en general conectan la máquina sopladora a la línea de llenado por medio de transportadores neumáticos; esta práctica tiene la ventaja de que evita almacenar grandes cantidades de botella y por lo tanto se tiene un ahorro en los costos de empaque y almacenamiento que no son nada despreciables, sin embargo, la eficiencia de la línea, no puede ser mayor al 75% lo que representa un costo mayor para la empresa.

Para lograr mejor eficiencia y una reducción de costos al eliminar las operaciones de empaque y almacenaje se propone, un sistema mixto llamado sistema de silos de almacenamiento de botellas; en éste, la sopladora sigue conectada a la línea de llenado pero se tienen más opciones. (ver Anexo D1).

El sistema de silos se refiere a contenedores de 2 y 4 m³ de volumen que almacenan botellas. Estos silos se llenan directo de la sopladora cuando la línea de llenado no está en operación (ver Anexo D2) y por lo tanto no está consumiendo botellas de la sopladora.

Una vez llenos los silos, son almacenados en espera de ser utilizados. Cuando la línea de llenado está en operación y no hay suministro de botella de la sopladora, los silos alimentan a la línea de llenado a través de un sistema volteador de silos (ver Anexo D3), lo que elimina paros por falta de botellas, mejorando la eficiencia. Para utilizar botella almacenada en silos es necesaria una máquina posicionadora; esta máquina recibirá la botella de los contenedores a granel y la ordenará para entregarla al transportador neumático, el cual la llevará a la siguiente etapa del proceso: el etiquetado.

El transportador neumático permite un transporte seguro y con poco ruido de botellas de diferentes tamaños y contornos. Se propone que este transportador sea fabricado en su totalidad en acero inoxidable, el cual debe ser montado en el piso, la pared o el techo y construido en forma modular para ser adaptado a las exigencias de la línea de llenado. También se recomienda que las barandillas de guiado de envase se ajusten de forma completamente automática mediante cilindros neumáticos, lo que resultará en cambios de tamaño de envase muy rápidos. También se recomienda utilizar ventiladores radiales controlados por medio de variadores de velocidad. Se propone que todo el sistema se controle mediante una terminal de operación con pantalla tacto-sensible en la que es posible introducir todos los parámetros del mando del transportador.

En este proyecto se utilizan transportadores neumáticos de la máquina posicionadora a la máquina etiquetadora y de ahí hacia la máquina enjuagadora. En el Anexo E se puede ver la distribución de planta propuesta para la nueva línea.

En todas las líneas actuales de la planta el proceso de etiquetado se realiza después de la llenadora, este concepto ha sido muy utilizado y ventaja más importante es, que en el proceso de etiquetado se presiona el envase para colocar la etiqueta y si el envase está lleno tiene mayor resistencia a la presión de etiquetado, esto permite una buena estabilidad de la botella a su paso por la etiquetadora. El principal problema es entonces el control de la botella, por eso, etiquetar antes del llenado es difícil, ya que la botella PET es muy ligera, sin embargo, los fabricantes de botellas deben etiquetar botellas vacías ya que hay una gran cantidad de embotelladores que no etiquetan sus productos en la línea de llenado, esto representa un problema para ellos ya que el etiquetado en vacío no es muy eficiente. Por otro lado el etiquetado en botella llena tiene una enorme desventaja ya que el refresco generalmente se llena entre 2 y 4 grados centígrados, por lo que llega a la etiquetadora con mucha condensación en la superficie de la botella lo cual, dificulta el etiquetado y el problema se acentúa con el incremento de la velocidad de la máquina. Por esta razón para este proyecto se recomienda etiquetar en vacío con una máquina que tenga un control absoluto del movimiento de la botella, esto se obtiene por medio de centradores que sujetan firmemente el envase entre boca y fondo, además, se debe tener un sistema de surtirización interna de la botella, lo que le da la resistencia ideal para soportar la presión de etiquetado, con lo cual se obtendrá una gran precisión de etiquetado.

La etiquetadora que se propone para nuestro proyecto es un modelo rotativo, (ver figura 2.3) completamente automático para el etiquetado envolvente con etiquetas de plástico alimentada en bobina. Un rodillo de transporte controlado por PLC y accionado por un servomotor y con cuchillas rotativas, las cuales cortan las etiquetas de forma limpia y precisa. Se propone que sólo el principio y el final de la etiqueta reciben una franja delgada de adhesivo caliente, con lo cual se reducirá el consumo de adhesivo. También se recomienda que la máquina esté equipada con dos bobinas de etiquetas para tener una mayor reserva en la operación de la máquina. Y que el cambio de bobina sea en forma automática, aún, con la producción en curso.

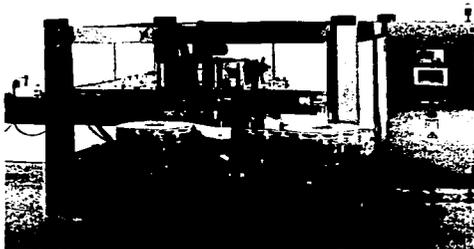


Fig. 2.3 Máquina etiquetadora

La máquina que se propone cuenta con un equipamiento eléctrico muy moderno con accionamiento regulado por variación de frecuencia y control de PLC. Los cambios para adaptar la máquina a otros tamaños de botellas y etiquetas pueden ser realizados de forma rápida y sin herramientas. Todos los ajustes nuevos son fácilmente reproducibles. La máquina es de fácil manejo, limpieza y mantenimiento y funciona de forma muy económica debido a su gran confiabilidad.

Una vez que la botella está etiquetada pasa al segundo tramo de transportador que la llevará a la máquina enjuagadora que se encuentra en el monobloc. Esta máquina enjuagadora que se propone (ver figura 2.4), es rotativa y posiciona la botella justamente sobre la espesa de rociado con agua estéril, que a diferencia de la enjuagadora lineal que actualmente se tiene en la planta, garantiza la eliminación de posibles partículas en el interior de las botellas, quedando en perfecto estado para ingresar a la máquina llenadora (ver figura 2.5).

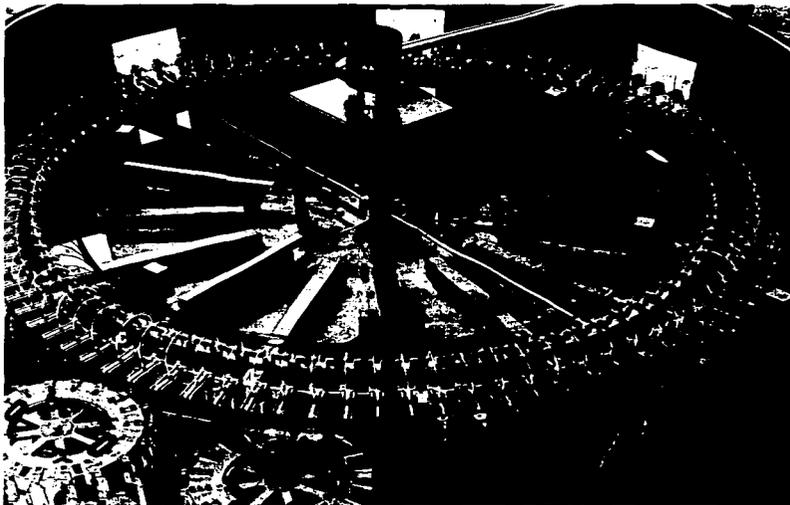
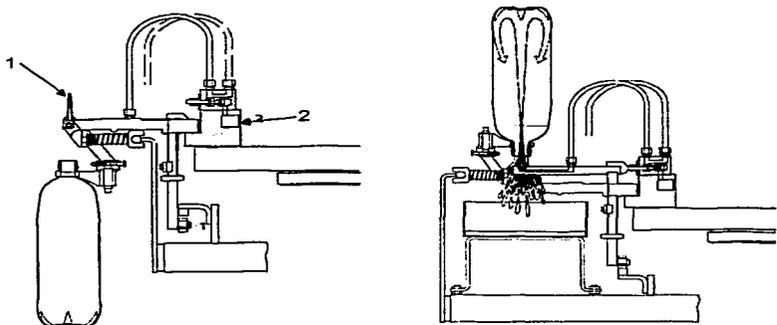


Fig. 2.4 Máquina enjuagadora



1. TOBERA DE ROCIADO CONTROLADA POR LEVA.
2. CONDUCTO DE AGUA.

Fig. 2.5 Mecanismo de enjuague

En la producción continua de bebidas carbonatadas, la instalación de mezclado de bebidas, debe ofrecer óptimas condiciones para la dosificación exacta y constante a la llenadora de una amplia gama de recetas diferentes. En la figura 2.6 se puede apreciar este equipo.

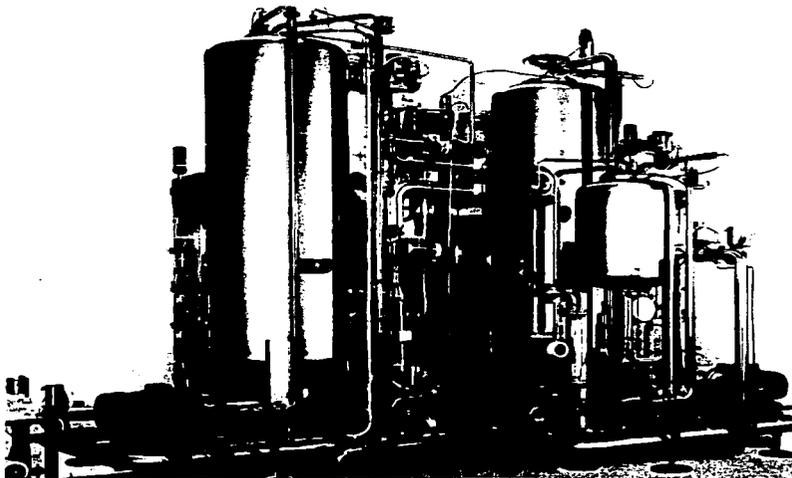
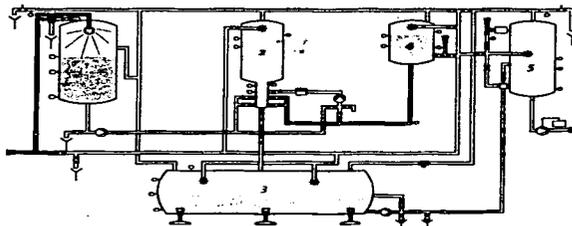


Fig. 2.6 Preparador de bebidas

El sistema de mezclado que se propone es capaz de producir tanto bebidas mezcladas con bióxido de carbono, así como productos sin gas. El proceso de fabricación continuo, permite realizar un desarrollo de la producción flexible y económico. Durante este proceso se mezclan los diferentes componentes como por ejemplo el jarabe y el agua desgasificada dentro de una mezcladora estática para formar el producto correspondiente que se conduce a través del tanque de carbonatación directamente a la llenadora, lo cual es una ventaja para un cambio rápido del producto (ver figura 2.7). La dosificación de los componentes respectivos es determinado mediante medidores de caudal siendo posible ajustarlos dentro de rangos pequeños; de este modo se logra una óptima calidad del producto de forma rápida y precisa minimizando pérdidas de producto y jarabe. Este sistema preparador de bebidas cumple con todas las exigencias de una empresa moderna de producción de bebidas con una amplia variedad de productos.



*Mezcladora KRONES MS 35
con un tanque dosificador y
mezclador para 35.000 l/h
producto terminado*

- 1 Tanque de desgasificación
- 2 Tanque dosificador
- 3 Tanque de almacenaje del producto
- 4 Tanque de alimentación del lavabe
- 5 Tanque de carbonatación

Fig. 2.7 Proceso esquemático

Otra propuesta para este proyecto es, contar con un sistema de limpieza centralizado CIP (cleaning in place) que se emplea para la limpieza eficaz de la llenadora, instalaciones de preparación de bebidas, enjuagadoras y las tuberías que unen las respectivas máquinas. El sistema CIP es independiente de otras máquinas o instalaciones. La limpieza se realiza con circulación de líquidos. El manejo y el control de la instalación se realizan de forma manual y los químicos de limpieza se dosifican según las recomendaciones del proveedor.

2.2 La línea de soplado

Generalmente una planta embotelladora no produce sus propios envases, sino que son suministrados por proveedores externos; sin considerar las cuestiones de costos, muchos embotelladores han decidido integrar la producción de envases en su planta por cuestiones estratégicas, como ocurre en este proyecto. Esto implica que la capacidad de producción debe estudiarse en forma cuidadosa y considerar varios escenarios. En este proyecto sólo se considera una máquina sopladora para producir la botella que requiere la línea de llenado que se ha estudiado.

Ya se ha establecido el rendimiento de la llenadora que es de 14200 bph para un tamaño de 2.6 litros, por lo que la sopladora debe producir aproximadamente un 10 % más. La máquina sopladora que se propone garantiza 1300 bph por cavidad, con lo cual se calcula la cantidad de estaciones de molde que debe tener la máquina; de esta manera si se requieren 14200 entre 1300 se tienen 10.92 cavidades; agregando un 10 % más, el resultado es de 12, por lo tanto la máquina que se propone es una máquina de 12 estaciones de moldes para una producción de 15600 bph. Esta máquina deberá tener moldes de alto rendimiento y producir botellas no retornables hasta un volumen de 3 litros. La máquina está compuesta de una rueda de soplado y de un horno lineal colocado a su lado como se muestra en la figura 2.8.

- 1 Disposi-tivo único-ador de preformas
- 2 Tolva de preformas
- 3 Elevador de preformas
- 4 Rodillos en-ta-aces de preformas
- 5 Carril de alumena-ción de preformas
- 6 Rueda de entrada de preformas
- 7 Horno lineal
- 8 Cadena de calentamiento
- 9 Cojas de calentamiento
- 10 Rueda de transfe-rencia de preformas
- 11 Rueda de transfe-rencia de botellas
- 12 Rueda de soplado
- 13 Estación de soplado
- 14 Transportador de aire
- 15 Unidad de operacion
- 16 Armario eléctrico
- 17 Alimentación de agua
- 18 Alimentación de aire

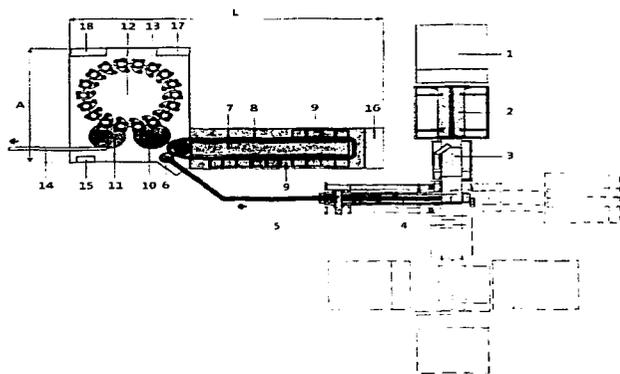


Fig. 2.8 Máquina sopladora

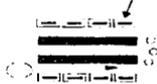
Para poder adaptarse a las características de los diversos envases es posible variar el número de zonas de calentamiento dentro del horno lineal. El horno debe ser de la máxima longitud para ofrecer espacio para posibles ampliaciones posteriores. Debido a la construcción modular es posible ajustar entre ellos el horno lineal y la rueda de soplado para adaptarlos al rendimiento deseado como se muestra en la figura 2.8.



-Las unidades de calentamiento pueden ser posicionadas según sea requerido en la máquina.

-El tiempo de estabilización del proceso se adapta de manera óptima a la velocidad y al espesor de la preforma.

Lámparas de infra-rojo



Unidades de calentamiento ajustables.

Fig. 2.9 Unidades de calentamiento de preformas

Las preformas pasan en la máquina por un mínimo de puntos de transferencia. Al entregar las preformas al horno lineal se prescinde del giro usual de 180° puesto que las preformas son calentadas siendo transportadas de forma colgante como se muestra en la figura 2.9. Durante el calentamiento, la rosca de la preforma es protegida ante el efecto del calor mediante un protector de aluminio refrigerado por agua.



-Las preformas no necesitan ser invertidas.

-Protección individual de cada preforma evitando calentamiento en la boca.

-Mínimo desgaste debido a la reducción del número de piezas mecánicas.

-Conexiones sin juego entre Los eslabones de la cadena.

Fig. 2.10 Transferencia de preformas a el horno

En la figura 2.11 se muestra un ensamble de una unidad de soplado con porta moldes de nuevo diseño que posibilita rendimientos mucho mayores debido a su peso reducido. Un sistema de bloqueo rápido permite cerrar y abrir los moldes con absoluta precisión y fiabilidad. Cada estación de soplado conforma una unidad compacta con las válvulas mecánicas integradas que son de conmutación rápida y disposición óptima.



- Posición óptima de la válvula a la boquilla de soplado para ahorro en el consumo de aire.
- Utilización de portamoldes de aluminio para reducción de peso.
- Sistema de bloqueo rápido de moldes permite un proceso confiable.

Fig. 2.11 Estación de soplado

Puesto que la máquina sopladora destaca por una elevada seguridad de proceso combinada con un consumo de energía muy reducido, su funcionamiento es bastante económico. A los resultados óptimos de la producción contribuyen sobre todo la estabilidad homogénea y el espesor uniforme de las paredes de las botellas PET. Además con su rendimiento máximo de 1,600 bph por estación de soplado, así, la máquina determina el nuevo estándar a seguir en el sector.

Después de haber definido el tamaño de la máquina sopladora, se requiere calcular el tamaño del compresor de alta presión, éste es un cálculo que requiere mucho cuidado debido a que el aire entregado por el compresor puede variar en función de la altitud y la temperatura del lugar en donde será instalado. Actualmente la planta cuenta con un compresor Belliss & Morcom mostrado en la figura 2.12, que es de manufactura inglesa, uno de los mejores del mundo para esta aplicación, por lo que se recomienda instalar uno de este tipo para el proyecto.

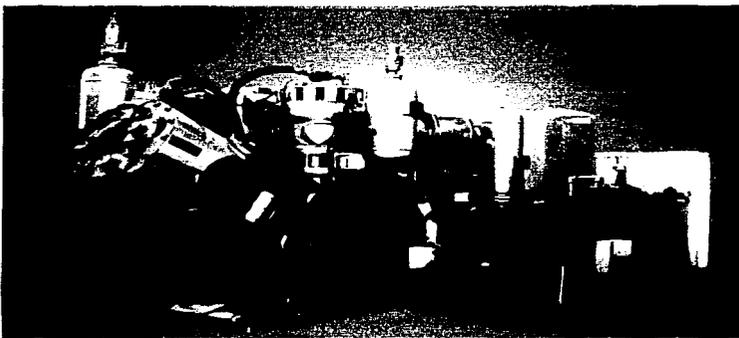


Fig. 2.12 Compresor de alta presión

El fabricante de la máquina sopladora indica que se requiere de un volumen de aire de trabajo de 1964 m³/h a 40 bares, con este dato se puede seleccionar el tamaño del compresor adecuado. En el catálogo del proveedor se puede observar que el compresor WH150H3N, cuenta con una capacidad de 2,898 m³/h de aire total entregado en condiciones de 0 metros de altitud sobre el nivel del mar y temperatura ambiente de 0° C, para calcular la capacidad del compresor a las condiciones del lugar de instalación, que para nuestro caso son 2250 metros sobre el nivel del mar y 24 °C de temperatura ambiente, se requiere un factor de conversión que se calcula con la ecuación 2.1:

$$V_s = V_o / K \quad \text{Ec. 2.1}$$

De donde :

V_s = Volumen de aire en las condiciones del lugar de instalación en m³/h.

V_o = Volumen de aire en condiciones 0 m y 0 °C en m³/h.

K = Factor de conversión.

Por otro lado se tiene que:

$$K = \frac{(273 + T1)}{273} \times \frac{1.013}{P1 - (\% \text{ Hr} \times \text{Psat})} \quad \text{Ec. 2.2}$$

De donde:

Tl = Temperatura del lugar en °C
Pl = Presión del lugar en bar
Psat = Presión de saturación a Tl en bar
Hr = Humedad relativa del lugar en °C

Para nuestro proyecto se tienen los siguientes datos:

Vo = 2898 m³/h
Tl = 24 °C
Hr = 60 %
Altitud = 2250 m.

Del Anexo B se obtiene:

Psat = 0.03138
Pl = 0.7701

Sustituyendo valores en la expresión 2.2 se tiene:

$$K = \frac{(273 + 25)}{273} \times \frac{1.013}{0.7701 - (0.6 \times 0.03138)}$$

$$K = 1.4718$$

Finalmente sustituyendo en la ecuación 2.2 se tiene:

$$V_s = 2898 \text{ (m}^3\text{/h)} / 1.4718$$

$$\underline{V_s = 1969 \text{ m}^3\text{/h}}$$

Como se mencionó anteriormente, el volumen de aire efectivo requerido por la máquina sopladora es de 1964 m³/hr, por lo que se concluye que el compresor propuesto tiene la capacidad necesaria, dado que el fabricante entrega su equipo con un margen adicional del 20%.

2.3 El salón de jarabes

El departamento de jarabes es una de las áreas con mayor oportunidad para mejorar los procesos actuales de preparación de refrescos, ya que esta área deberá reinstalarse completamente, debido a que las instalaciones actuales no cuentan con los equipos necesarios para producir jarabes de acuerdo a el nuevo volumen de producción de cajas de refresco.

El proceso de preparación de jarabes inicia con el jarabe simple que es la disolución de azúcar en el agua, aunque el proceso es muy sencillo se requiere de un sistema capaz de procesar 150 toneladas de azúcar diariamente lo cual no es nada sencillo.

Para el sistema de disolución de jarabe simple se propone instalar un Ejector en lugar del sistema actual, ya que es necesario incrementar la velocidad de producción de jarabe simple. Este sistema consiste en una tolva de vaciado de azúcar que se conecta a un tubo de agua que funciona bajo el principio de Venturi (ver figura 2.13). En este tubo se inyecta agua con una bomba de 40 Hp. y la presión del agua arrastra al azúcar que cae por gravedad en el tubo y se hace una mezcla, que deberá pasar a través de un sistema de propelas estáticas para lograr la disolución rápidamente. Este proceso reduce radicalmente el tiempo requerido para la disolución de azúcar hasta un 70 % del sistema tradicional.

TOLVA DE VACIADO DE AZUCAR

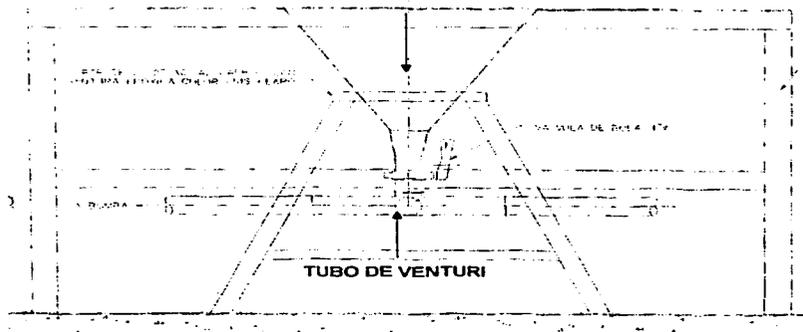
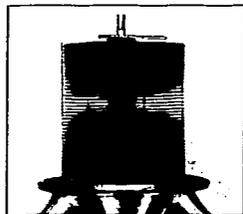
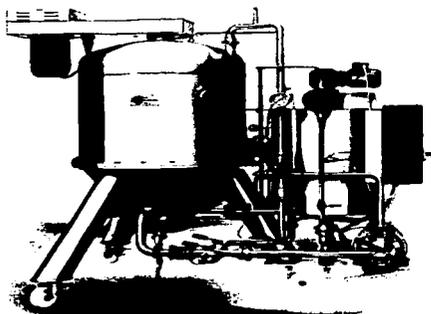


Fig. 2.13 Ejector

Es importante señalar que para el nuevo volumen de producción se requieren, aproximadamente, 200,000 litros diarios de jarabe simple, por lo cual el sistema propuesto satisface los requerimientos de producción.

Otro sistema que ha quedado limitado para la nueva producción es el de filtración de azúcar; se propone instalar un nuevo filtro de azúcar de mayor capacidad y diferente tecnología al actual, este nuevo filtro debe ser de tipo centrífugo (ver figura 2.14), con un área de filtración de 20 m² y una capacidad de 18,000 lph.




PADOVAN

Fig. 2.14 Filtro de azúcar

Para la producción de jarabe terminado se propone utilizar un sistema de alimentación de concentrados líquidos y conservadores en estado sólido. Este sistema consiste en un pequeño tanque de 100 litros, en donde se vacían los concentrados, en el caso de los conservadores sólidos deben diluirse en agua. Estos tanques tienen una bomba de desplazamiento positivo que envía el producto a los tanques de preparación de jarabe terminado.

Para conectar todos los tanques de jarabe terminado hacia las líneas de producción, se propone un sistema de placa diversora, la cual consiste en un sistema de conductos, los cuales pueden comunicarse a voluntad para canalizar el flujo hacia el lugar indicado, es decir conectar un tanque específico a una línea de producción. Esta placa también sirve para alimentar los concentrados, conservadores y jarabe simple a los tanques para el proceso de preparación.

Otra instalación que se propone para esta área es el CIP (Cleaning In Place). Este sistema nos asegura la higiene necesaria en los diferentes tanques y tuberías del área de jarabes.

En el Anexo C se puede observar la propuesta de distribución de planta del salón de jarabes.

2.4 Tratamiento de aguas

El tratamiento del agua que actualmente se utiliza, ha sido seleccionado en función de las características del agua que se extrae de los pozos de la planta. Este proceso de tratamiento es el más adecuado y por ningún motivo puede modificarse.

2.5 Compresores de amoniaco

Una de las instalaciones auxiliares más importantes de la planta es el área de refrigeración, como se estudió en el capítulo 1, la planta cuenta con un sistema de refrigeración centralizado, el cual suministra amoniaco a todas las líneas. Este sistema ha quedado limitado y requiere de un crecimiento para la ampliación de la planta.

Actualmente se cuenta con una capacidad instalada en compresores de 605 toneladas de refrigeración, como se muestra en la tabla 2.4.

COMPRESORES ACTUALES	
COMP. DE TORNILLO N-200 VL./350. H.P. -5°C./30C.	333.T.R.
COMP. RECÍPROCANTE N8WB/150. H.P. -5°C./30C.	136.T.R.
COMP. RECÍPROCANTE N8WB/150. H.P. -5°C./30C.	136.T.R.
TOTAL DE CAPACIDAD INSTALADA EN COMPRESORES	605.T.R.

Tabla 2.4 Capacidades actuales de compresores de amoniaco

En la tabla 2.5 se observa la capacidad de refrigeración requerida para la ampliación de la planta.

CAPACIDAD FUTURA DE REFRIGERACIÓN		
LÍNEA	PRODUCCIÓN (LIT/HR)	CAPACIDAD EN T.R.
1	22,000	193. T.R.
2	16,800.	147. T.R.
3	15,540.	136. T.R.
4 LÍNEA FUTURA	36,000.	315. T.R.
	TOTAL	791. T.R.

Tabla 2.5 Capacidad requerida para ampliación de la planta

Realizando una comparación de las dos tablas anteriores (2.4 y 2.5) se llega a la conclusión que se requiere incrementar 186 toneladas de refrigeración en la planta.

Para este incremento se propone un compresor de tornillo de las mismas características del actual, lo que agregaría una capacidad de 333 T.R. de refrigeración, con esto se obtendría un total de 938 T.R., suficiente para los nuevos requerimientos.

2.6 Nuevas capacidades de producción y eficiencias

A continuación se presenta la tabla 2.8, que incluye la nueva línea de llenado. Se puede ver que la línea propuesta tiene la capacidad de producir un volumen de cajas equiparable a la capacidad de las 3 líneas actuales, por lo que se nota la gran ventaja que ofrecen las nuevas tecnologías de llenado.

Se puede ver que la capacidad de producción de la planta es la que se ha propuesto con la ampliación.

CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN Y EFICIENCIAS FUTURAS.				
LÍNEA	TAMAÑO	CAJAS/HORA	CAJAS/MES	% DE EFICIENCIA
LÍNEA 1	2 L.	845	475,000	70
LÍNEA 2	2 L.	755	425,000	68
LÍNEA 3	600 ML.	710	400,000	80
LÍNEA 4	2.6 L.	2130	1,198,125	90
TOTAL			2,498,125	77

Tabla 2.8 Resumen de Capacidades y eficiencias

2.7 Ahorro de energía eléctrica.

Dentro de la propuesta para la ampliación de la planta embotelladora, se propone a continuación analizar las posibilidades de ahorro de energía, por razones económicas y para proteger nuestro medio ambiente.

El manejo de la energía tiene un enfoque prioritario dentro de las tendencias dominantes de la administración de las empresas. Desde luego que una política firme de manejo de la energía puede tener el mismo efecto sobre las utilidades que tendría por ejemplo el logro de un incremento del 20% en la tasa de retorno de la inversión.

Uno de los objetivos de este proyecto es contar con una empresa rentable en un mercado global cada vez más competitivo, para esto, en este apartado, se enfoca al tema de la conservación de la energía.

Al ver la necesidad de tener en funcionamiento una política energética coherente, se quiere proponer una cultura de investigación de nuevas tecnologías con beneficios susceptibles de ser cuantificados como parte de un programa de mejoras prácticas. Los ahorros de energía se verán reflejados directamente al final del balance de la empresa y se pretende que tengan el mismo criterio para la toma de decisiones.

Para satisfacer la creciente demanda de aumento en la productividad de parte de las empresas, los Gobiernos de todos los rincones del mundo han identificado no solamente la necesidad de incrementar la eficiencia energética, sino también las barreras para el progreso. Dicho de forma sencilla no es una falta de disposición sino es más bien una falta de conciencia en el mercado.

Los motores consumen el 70% de la electricidad en la industria y, sin embargo muchos motores trabajan considerablemente por debajo de la capacidad para la cual fueron diseñados. Cuando un motor está trabajando por debajo de su carga completa, está desperdiciando una gran cantidad de energía.

Desafortunadamente los motores no tienen ninguna forma inteligente de ajustar la cantidad de energía que demandan en relación con el trabajo que efectúan, por lo que la energía que tienen de más durante el proceso y que no se consume o no se refleja en productividad, el motor la transforma en vibración, temperatura y ruido, disminuyendo la vida útil del motor.

Dentro de los problemas eléctricos en los motores se encuentra la corriente de arranque elevada, cambios bruscos en el voltaje, disminución del voltaje, falla, desgaste del contactor, sobre carga y sobrecalentamiento.

En cuanto a los problemas mecánicos existen choques bruscos de carga, rebotes, fatigas, falla de la transmisión, tensión y desajuste de bandas, ruido y vibración.

Y con respecto a los problemas económicos hay una maximización de las demandas de carga, mantenimiento del equipo, reducción de la vida del motor y desperdicio de energía.

Desde su invención hace cien años, el motor de inducción trifásico se ha convertido en uno de los componentes más comunes de los equipos industriales conocidos a través del tiempo. Debido a su construcción simple, su bajo costo, su confiabilidad y su eficiencia relativamente alta, es probable que continúe siendo la fuente principal de energía mecánica en el futuro.

Los principales problemas que presentan los motores, son la incapacidad del motor de igualar el torque del motor con el torque de la carga, ya sea durante el periodo de arranque en el que se requiere una gran cantidad de corriente o durante la operación normal.

Cuando el motor está operando con una carga ligera durante periodos prolongados, la eficiencia del motor disminuye debido al sobreflujo de corriente en el embobinado para el torque específico requerido para soportar la carga. En un voltaje terminal constante, este flujo, al cual frecuentemente se le denomina corriente magnetizante, es fijo y representa alrededor de 30 al 50% de las pérdidas totales de los motores.

Una vez que el motor se encuentre a su máxima carga y que trabaje a su potencia máxima para la cual está diseñado durante la mayor parte del tiempo, no hay oportunidad de ahorro. Sin embargo, cuando trabaja a menos del 70% de carga hay posibilidades de algunos ahorros, generalmente se puede ofrecer posibilidades de ahorros importantes en cargas de trabajo por debajo del 50% de la carga máxima, que es donde la eficiencia del motor disminuye de manera significativa.

En muchas ocasiones los motores trabajan continuamente con bajas cargas debido a que están diseñados para manejar una carga máxima que rara vez se encuentran. Esto se debe, en parte, a las fluctuaciones en el suministro de energía, a los márgenes de seguridad en las especificaciones de los fabricantes, a la disponibilidad y existencia de motores de determinadas capacidades y a variaciones en el ciclo de trabajo.

Estos motores de mayor consumo son motores de corriente alterna, por lo tanto en este proyecto se analizarán las oportunidades de ahorro en estos motores.

2.7.1 Equipos que ayudan a consumir menor energía eléctrica:

En la actualidad los equipos que pueden disminuir el consumo de energía eléctrica son: los variadores de velocidad, los inversores vectoriales o los variadores de frecuencia, pero como en la línea de producción no se cuenta con ellos y el pensar en adquirirlos representan tres problemas importantes, el primero es el costo de los equipos, el segundo, es que los motores que tienen el mayor consumo de la energía eléctrica no se necesita variar la velocidad y el tercer inconveniente es el mantenimiento y refacciones.

Otra solución es colocar capacitores en cada uno de los motores para elevar el factor de potencia. Como la planta cuenta con un banco de capacitores en la subestación, la inversión de esa magnitud no es viable. Además, los capacitores corregirían el factor de potencia del motor hacia la subestación y no la eficiencia real del motor.

El equipo que se utilizará para el ahorro en motores de la planta propuesta, es producto de una investigación efectuada a principios de los 70's que demostró de forma concluyente que se podían lograr ahorros sustanciales en los costos de operación de los motores de inducción de corriente alterna.

El ahorro lo realiza un microprocesador controlado por un software incluido en el equipo, que aplica un control dinámico continuo sobre el motor. La fase de control del tiristor se utiliza para variar el voltaje terminal del motor en respuesta a los cambios en la carga del motor. Al reducir el voltaje terminal de un motor en condiciones de carga ligera o carga variable, siempre es posible reducir la saturación del centro magnético, y las pérdidas de cobre del embobinado, con lo que se aumenta la eficiencia global del motor y se ahorra en costos de electricidad.

Debido a que es un dispositivo inteligente que satisface las necesidades concretas del motor, se debe instalar en cada motor. No funcionan las condiciones paralelas.

El controlador ajusta dinámicamente la energía suministrada al motor a medida que cambia la carga monitoreando constantemente la demanda de la carga del motor y calcula la energía que requiere exactamente para efectuar el trabajo en cualquier momento; todo esto aplicado la potencia en menos de 1/120 de segundo.

El consumo de energía disminuye al variar el voltaje (V), el amperaje (I) y el factor de potencia (f.p.) factores que producen los KWh, por lo que el motor requerirá un menor consumo de KW, como se muestra en la ecuación 2.3

$$KW = V I (f.p.) \quad [KWh]$$

Ec. 2.3

En la figura 2.15 se puede observar una gráfica de cómo el equipo de ahorro de energía, que se está proponiendo, varía el voltaje dependiendo de la demanda del motor. El voltaje de línea es 440V y llega a bajar hasta 300V. El voltaje de la gráfica está tomado de fase a neutro.

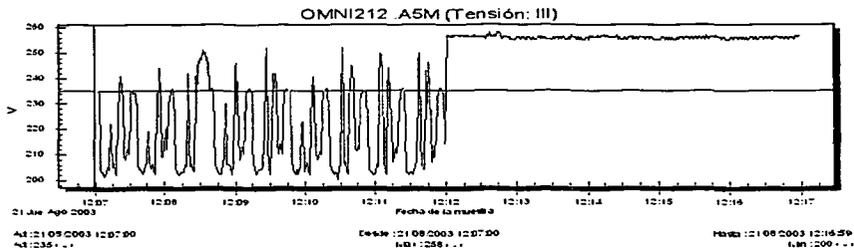


Fig. 2.15 (Gráfica tomada del estudio realizado a una máquina de inyección de plástico, motor de 30 KW, los primeros 5 minutos son con el equipo optimizando y los siguientes 5 minutos son con el equipo sin optimizar)

En la figura 2.16 se puede observar como el equipo varía el amperaje dependiendo de la demanda del motor. El consumo de amperas baja hasta un 35% con el equipo instalado.

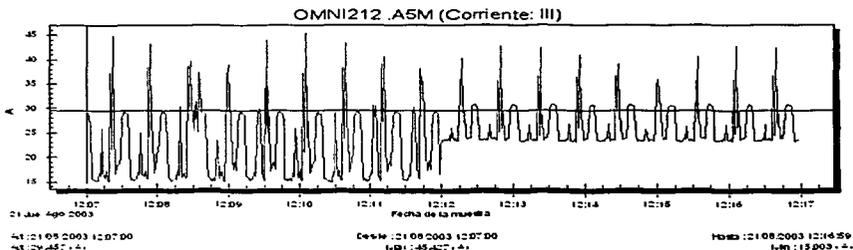


Fig. 2.16 (Gráfica tomada del estudio realizado a una máquina de inyección de plástico, motor de 30 KW, los primeros 5 minutos son con el equipo optimizando y los siguientes 5 minutos son con el equipo sin optimizar)

En la figura 2.18 se puede observar cómo el equipo hace que el factor de potencia se incremente, incluso cuando el motor trabaja sin carga.

[f.p.]

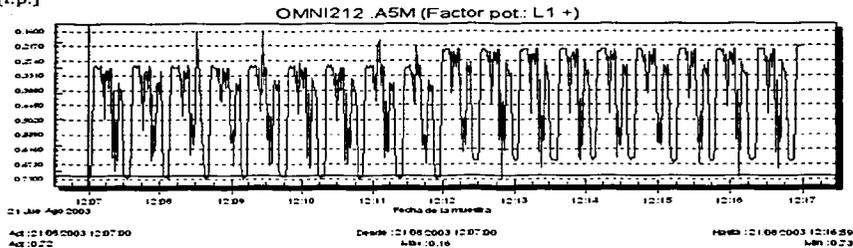


Fig. 2.18 (Gráfica tomada del estudio realizado a una máquina de inyección de plástico, motor de 30 KW, los primeros 5 minutos son con el equipo optimizando y los siguientes 5 minutos son con el equipo sin optimizar)

Por lo tanto, en la figura 2.19 se puede observar el ahorro de energía en KWh.

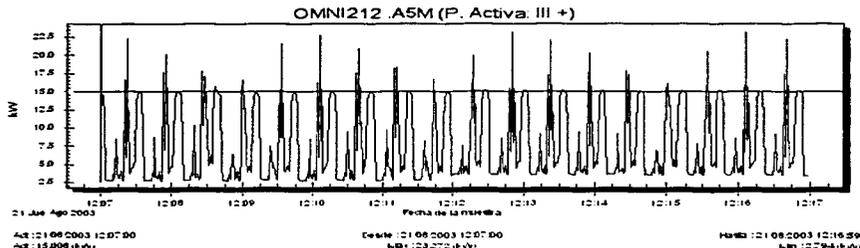


Fig. 2.19 (Gráfica tomada del estudio realizado a una máquina de inyección de plástico, motor de 30 KW, los primeros 5 minutos son con el equipo optimizando y los siguientes 5 minutos son con el equipo sin optimizar)

Cuando el motor está trabajando en vacío (sin carga o fuera de producción), se tienen también muy buenas oportunidades de ahorro, a continuación se presenta un estudio realizado en un motor de 30 KW.

Ampers

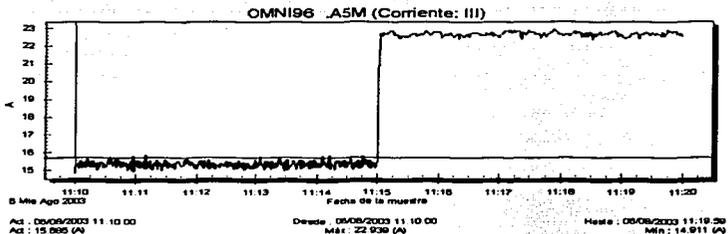


Fig. 2.22 Comparativo con variación en la corriente

En la figura 2.23 se muestran los primeros 5 minutos con el equipo de optimización y 5 minutos sin el equipo de optimización, el factor de potencia aumenta de 0,20 a 0,32 mejorándolo en un 37% sin carga:

Factor de potencia

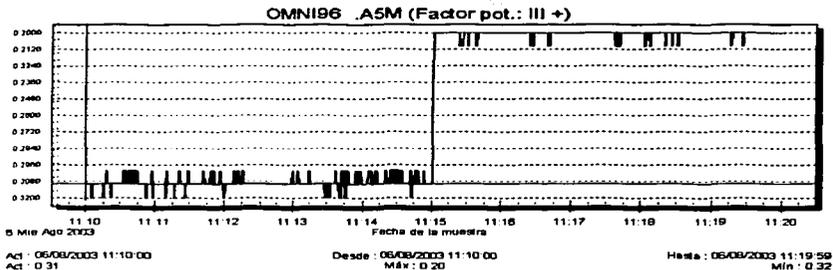


Fig. 2.23 Factor de Potencia

En las figuras 2.24, 2.25 y 2.26 se muestran tres pantallas del equipo de medición; en cada una de las figuras se puede observar las tres fases (el voltaje está tomado de fase a neutro) y la suma de ellas. Se observan el Voltaje, Amperaje, Potencias y el factor de potencia, además el equipo de medición da el acumulado en cuanto al consumo en KWh.

Para tener las diferencias de consumo con el equipo de ahorro y sin él, se obtendrán restando las Potencias Activas en los dos casos.

Consumo con el equipo de ahorro:

Para poder obtener el consumo de los cinco minutos con el equipo de ahorro, se resta de la figura 2.25, el consumo de la Potencia Activa (KWh) que es de 0.521463 KWh al consumo, que se muestra en la figura 2.24, de la Potencia Activa (KWh) que es de 0.278370 KWh; el resultado de la operación es de 0.2431 KWh y en una hora se tendría un consumo de 2.9172 KWh

Consumo sin el equipo de ahorro:

Para poder obtener los consumos de los cinco minutos sin el equipo de ahorro, se resta de la figura 2.26 el consumo de la Potencia Activa (KWh) que es de 0.819951 KWh al consumo que se muestra en la figura 2.25 de la Potencia Activa (KWh) que es de 0.521463 KWh; el resultado de la operación es de 0.2985 KWh y en una hora se tendría un consumo de 3.5820 KWh

Por lo que se concluye al comparar el consumo de 2.9172 KWh contra el consumo de 3.5820 KWh, que hay un ahorro del 19 % con una diferencia en cada Kwh consumido de 0.6648 KWh

	Fecha 05/05/2003 11:18:00		Periodo: 05-05-01	
	L1	L2	L3	III
Tensión (V)	201	202	204	202
Tensión Máx. (V)	201	202	204	
Tensión Mín. (V)	201	202	204	
Corriente (A)	15.501	15.901	15.655	15.695
Corriente máx. (A)	15.501	15.901	15.655	
Corriente mín. (A)	15.501	15.901	15.655	
P. Activa (W)	0.977	1.032	0.940	2.949
P. Inductiva (Wvar)	2.645	2.721	2.744	8.110
P. Capacitiva (Wvar)	0.000	0.000	0.000	0.000
Factor pot.	0.31	0.32	0.29	0.31
	Activa (kWh)		Inductiva (kvarh)	Capacitiva (kvarh)
Energías	0.278370		0.000022	0.000000
Frecuencia (Hz)				60.0

Fig. 2.24 Pantalla del equipo de medición al inicio de la prueba

Consumo de 5 min. Optimizando 0.2431 KW
1 hr. 2.9172 KWh

Fecha 05/08/2003 11:15:00		Periodo: 00:00:01		
	L1	L2	L3	III
Tensión (V)	202	203	200	201
Tensión Máx. (V)	202	203	200	
Tensión Mín. (V)	202	203	200	
Corriente (A)	15.273	15.749	15.351	15.457
Corriente máx. (A)	15.273	15.749	15.351	
Corriente mín. (A)	15.273	15.749	15.351	
P. Activa (kW)	0.969	1.032	0.897	2.897
P. Inductiva (kvar)	2.653	2.739	2.665	8.057
P. Capacitiva (kvar)	0.000	0.000	0.000	0.000
Factor pot.	0.31	0.32	0.29	0.31
	Activa (kWh)	Inductiva (kvarh)	Capacitiva (kvarh)	
Energías	0.521463	1.503797	0.000000	
Frecuencia (Hz)				60.0

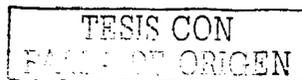
Fig. 2.25 Pantalla del equipo de medición a la mitad de la prueba

Consumo de 5 min. Sin optimizar 0.2985 KWh
 Consumo en 1 hr 3.5820 KWh

Fecha 05/08/2003 11:12:59		Periodo: 00:00:01		
	L1	L2	L3	III
Tensión (V)	252	254	254	253
Tensión Máx. (V)	252	254	254	
Tensión Mín. (V)	252	254	254	
Corriente (A)	21.862	23.566	22.207	22.545
Corriente máx. (A)	21.862	23.566	22.207	
Corriente mín. (A)	21.862	23.566	22.207	
P. Activa (kW)	1.309	1.321	0.932	3.562
P. Inductiva (kvar)	5.342	5.837	5.566	16.745
P. Capacitiva (kvar)	0.000	0.000	0.000	0.000
Factor pot.	0.23	0.22	0.16	0.20
	Activa (kWh)	Inductiva (kvarh)	Capacitiva (kvarh)	
Energías	0.919951	2.904702	0.000000	
Frecuencia (Hz)				60.0

Fig. 2.26 Pantalla del equipo de medición al finalizar la prueba

El porcentaje de ahorro es significativo.



2.7.2 Ventajas secundarias del equipo

Otros beneficios secundarios de estos equipos y que ayudarán a incrementar el ahorro en el proceso son: Arranque Suave, Optimización de Suministro de Energía, Paro Suave, Mejora el Factor de Potencia, Mayor Eficiencia de Motor, Reducción de la Demanda Máxima, Incremento de Confiabilidad de Operación e Incremento de la Producción.

Arranque Suave y Paro Suave:

Cuando los equipos no están trabajando en la línea de producción ordinariamente no los apaga, pues el consumo está entre siete u ocho veces de la corriente nominal, además que se pueden presentar problemas asociados con el arranque y el paro de motores de corriente alterna.

El equipo que se quiere colocar en los motores tiene una selección de tiempos de la rampa que generan una aceleración y una desaceleración controlada de los motores y puede controlar de forma efectiva la corriente sin los niveles de distorsión armónica asociados comúnmente con los variadores de velocidad.

El arranque suave utiliza tiristores para controlar con exactitud el voltaje aplicado a las terminales del motor. Una característica de los tiristores es que pasan rápidamente de la posición "Apagado" a la posición de "Encendido" cuando se inicia, y de permanecer en la posición de "Encendido" hasta que la corriente que está circulando a través del dispositivo llega a un valor de cero al final de cada semi-ciclo en el suministro de la corriente alterna

Factor de potencia:

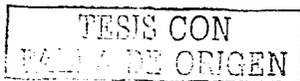
Es por todos conocidos el hecho de que, la causa principal de la potencia reactiva son los motores de inducción de corriente alterna y que, como consecuencia de esto, generan un bajo factor de potencia. La potencia reactiva es una característica del elemento inductivo del motor. Cuando un motor está a su máxima carga éste opera a su máxima eficiencia y la carga es más resistiva que inductiva. Por lo tanto, ésta tiene un mayor factor de potencia, sin embargo, a medida que se disminuye la carga del motor ésta se vuelve más inductiva y por lo tanto el factor de potencia es mucho más bajo.

Al detectar la carga en cualquier instante y ajustar el voltaje terminal del motor a esta carga, permite ahorrar parte de la energía de excitación y pérdida de carga. Esto mejora el factor de potencia del motor en gran medida, cuando el motor está operando de manera ineficiente con cargas ligeras.

El controlador mejora el Factor de Potencia o $\cos\phi$ de manera incremental en el motor. El efecto de esto es que elimina la necesidad de contar con dispositivos para corregir el factor de potencia (capacitores).

Incremento de la productividad

El incremento de la productividad se dará al producir el mismo número de preformas (en el caso de la máquina de inyección de preformas), a mantener la misma presión para las líneas de producción, etc., a un menor costo.



Eficiencia del motor

Debido a que el Controlador "dimensiona" el motor "electrónicamente" a su trabajo en cualquier instante de tiempo, esto ayuda a que el motor siempre trabaje en condiciones ideales de carga máxima. Esto quiere decir que al instalar los Controladores, el motor trabajará a una eficiencia cercana al 100% todo el tiempo.

2.7.3 Propuesta de instalación de los controladores

Las cargas cíclicas, como las de las máquinas de inyección de plásticos son aplicaciones perfectas para pronosticar ahorros. El motor de la bomba hidráulica que se encuentra dentro de la máquina de inyección solamente se encuentra con carga durante un periodo de tiempo relativamente corto en comparación con el ciclo total de la máquina, se calcula alrededor de un 40%, que es el periodo en el que se inyecta el material dentro de la herramienta de trabajo. Durante el resto del ciclo el motor funciona con aproximadamente una carga del 5%.

Este análisis se enfoca a los motores de las inyectoras de preformas y de tapas ubicadas en la zona de inyección de la línea, en los motores de las sopladoras de botella ubicadas en zona de soplado de la línea y en los motores de los compresores de alta y de baja presión que se encuentran en la zona de máquinas, véase distribución de planta Anexo A.

MÁQUINA	CAPACIDAD DEL MOTOR
1. Inyectora de preformas	100 KW
2. Inyectora de tapas	80 KW
3. Sopladora	7.5 KW
4. Compresor alta	240 KW
5. Compresor baja	60 KW

Tabla 2.9 Maquinaria sujeta al análisis de ahorro de energía

2.8 Sistema de calidad.

Los Sistemas de Calidad han evolucionado desde una simple inspección hasta un Proceso de Gestión de Calidad, es decir, las empresas deben documentar e implantar un proceso que genere Calidad en varios aspectos que contribuyan a: Satisfacción del Cliente, beneficios a los Accionistas, mejora para los Empleados y un valor agregado a la Sociedad.

El Sistema de Gestión de Calidad propuesto se muestra en la figura 2.27

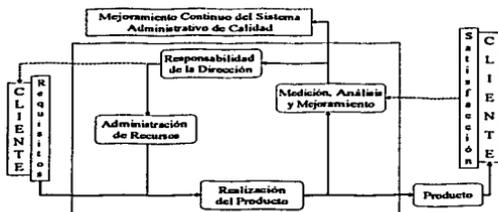


Fig. 2.27 Proceso de Gestión de Calidad

Para un mejor entendimiento del Sistema de Gestión de Calidad, se procede a explicar cada uno de sus elementos:

Cliente (Requisitos)

Dentro de Clientes (requisitos), se encuentra dos tipos de Clientes: El Mercado y La Autoridad.

El Mercado es quien demanda ciertas características del producto (intangibles) tales como sabores, tamaños y/o envases, cantidades, etc.

La Autoridad, es quien establece otro tipo de características del producto (tangibles) tales como condiciones fitosanitarias, información en la etiqueta del refresco, etc.

El Laboratorio central de la Embotelladora, deberá resumir las características (intangibles y tangibles) determinadas por el Mercado y la Autoridad, respectivamente, en especificaciones que la embotelladora deberá cumplir durante todo el proceso de Realización del Producto.

Realización del Producto.

La realización del producto, comprende varios procesos internos, los cuales son:

- Planeación de la realización del producto
- Procesos relacionados con el cliente (Ventas)
- Compras
- Control de la producción
- Control de los instrumentos de inspección, medición y prueba

En donde se asegura cumplir con las especificaciones, elaboradas por el Laboratorio Central y durante cada ejecución de los procesos internos arriba mencionados.

El Producto.

El Producto que le llega al Cliente, debe cumplir con lo especificado, con la intención de conocer el grado de su satisfacción (Mercado y Autoridad) que nos permita permanecer en el negocio de refrescos.

Medición, Análisis y Mejoramiento.

A través de métodos para determinar el índice de calidad o conformidad del producto y del nivel de Satisfacción del Cliente, la embotelladora, contará con información objetiva y veraz para determinar la necesidad de:

- Acciones correctivas
- Acciones preventivas
- Acciones de mejora

Que le permitan corregir las no conformidades de las especificaciones, prevenir el incumplimiento potencial de las especificaciones y mejorar los procesos internos que permitan mejorar los métodos empleados para cumplir con las especificaciones, en forma consistente.

Responsabilidad de la Dirección.

La alta dirección de la embotelladora, podrá revisar si el Sistema de Gestión de Calidad es eficaz y eficiente a través de los indicadores de acciones y tomar decisiones importantes para proporcionar los recursos necesarios para los procesos internos y no permitir el incumplimiento de las especificaciones.

Administración de Recursos

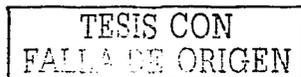
Los recursos que la alta dirección proporción deben abarcar y hacerse llegar al proceso de Realización del Producto a través de las siguientes áreas:

- Recursos Humanos (capacitación, seguridad, motivación)
- Recursos Materiales (infraestructura: instalaciones, equipos, herramientas; y finanzas)

De esta forma se cierra el proceso, de tal forma que la Embotelladora, en la medida que logre cerrar ciclos dentro del Sistema de Gestión de Calidad, llegará a la evolución del mismo hasta la Mejora Continua.

2.8.1 Documentación e implantación del Sistema de Gestión de Calidad.

Con la finalidad de establecer el Sistema de Gestión de Calidad en la Embotelladora, se parte de la documentación e implantación del mismo.



El Sistema de Gestión de Calidad se puede esquematizar como un gran círculo como se muestra en la figura 2.28.

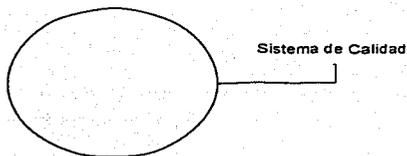


Fig. 2.28 Sistema de Calidad

El Sistema de Gestión de Calidad, tiene dos partes que facilitan su entendimiento para su establecimiento en la Embotelladora, tal como se muestra en la figura 2.29

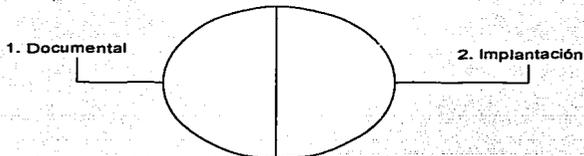


Fig. 2.29 Parte Documental y Parte Implantación

La parte documental, a su vez, consta de cuatro niveles de documentación, tal como se muestra en la Fig. 2.30

- 1. Documental
- I. Manual de Calidad
- II. Procedimientos
- III. Instructivos y/o Métodos
- IV. Formatos

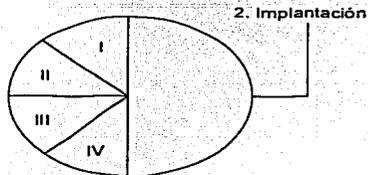


Fig. 2.30 Niveles de Documentación

El Manual del Sistema de Gestión de Calidad describe cómo la Embotelladora asegura la calidad de sus refrescos/entregas en el cumplimiento de las especificaciones del Refresco.

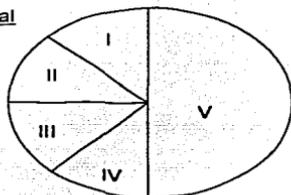
Los Procedimientos describen quién, de acuerdo a la estructura organizacional de la embotelladora, y cuándo, en qué tiempo, frecuencia; se realizan las actividades para la calidad.

Los Instructivos y/o métodos describen el cómo se realizan las actividades para la calidad en detalle durante la fabricación de los refrescos hasta su entrega al cliente.

Los Formatos describen la información que se tiene que recabar para demostrar el cumplimiento con lo descrito en los niveles de documentación I, II y III.

En la figura 2.31, se muestra el quinto nivel de documentación que son los Formatos llenos y que se convierten en Registros.

1. Documental



2. Implantación

- La implantación consiste en generar los registros (formatos llenos) en tiempo y en forma (que proporcionen información para la mejora continua)

Fig. 2.31 Registros.

En resumen, para definir el contenido de la documentación y el volumen de registros, se toma en cuenta los lineamientos establecidos en la Norma ISO 9001:2000, tal como se muestra en la figura 2.32, para cerrar con la propuesta de Sistema de Gestión de Calidad de la Embotelladora.

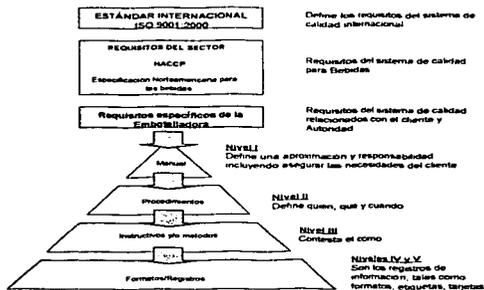


Fig. 2.32 Sistema de Gestión de Calidad para la Embotelladora

2.8.2 Proceso de documentación e implantación del Sistema de Gestión de Calidad

Para iniciar el proceso de documentación e implantación es necesario realizar las siguientes fases:

- Auditoría de diagnóstico
- Introducción a ISO 9001:2000 y HACCP¹ para bebidas
- Documentación
- Implantación

Auditoría de diagnóstico.

El objetivo de llevar a cabo una auditoría de diagnóstico es la de determinar cuántas y cuales actividades se tienen que realizar para cumplir con ISO 9001:2000 y HACCP para bebidas, aprovechando la cultura de trabajo hacia la calidad que predomina en la planta.

La auditoría de diagnóstico se realiza a través de la entrevista de las personas involucradas en el sistema de calidad actual y recabando toda la información necesaria, disponible y requerida por ISO 9001:2000 y HACCP para bebidas.

El resultado de auditoría de diagnóstico es un Plan de Actividades que contemplan la documentación y la implantación de Sistema de Gestión de Calidad. Las fechas de inicio y terminación del Plan de Actividades son una decisión de la alta dirección de la planta, ya que éstas están en función de la disponibilidad de recursos de la planta.

El Plan de Actividades debe contemplar la siguiente secuencia de actividades para lograr una exitosa documentación e implantación del Sistema de Gestión de Calidad:

¹ Hazard Analysis Critical Control Point

A. Curso Introducción a ISO 9001:2000 y HACCP para bebidas.

B. Documentación

- a. Manual
- b. Procedimiento
- c. Instructivos y/o Métodos
 - Documentación Técnica
- d. Formatos

C. Implantación

- a. Generación de registros
- b. Curso de Formación de auditores internos
- c. Auditoría Interna
- d. Plan de Acciones correctivas, preventivas y mejora
- e. Revisión de la dirección

Introducción a ISO 9001:2000 y HACCP para bebidas

El objetivo de la introducción a ISO 9001:2000 y HACCP para bebidas, es el de crear un ambiente de equipo de trabajo entre el personal de la planta a través de un curso teórico-práctico, en donde se les proporcione la información básica y las reglas para la ejecución del Plan de Actividades obtenido como resultado de la auditoría de diagnóstico.

Documentación

La documentación del Sistema de Gestión de Calidad, consiste en poner por escrito las actividades que nos aseguren la calidad del producto y propicien la mejora de la calidad de éste a través de la prevención y no la detección para alcanzar la máxima satisfacción del cliente por medio de calidad en el producto y entregas a tiempo.

Primero se tiene que elaborar un Manual de Gestión de Calidad, que describa la forma en que la planta asegura la calidad del producto para obtener clientes satisfechos. El Manual debe contener como mínimo:

- Una política de calidad
- Unos objetivos de calidad
- Responsables y autoridades para cada una de las actividades
- El compromiso hacia la calidad

En el Manual se tiene la opción de incluir o hacer referencia a los procedimientos que como mínimo son los siguientes:

- Procedimiento para el Control de los Documentos del Sistema de Gestión de Calidad
- Procedimiento para el Control de los Registros del Sistema de Gestión de Calidad
- Procedimiento para la realización de Auditorías Internas
- Procedimiento para el Control del Producto No Conforme
- Procedimiento para el Control de las Acciones Correctivas
- Procedimiento para el Control de las Acciones Preventivas

Los instructivos y/o métodos dependen de la naturaleza del producto y de la complejidad de los procesos. Además se deben incluir los siguientes instructivos para la aplicación directa en piso:

- Planos y especificaciones de cada uno de los productos.
- Diagramas de flujo del proceso para cada producto/proceso.
- Matriz de características del producto y parámetros del proceso.
- Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF)
- Plan de Control
- Instrucciones del Operador
- Instrucciones de Inspección y/o métodos de prueba

Los formatos se tienen que diseñar de tal forma que muestren la información relevante para demostrar el cumplimiento del Manual, Procedimientos, Instructivos y/o Métodos.

Implantación

Una vez concluida toda la documentación, es necesario que todo el personal de la planta esté familiarizado con toda la documentación antes descrita con la finalidad de empezar a generar registros (formatos llenos) en forma consistente, es decir, demuestren la forma de generar calidad en la planta.

Una vez que se inicia la generación de registros, se recomienda un periodo de tres meses para que se inicie el curso de formación de auditores internos.

El objetivo del curso de formación de auditores internos es la de entrenar al personal de la planta, al menos dos de distintas áreas para garantizar la objetividad del resultado de la auditoría interna y evitar que sean juez y parte, y además cuente la planta con personal para el mantenimiento y continuidad del Sistema de Gestión de Calidad.

Una vez que se cuente con auditores calificados por concepto de educación, capacitación y/o habilidades, se realiza la auditoría interna para detectar oportunidades de mejora, acciones correctivas y preventivas para incrementar la efectividad del Sistema de Gestión de Calidad.

Cuando se verifique la efectividad de las acciones correctivas, preventivas y de mejora, se contará con la información necesaria para que la alta dirección realice un evento importante para el Sistema de Gestión de Calidad, llamada Revisión de la Dirección.

En dicha Revisión de la Dirección se analiza:

- resultados de auditorías,
- retroalimentación del cliente,
- desempeño de los procesos y conformidad del producto,
- estado de las acciones correctivas y preventivas,
- acciones de seguimiento de revisiones de la dirección previas,
- cambios que podrían afectar al sistema de gestión de la calidad, y
- recomendaciones para la mejora.

Los resultados de las futuras Revisiones de la Dirección deben incluir todas las decisiones y acciones relacionadas con:

- la mejora de la eficacia del sistema de gestión de la calidad y sus procesos;
- la mejora del producto en relación con los requisitos del cliente, y
- las necesidades de recursos.

La finalidad de la Revisión de la Dirección es determinar si el Sistema de Gestión de Calidad es eficaz a través del cumplimiento de los objetivos de calidad y adecuado a través de los resultados de auditorías internas.

En la figura 2.33 se muestra el proceso de documentación e implantación del Sistema de Gestión de Calidad para la embotelladora.

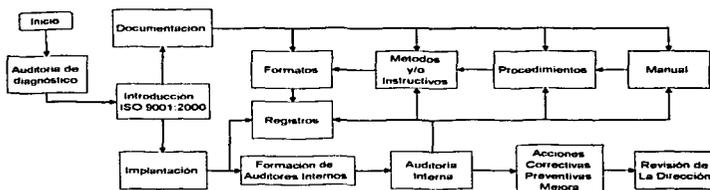


Fig. 2.33 Proceso de documentación e implantación del Sistema de Gestión de Calidad.

2.9 Nueva distribución de planta.

En el Anexo C, se muestra la distribución de planta propuesta.

Capítulo 3. Propuesta económica.

El objetivo que se pretende en este capítulo es el de hacer un análisis desde el punto de vista económico sobre la propuesta planteada en el capítulo anterior.

Se está considerando hacer una inversión por un monto muy importante en equipo de Soplado, Salón de Jarabes, Línea de Llenado, Tratamiento de Aguas, Compresores de Amoniaco y finalmente equipo para Ahorro de Energía.

Debido al nivel de inversión, se evaluarán tres esquemas para tener acceso a dicha tecnología. Se definirán y plantearán las ventajas de cada uno, posteriormente se hará un análisis desde el punto de vista operativo como financiero, para así llegar a las conclusiones sobre cuál es el esquema que más conviene utilizar para fines de este proyecto. Para efectos de este análisis se considerará como una sola inversión.

Los esquemas que se analizarán son:

- I) Arrendamiento Puro
- II) Arrendamiento Financiero
- III) Compra Directa

Arrendamiento

Es un financiamiento de inversiones en bienes de carácter permanente que pueden contratarse a corto, mediano y largo plazo, evitando la necesidad de comprometer fondos en el momento de adquirir el uso del bien. Es una buena forma para tener acceso al uso de equipo nuevo.

El origen del Arrendamiento Puro y de las empresas que otorgan este tipo de contratos, nace en los Estados Unidos durante los años cuarenta, logrando su pleno desarrollo durante los años sesenta. La importancia que tuvieron las empresas Arrendadoras, fue debido a que este tipo de contratos beneficiaba a las compañías medianas y pequeñas (Arrendatarias) al no tomar recursos de su operación para la inversión en activos fijos, lo que traía como consecuencia una línea de crédito adicional.

Cuando se tiene que hacer un análisis y evaluación sobre algún proyecto de inversión en activos fijos, se deben tomar en consideración muchos factores, tanto internos como externos, que nos ayuden a tomar la mejor decisión para el caso. A manera de ejemplo, se citan algunos puntos que cualquier empresario revisaría para la toma de decisiones.

- a) Necesidad de uso
- b) Necesidad de propiedad
- c) Capacidad crediticia
- d) Liquidez actual y esperada
- e) Productividad del activo en el que se va a invertir
- f) Estructura financiera deseada
- g) Costo de inversión propia
- h) Costo de inversión con fondeo
- i) Situación fiscal actual
- j) Situación fiscal esperada
 - I.S.R. Impuesto sobre la Renta.
 - I.V.A. Impuesto al Valor Agregado.
 - IMPAC Impuesto al Activo.
 - PTU Participación de los trabajadores en las utilidades.
- k) Beneficios al personal
- l) Recuperación de la inversión en el tiempo
- m) Estabilidad económica externa
- n) Tendencias de factores económicos

3.1 Arrendamiento puro

Por lo general se está familiarizado con el Arrendamiento de casas, terrenos y oficinas, sin embargo en las 3 últimas décadas se ha visto un enorme crecimiento en el arrendamiento de activos para negocios como son automóviles, camiones, equipo de cómputo y equipos y plantas industriales. En los Estados Unidos, al igual que en México la tendencia indiscutible es hacia este mecanismo de financiamiento para tener acceso al uso de tecnología.

Arrendamiento Puro

Un contrato formal por medio del cual una persona denominada Arrendador otorga el uso y el goce temporal de un bien a una persona llamada Arrendatario, durante un período de tiempo determinado (plazo), a cambio del pago de una contraprestación denominada Renta. En este esquema el dominio de la propiedad lo reserva el **Arrendador**.

Ventajas

1. Contar siempre con equipo y tecnología de punta, reduciendo el riesgo por la obsolescencia tecnológica.
2. Poder acceder al uso de los bienes sin necesidad de invertir los recursos de la empresa.
3. Mantener una operación fuera de balance, sin reportar un pasivo y por ende mantener las razones financieras de Palanca, Liquidez y Capital de Trabajo.
4. Por su naturaleza, el pago de la renta es 100% deducible en nuestra carga impositiva.

Referencia: Según el Artículo 2398 del Código Civil "Hay arrendamiento cuando las dos partes contratantes se obligan recíprocamente, una, a conceder el uso o goce temporal de una cosa, y la otra, a pagar por ese uso o goce un precio cierto". En el mismo código, en el artículo 2399 dice "La renta o precio del arrendamiento puede constituir en una suma de dinero o en cualquier otra cosa equivalente, con tal que sea cierta y determinada". En el artículo 2400 se especifica "Son susceptibles de Arrendamiento todos los bienes que pueden usarse sin consumirse".

3.2 Arrendamiento financiero

Arrendamiento Financiero es el contrato por el cual una persona se obliga a otorgar el uso y goce temporal de bienes tangibles a plazo forzoso, obligándose ésta última a liquidar, en pagos parciales como contraprestación, una cantidad de dinero determinada o determinable que cubra el valor de la adquisición de los bienes, las cargas financieras y los demás accesorios, y a adoptar al vencimiento del contrato alguna de las opciones terminales que establece la ley de la materia. Al término del contrato el Arrendatario deberá optar por alguna de las siguientes opciones.

1. Comprar los bienes a un precio inferior a su valor de adquisición, que quedará fijado en el contrato. En caso de que no se haya fijado, el precio debe ser inferior al valor de mercado a la fecha de compra, conforme a las bases que se establezcan en el contrato.
2. Prorrogar el plazo para continuar con el uso o goce temporal, pagando una renta inferior a los pagos periódicos que venía haciendo, conforme a las bases que se establezcan en el contrato.
3. Participar con la arrendadora financiera en el precio de la venta de los bienes a un tercero, en las proporciones y términos que se convengan en el contrato.



En resumen, el Arrendamiento Financiero es un contrato mediante el cual el Arrendatario se obliga a pagar al Arrendador, una serie de rentas durante un periodo determinado, para el uso o goce de un bien, y al final de éste se presenta una opción de compra. En este contrato el dominio de la propiedad lo reserva el Arrendatario.

Ventajas

- 1.- Adquisición de los activos sin fuerte inversión de dinero
- 2.- Financiamiento a largo plazo
- 3.- Línea adicional de crédito
- 4.- Acceso a la tecnología sin el desvío de recursos.

Para entender un poco más el concepto de los dos tipos de arrendamiento, a continuación se presenta la tabla 3.1, en la cual se enumeran las principales diferencias.

	Arrendamiento Puro	Arrendamiento Financiero
1	Las rentas pactadas son el pago del uso del bien, sin incluir intereses en forma explícita	Las rentas pactadas incluyen capital e intereses.
2	Tratamiento fiscal como Gasto de Operación	Tratamiento fiscal como inversión en activo fijo, existiendo un pasivo
3	Evita la desviación de fondos del arrendatario en la adquisición de bienes	Se convierte en una operación sustitutiva de otras fuentes alternas comúnmente utilizadas en capital de trabajo
4	No necesariamente se requiere contar con recursos que respalden la obtención de un financiamiento, ya que la garantía está dada por el bien en si	Implica ser sujeto de crédito, por o cual se requiere de recursos para respaldar y hacer frente a sus obligaciones
5	Desde el punto de vista de la compra, no se pacta opción alguna	Desde el punto de vista de la compra, se pacta en el contrato la opción de compra
6	El bien no forma parte de los activos de la empresa	El bien si forma parte de los activos de la empresa

Tabla 3.1 Principales Diferencias

3.3 **Compra directa**

Para efectos de la Compra Directa se considera que la empresa (parte compradora), con el uso de sus propios recursos, paga al proveedor (parte vendedora) por los equipos, y en esta transacción se transfiere, tanto el derecho de uso como el dominio de la propiedad, mediante la realización del pago del precio pactado.

Ventajas

- 1.- Obtención del dominio de la propiedad de los activos en dicha transacción.
- 2.- Incremento en el número de activos productivos.
- 3.- Rendimiento del capital obteniendo condiciones preferentes en la compra. (Lo mismo pasa en el Arrendamiento Puro).
- 4.- Imagen de solidez
- 5.- Anulación de cargas financieras.

Por otro lado en la Tabla 3.2, se presenta un concentrado de las características de los tres esquemas para la toma de decisiones.

Crterios	Compra de contado	Arrendamiento Financiero	Arrendamiento Puro
<i>Capital Inicial Requerido</i>	100% del costo	Variablc. En algunos casos puede ser hasta el 45%	Muy bajo. En algunos casos puede llegar a ser 0%
<i>Efecto en las líneas de crédito existentes</i>	Pérdida de liquidez.	Disminuye la línea de crédito disponible	No tiene repercusión alguna, ya que no es un pasivo
<i>Pagos</i>	Todo el Costo de equipo pagado desde el inicio	Variablc Los pagos pueden moverse de acuerdo con los cambios en las tasas de interés	Fijos No se incrementan durante el plazo del arrendamiento
<i>Deducción</i>	La correspondiente a la depreciación	Se deducirá el gasto correspondiente a la depreciación y los intereses devengados disminuidos por el efecto de la inflación; si los intereses son mayores a la inflación, estos generan ingreso acumulable (ganancia inflacionaria).	Los pagos son 100% deducibles ya que es un gasto de operación

Tabla 3.2 Comparativo para la toma de decisión.

Y finalmente se presenta un análisis desde el punto de vista numérico del comportamiento de todos los flujos de efectivo, del impacto de la depreciación, los ahorros fiscales, el costo de oportunidad del dinero todo esto analizado en Valor Presente Neto. Este análisis se hace base 10, de tal forma que el comportamiento será el mismo independientemente del monto de la inversión como del tipo de moneda.

Desde el punto de vista de Compra directa, se debe considerar lo siguiente:

Costo de equipo (adquisición).	Es el monto total que se tiene que pagar por la adquisición del equipo.
Tasa de depreciación	Según el artículo 41 fracción XV de la Ley del Impuesto sobre la Renta, la Tasa de Depreciación será del 10% anual.
Deducción anual	Será el producto de multiplicar el costo de adquisición por la tasa de depreciación.
Tasa impositiva de ISR (Impuesto sobre la Renta)	Es la marcada por la ley a razón del 35%
Tasa impositiva de PTU (Participación de los Trabajadores en las Utilidades)	Es la marcada por la ley a razón del 10%
Ahorro fiscal	Será el producto de multiplicar la deducción anual por la suma de las dos tasas anteriores (45%)
Tasa de descuento 1	Será aquélla que se utilice para traer todos los flujos al valor presente.
Tasa de descuento 2	Será aquélla que se utilice para traer todos los flujos al valor presente.
Costo de oportunidad	Es aquello que se deja de ganar por tener los recursos invertidos.

En forma numérica se presenta en la siguiente Tabla 3.3

Compra directa	
Costo del equipo	\$1,000,000
Depreciación anual	10%
Eq. Industrial	
Deducción anual	\$100,000.00
Tasa ISR+ PTU	45%
Ahorro fiscal anual	\$45,000.00
Tasa de descuento 1	6%
Tasa de descuento 2	2%
Costo de oportunidad anual	6.00%

Tabla 3.3 Detalle de la compra directa.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Desde el punto de vista del Arrendamiento Puro y financiero se considera lo siguiente:

Arrendamiento Puro	
Renta mensual	Es el pago mensual que se tiene que hacer por concepto de la renta, y éste se definirá de acuerdo a la metodología de cálculo presentada en la Tabla 3.4
Deducción anual	Es el producto de multiplicar la renta mensual por 12 meses
Tasa impositiva de ISR	Es la marcada por la ley a razón del 35%
Tasa impositiva de PTU	Es la marcada por la ley a razón del 10%
Ahorro fiscal anual	Será el producto de multiplicar la deducción anual por la suma de las dos tasas anteriores (45%)
Valor residual estimado	Es el valor que se tendrá que pagar al final del contrato de Arrendamiento para tener el dominio de la propiedad del bien. Este pago se tendría que hacer solamente si el arrendatario así lo quiere.

Arrendamiento Financiero	
Pago mensual	Es el pago mensual que se tiene que hacer por concepto de pago de capital e intereses, y éste se definirá de acuerdo a la metodología de cálculo presentada en la ecuación 3.7.
Tasa de depreciación	Según el artículo 41 fracción XV de la Ley del Impuesto sobre la Renta, la Tasa de Depreciación será del 10% anual.
Depreciación anual	Será el producto de multiplicar el costo de adquisición por la tasa de depreciación.
Tasa de interés para el financiamiento	Es aquel sobreprecio que se tendrá que pagar a la empresa financiera como contraprestación del financiamiento otorgado.
Intereses anual	Será el producto de multiplicar el costo de adquisición por la tasa de interés para el financiamiento
Inflación anual estimada	Es un dato publicado por Banco de México que nos indica el incremento anual de los precios en nuestro país.
Porción real de los intereses	Son aquellos intereses que se tomarán como deducibles, y serán básicamente la diferencia entre los intereses pagados menos la inflación. Para efectos de este análisis se considera una inflación del 5.1%.
Ahorro fiscal anual	Es la suma de la depreciación anual más la porción real de intereses multiplicada por la suma de las tasas de ISR y PTU.

En forma numérica se presenta de la Tabla 3.4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Arrendamiento puro	
Renta mensual	\$23,485
Deducción anual	\$281,820
Tasa ISR + PTU	45%
Ahorro fiscal anual	\$126,819
Valor Residual estimado	\$150,000
Arrendamiento Financiero	
Pago mensual	\$22,916.22
Depreciación anual	\$100,000.00
Intereses anuales	\$47,500.00
Inflación anual estimada (Fuente Banco de México)	5.10%
Porción real de los intereses(anual)	\$20,604.56
Ahorro fiscal anual	\$54,272.05
Intereses anuales	4.75%
Intereses Mensuales	\$3,958.33

Tabla 3.4 Detalle del Arrendamiento Puro y Financiero.

Para el análisis de flujos y de costo de oportunidad planteado en la Tabla 3.5 se considerará lo siguiente:

Flujos y Costo de Oportunidad

Flujo de efectivo	Es el detalle de todos los pagos en los que se tendrá que incurrir. Para efectos de este estudio se consideran que los ahorros fiscales se darán en el tercer mes del año inmediato siguiente (Fecha para presentación de la declaración anual). Este mismo criterio se tomara para los tres escenarios.
Costo de oportunidad	Está definido como el recurso que se dejó de ganar en cada uno de los meses y es igual a la erogación mensual multiplicada por la tasa del costo de oportunidad del dinero
Valor presente neto	Consiste en determinar las equivalencias en el tiempo cero del comportamiento de flujos. El Valor Presente Neto está definido según se muestra en la figura 3.5 VPN = Desembolso Inicial más la sumatoria de los flujos mensuales divididos por (1 mas la tasa de interés) elevados a la potencia equivalente a los meses de capitalización.

Y desde el punto de vista numérico queda según se plantea en la tabla 3.5

Flujo de efectivo en IVA

Mes	Aporte mensual del contribuyente		Aporte mensual del Estado	
	Parce	Concepto	Parce	Concepto
1	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
2	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
3	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
4	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
5	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
6	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
7	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
8	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
9	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
10	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
11	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
12	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
13	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
14	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
15	-\$103,334.13	-\$45,000.00	\$31,355.83	\$0.00
16	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
17	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
18	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
19	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
20	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
21	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
22	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
23	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
24	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
25	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
26	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
27	-\$103,334.13	-\$45,000.00	\$31,355.83	\$0.00
28	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
29	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
30	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
31	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
32	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
33	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
34	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
35	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
36	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
37	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
38	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
39	-\$103,334.13	-\$45,000.00	\$31,355.83	\$0.00
40	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
41	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
42	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
43	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
44	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
45	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
46	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
47	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
48	\$23,485.03	\$0.00	\$22,916.22	\$0.00
49	\$1,400,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
50	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
51	-\$126,519.16	-\$45,000.00	-\$54,272.05	\$0.00

VPM en 4%

\$686,219.91

\$841,999.21

\$748,606.47

\$800,606.06

VPM en 6%

\$740,477.30

\$877,918.45

\$780,606.06

\$830,606.06

Costo de oportunidad

Mes	Aporte mensual del Pare		Concepto directo		Aporte mensual del Presente en	
	Costo	Saldo	Costo	Saldo	Costo	Saldo
1	\$117.43	\$23,485.03	\$5,000.00	\$1,000,000.00	\$114.58	\$22,916.22
2	\$239.86	\$47,370.06	\$5,000.00	\$1,019,000.00	\$114.58	\$22,916.22
3	\$359.79	\$70,755.09	\$5,000.00	\$1,038,000.00	\$114.58	\$22,916.22
4	\$479.72	\$94,140.12	\$5,000.00	\$1,057,000.00	\$114.58	\$22,916.22
5	\$599.65	\$117,525.15	\$5,000.00	\$1,076,000.00	\$114.58	\$22,916.22
6	\$719.58	\$140,910.18	\$5,000.00	\$1,095,000.00	\$114.58	\$22,916.22
7	\$839.51	\$164,295.21	\$5,000.00	\$1,114,000.00	\$114.58	\$22,916.22
8	\$959.44	\$187,680.24	\$5,000.00	\$1,133,000.00	\$114.58	\$22,916.22
9	\$1,079.37	\$211,065.27	\$5,000.00	\$1,152,000.00	\$114.58	\$22,916.22
10	\$1,199.30	\$234,450.30	\$5,000.00	\$1,171,000.00	\$114.58	\$22,916.22
11	\$1,319.23	\$257,835.33	\$5,000.00	\$1,190,000.00	\$114.58	\$22,916.22
12	\$1,439.16	\$281,220.36	\$5,000.00	\$1,209,000.00	\$114.58	\$22,916.22
13	\$1,559.09	\$304,605.39	\$5,000.00	\$1,228,000.00	\$114.58	\$22,916.22
14	\$1,679.02	\$327,990.42	\$5,000.00	\$1,247,000.00	\$114.58	\$22,916.22
15	\$1,798.95	\$351,375.45	\$5,000.00	\$1,266,000.00	\$114.58	\$22,916.22
16	\$1,918.88	\$374,760.48	\$5,000.00	\$1,285,000.00	\$114.58	\$22,916.22
17	\$2,038.81	\$398,145.51	\$5,000.00	\$1,304,000.00	\$114.58	\$22,916.22
18	\$2,158.74	\$421,530.54	\$5,000.00	\$1,323,000.00	\$114.58	\$22,916.22
19	\$2,278.67	\$444,915.57	\$5,000.00	\$1,342,000.00	\$114.58	\$22,916.22
20	\$2,398.60	\$468,300.60	\$5,000.00	\$1,361,000.00	\$114.58	\$22,916.22
21	\$2,518.53	\$491,685.63	\$5,000.00	\$1,380,000.00	\$114.58	\$22,916.22
22	\$2,638.46	\$515,070.66	\$5,000.00	\$1,399,000.00	\$114.58	\$22,916.22
23	\$2,758.39	\$538,455.69	\$5,000.00	\$1,418,000.00	\$114.58	\$22,916.22
24	\$2,878.32	\$561,840.72	\$5,000.00	\$1,437,000.00	\$114.58	\$22,916.22
25	\$2,998.25	\$585,225.75	\$5,000.00	\$1,456,000.00	\$114.58	\$22,916.22
26	\$3,118.18	\$608,610.78	\$5,000.00	\$1,475,000.00	\$114.58	\$22,916.22
27	\$3,238.11	\$631,995.81	\$5,000.00	\$1,494,000.00	\$114.58	\$22,916.22
28	\$3,358.04	\$655,380.84	\$5,000.00	\$1,513,000.00	\$114.58	\$22,916.22
29	\$3,477.97	\$678,765.87	\$5,000.00	\$1,532,000.00	\$114.58	\$22,916.22
30	\$3,597.90	\$702,150.90	\$5,000.00	\$1,551,000.00	\$114.58	\$22,916.22
31	\$3,717.83	\$725,535.93	\$5,000.00	\$1,570,000.00	\$114.58	\$22,916.22
32	\$3,837.76	\$748,920.96	\$5,000.00	\$1,589,000.00	\$114.58	\$22,916.22
33	\$3,957.69	\$772,305.99	\$5,000.00	\$1,608,000.00	\$114.58	\$22,916.22
34	\$4,077.62	\$795,691.02	\$5,000.00	\$1,627,000.00	\$114.58	\$22,916.22
35	\$4,197.55	\$819,076.05	\$5,000.00	\$1,646,000.00	\$114.58	\$22,916.22
36	\$4,317.48	\$842,461.08	\$5,000.00	\$1,665,000.00	\$114.58	\$22,916.22
37	\$4,437.41	\$865,846.11	\$5,000.00	\$1,684,000.00	\$114.58	\$22,916.22
38	\$4,557.34	\$889,231.14	\$5,000.00	\$1,703,000.00	\$114.58	\$22,916.22
39	\$4,677.27	\$912,616.17	\$5,000.00	\$1,722,000.00	\$114.58	\$22,916.22
40	\$4,797.20	\$936,001.20	\$5,000.00	\$1,741,000.00	\$114.58	\$22,916.22
41	\$4,917.13	\$959,386.23	\$5,000.00	\$1,760,000.00	\$114.58	\$22,916.22
42	\$5,037.06	\$982,771.26	\$5,000.00	\$1,779,000.00	\$114.58	\$22,916.22
43	\$5,156.99	\$1,006,156.29	\$5,000.00	\$1,798,000.00	\$114.58	\$22,916.22
44	\$5,276.92	\$1,029,541.32	\$5,000.00	\$1,817,000.00	\$114.58	\$22,916.22
45	\$5,396.85	\$1,052,926.35	\$5,000.00	\$1,836,000.00	\$114.58	\$22,916.22
46	\$5,516.78	\$1,076,311.38	\$5,000.00	\$1,855,000.00	\$114.58	\$22,916.22
47	\$5,636.71	\$1,099,696.41	\$5,000.00	\$1,874,000.00	\$114.58	\$22,916.22
48	\$5,756.64	\$1,123,081.44	\$5,000.00	\$1,893,000.00	\$114.58	\$22,916.22
49	\$5,876.57	\$1,146,466.47	\$5,000.00	\$1,912,000.00	\$114.58	\$22,916.22
50	\$5,996.50	\$1,169,851.50	\$5,000.00	\$1,931,000.00	\$114.58	\$22,916.22
51	\$6,116.43	\$1,193,236.53	\$5,000.00	\$1,950,000.00	\$114.58	\$22,916.22
Total	\$1,398.11	\$864,977.98	\$377,386.89	\$14,837,500.00	\$114,583.66	\$864,977.98

VPM en 4%

\$101,140.24

\$238,507.70

\$259,727.08

VPM en 6%

\$112,910.24

\$266,507.70

\$281,727.08

VPM en 4%

\$119,620.56

\$133,734.91

\$155,749.84

Tabla 3.5 Análisis numérico del comportamiento del flujo y del costo de oportunidad del dinero.

Las conclusiones planteadas en la tabla 3.6 están hechas considerando lo siguiente:

Conclusiones

Total de pagos	Es la suma de todos y cada uno de los pagos en que se tuvo que incurrir.
Ahorro fiscal	Es la suma de los Ahorros Fiscales.
Costo de oportunidad	Es el resultado de calcular el valor presente neto del costo de oportunidad mensual.
Inversión neta	Es la sumatoria del Total de Pagos menos el Ahorro Fiscal más el Costo de Oportunidad.
Costo en valor presente	Es el resultado de traer los tres conceptos anteriores al año cero.

Y numéricamente hablando se presentan en la tabla 3.6 considerando una tasa de descuento del 6 y del 2% respectivamente.

	Arrendamiento Puro	Compra directa	Arrendamiento Financiero
Total de pagos	\$1,277,281.39	\$1,000,000.00	\$1,099,978.46
Ahorro fiscal	\$507,276.63	\$180,000.00	\$217,088.21
Costo de oportunidad	\$119,398.11	\$271,306.89	\$141,513.66
Inversión Neta	\$889,402.87	\$1,091,306.89	\$1,024,403.91
Costo en valor presente	\$787,360.15	\$1,080,506.91	\$868,127.03

En consecuencia el arrendamiento puro resulta un 37% más barato que la compra directa y un 10% más barato que el arrendamiento financiero, lo anterior en valor presente y considerando una tasa de descuento del 6%. Se optó por tomar esta tasa ya que es aproximadamente el rendimiento libre de riesgo en México CETES

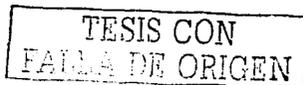
	Arrendamiento Puro	Compra directa	Arrendamiento Financiero
Total de pagos	\$1,277,281.39	\$1,000,000.00	\$1,099,978.46
Ahorro fiscal	\$507,276.63	\$180,000.00	\$217,088.21
Costo de oportunidad	\$119,398.11	\$271,306.89	\$141,513.66
Inversión Neta	\$889,402.87	\$1,091,306.89	\$1,024,403.91
Costo en valor presente	\$853,388.06	\$1,087,645.54	\$934,384.97

En consecuencia el arrendamiento puro resulta un 27% más barato que la compra directa y un 9% más barato que el arrendamiento financiero, lo anterior en valor presente y considerando una tasa de descuento de 12%. Se optó por tomar esta tasa ya que es aproximadamente el rendimiento libre de riesgo en Los Estados Unidos (Treasuries)

Tabla 3.6 Conclusiones considerando una tasa de descuento del 6 y del 2% respectivamente.

Referencia: Los pagos mensuales fueron calculados de la siguiente forma:

Considerando una anualidad ordinaria en donde R es el pago hecho al final de cada uno de los n periodos e i es la tasa de interés por periodo. El diagrama de tiempo se muestra en la figura 3.1



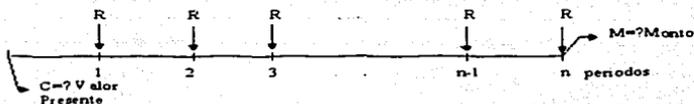


Fig. 3.1 Diagrama de tiempo

Ya que el primer pago se realiza al final del primer periodo, ganará intereses por (n-1) periodos. El segundo pago ganará intereses por (n-2) periodos, etc. El pago final no genera intereses. Si la fecha focal se localiza en el periodo n, entonces el monto o valor futuro de la anualidad viene dado por la siguiente fórmula:

$$M = R + R(1+i)^1 + R(1+i)^2 + R(1+i)^3 + \dots + R(1+i)^{n-2} + R(1+i)^{n-1} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Factorizando se tiene la Ec. 3.2:

$$M = R [1 + (1+i)^1 + (1+i)^2 + (1+i)^3 + \dots + (1+i)^{n-2} + (1+i)^{n-1}] \quad \text{Ec. 3.2}$$

Los términos dentro del paréntesis representan la suma de la siguiente serie geométrica:

$$1 + (1+i)^1 + (1+i)^2 + (1+i)^3 + \dots + (1+i)^{n-2} + (1+i)^{n-1} \quad \text{Ec. 3.3}$$

donde el primer término es igual a 1 y la razón es $r = (1+i)$.

La suma de n términos de una progresión geométrica se logra por medio de la siguiente fórmula:

$$S_n = a_1 \frac{r^n - 1}{r - 1} \quad a r \geq 1 \quad \text{Ec. 3.4}$$

Substituyendo valores, se tiene:

$$S_n = 1 \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i) - 1} = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad \text{Ec. 3.5}$$

Por lo tanto, la ecuación del monto queda:

$$M = R \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

La ecuación del valor presente de una anualidad se obtiene como sigue :

$$C = \frac{M}{(1+i)^n} - \frac{R \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]}{(1+i)^n} = R \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = R \frac{(1+i)^n - 1}{i} - R \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i}$$

$$C = R \left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right] \quad \text{Ec. 3.6}$$

Por lo tanto el valor de R (Pago Mensual) será igual a:

$$R = \frac{C}{\left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right]} \quad \text{Ec. 3.7}$$

Y para el cálculo del Valor Presente Neto se utilizará la siguiente ecuación 3.8:

$$VPN = R_0 + \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} \quad \text{Ec. 3.8}$$

En donde:

VPN = Valor Presente Neto de todos los flujos.

R = Flujos generados en cada uno de los periodos desde 0 hasta n.

i = Tasa de interés mensual en porcentaje.

t = Es el No. del periodo de capitalización.

Después del análisis antes planteado, se concluye que el esquema de financiamiento mas adecuado para la obtención del uso de los equipos antes descritos es el **arrendamiento puro**.

3.4 *Proyecciones financieras*

3.4.1 Premisas

Para este estudio se consideraron las siguientes premisas.

1. Se parte de la premisa de que se tiene una demanda insatisfecha.
2. Como punto de referencia se toma el estado de resultados al cierre del último ejercicio, exactamente antes de iniciar el proceso de producción con la nueva línea.
3. Se hace un análisis a 48 meses
4. Se considera que las presentaciones de 600, 720 y 2000 ml no tienen incremento durante los 4 años, de tal forma que la aportación de la línea de 2600 sea marginal.
5. Para el análisis del comportamiento de los precios se toma como punto de partida los reales al cierre del último ejercicio.
6. Se considera una eficiencia del 20% superior en la línea nueva sobre la productividad actual.
7. Para el proyectado del gasto fijo de la operación de 2.6 lt se considera un gasto de 5.67 pesos/caja.
8. Para efectos del gasto variable se considera un costo promedio de materia prima de la presentación de 2.6 lts. de 21.46 pesos por caja, esto surge del ponderado de los diferentes sabores.
9. Se plantea una inflación anual del 5.1%
10. El incremento en los gastos variables se proyecta en base a la inflación.
11. Dada la complejidad de la nueva línea se considera que para su correcto funcionamiento de debe trabajar con una tripulación especializada según la siguiente propuesta, Tabla 3.7

DETERMINACIÓN DEL COSTO DE LA TRIPULACIÓN CORRESPONDIENTE A LA NUEVA LÍNEA				
PUESTO				
PERSONAL DE CONFIANZA	NO. DE OPERARIOS	IMPORTE SUELDOS	IMPORTE BENEFICIOS	COSTO TOTAL
SUPERVISOR DE CONTROL DE CALIDAD	1	4,350	2,102	6,452
COORDINADOR DE LÍNEA	1	4,000	2,053	6,053
OPERADOR DE LLENADORA	1	3,508	1,822	5,330
OPERADOR DE ETIQUETADORA	1	3,508	1,822	5,330
OPERADOR DE PALETIZADO	1	3,508	1,822	5,330
SUBTOTAL	5	18,874	9,621	28,495
PERSONAL SINDICALIZADO				
OPERADOR DE MONTACARGAS	1	2,399	1,288	3,687
PERSONAL DE MANIOBRAS DIVERSAS	2	4,336	2,415	6,751
SUBTOTAL	3	6,735	3,703	10,438
COSTO TRIPULACIÓN LÍNEA 2	8	25,609	13,324	38,933

Tabla 3.7 Propuesta de Flotilla

12. Se consideran tres tripulaciones.
13. Se tomará en cuenta un incremento del 20% en el tráfico.
14. Se considera un gasto de mantenimiento del 2% sobre el monto total del valor de los equipos a partir del segundo año y se incrementa de acuerdo a la inflación.
15. Durante el primero y segundo mes se pretende vender al menos el 40% de la capacidad instalada de la nueva línea.
16. A partir del tercer mes el incremento en las ventas será a Razón del 6% mensual, hasta topar la capacidad instalada de 1.3 millones de cajas por mes. Esto se proyecta alcanzar 18 meses después de haber iniciado el proyecto.
17. Se considera un costo de energía eléctrica de 0.68 pesos por caja producida de 2.6 lts.
18. Inversión en equipo SOMAR Power Boss para Ahorro de energía por 161,000 pesos.

3.4.2 Estado financiero proyectado

En base a las premisas aquí planteadas se presenta el siguiente estado de resultado proyectado para los siguientes 48 meses, fecha en la que terminará el contrato de arrendamiento. Tabla 3.8

	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado	Acumulado
	Dic-03	Dic-04	Dic-05	Dic-06	Dic-07
Unidades Vendidas					
600 ML	2,613,085	2,613,085	2,613,085	2,613,085	2,613,085
720 ML	640,207	640,207	640,207	640,207	640,207
2 LTS	9,174,807	9,174,807	9,174,807	9,174,807	9,174,807
2.6 LTS	0	8,305,254	14,287,930	14,954,520	14,954,520
Ingresos					
600 ML	95,188,385	95,188,385	101,070,871	105,225,485	111,842,985
720 ML	25,419,843	25,419,843	26,718,045	28,078,963	29,510,570
2 LTS	263,972,524	263,972,524	277,435,123	291,584,314	305,465,114
2.6 LTS	0	220,919,781	389,441,935	439,389,488	481,908,882
Suma	389,580,652	585,500,533	794,265,974	944,288,250	1,127,727,551

Gastos Variables					
600 ML	82,127,707	82,127,707	85,318,220	90,715,347	95,344,983
720 ML	22,018,012	22,018,012	23,140,901	24,321,118	25,561,465
2 LTS	194,538,080	194,538,080	204,457,431	214,884,780	225,843,882
2.6 LTS	0	178,230,755	322,286,595	354,482,970	372,572,112
Fabricación	13,502,155	18,502,155	17,343,785	18,228,297	19,157,940
Fabricación 2.6 Lt	0	7,218,418	13,051,521	14,357,120	15,086,321
Planes	2,777,205	4,171,744	4,384,503	4,608,112	4,843,126
Suma	314,953,154	506,592,859	662,939,945	747,309,634	803,863,829

Contribución Marginal	79,627,498	78,907,674	131,326,029	196,978,616	223,863,722
------------------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Gastos Fijos					
Producción	35,802,049	37,003,712	38,880,901	40,874,337	42,958,929
Tráfico	3,287,394	3,844,873	4,146,081	4,357,510	4,579,743
Administración	10,243,415	10,243,415	10,785,629	11,314,888	11,891,948
Gastos corporativos	1,910,708	1,910,708	2,008,152	2,110,988	2,218,207
Arrendamiento	0	17,273,218	17,273,218	17,273,218	17,273,218
Mantenimiento línea nueva	102,153	0	1,225,832	1,268,349	1,364,052
Reperto	1,285,400	1,285,400	1,351,080	1,418,954	1,492,371
Suma	49,461,397	62,527,318	74,449,853	87,353,236	100,428,460

Utilidad Operativa	29,166,101	16,380,356	56,876,176	109,624,980	123,435,262
---------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------

Unidades Vendidas	12,428,078	26,728,989	26,716,999	27,382,986	27,382,986
--------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Tabla 3.8 Estado de Resultados Proyectados

La utilidad operativa al cierre del último ejercicio era de 1,690,846 pesos promedio mensual.

A partir del ejercicio de 2004 la utilidad promedio mensual se incrementa a \$ 2,501,001 pesos. Cabe destacar que en este resultado ya está incluido el pago mensual del Arrendamiento.

El comportamiento del Valor Presente Neto de la Utilidad Operativa se presenta en la Tabla 3.9

	Utilidad de operación mensual	Utilidad de operación mensual a valor presente
1	Ene-04	1,765,987
2	Feb-04	1,765,987
3	Mar-04	1,899,218
4	Abr-04	2,040,484
5	May-04	2,190,186
6	Jun-04	2,348,888
7	Jul-04	2,517,115
8	Ago-04	2,696,434
9	Sep-04	2,884,453
10	Oct-04	3,084,813
11	Nov-04	3,297,195
12	Dic-04	3,522,320
13	Ene-05	3,764,019
14	Feb-05	4,023,869
15	Mar-05	4,471,670
16	Abr-05	4,770,380
17	May-05	5,067,012
18	Jun-05	5,067,011
19	Jul-05	5,067,011
20	Ago-05	5,067,011
21	Sep-05	5,067,011
22	Oct-05	5,067,011
23	Nov-05	5,067,011
24	Dic-05	5,067,011
25	Ene-06	5,419,980
26	Feb-06	5,419,980
27	Mar-06	5,419,980
28	Abr-06	5,419,980
29	May-06	5,419,980
30	Jun-06	5,419,980
31	Jul-06	5,419,980
32	Ago-06	5,419,980
33	Sep-06	5,419,980
34	Oct-06	5,419,980
35	Nov-06	5,419,980
36	Dic-06	5,419,980
37	Ene-07	5,769,684
38	Feb-07	5,769,684
39	Mar-07	5,769,684
40	Abr-07	5,769,684
41	May-07	5,769,684
42	Jun-07	5,769,684
43	Jul-07	5,769,684
44	Ago-07	5,769,684
45	Sep-07	5,769,684
46	Oct-07	5,769,684
47	Nov-07	5,769,684
48	Dic-07	5,769,684

Tabla 3.9 Valor Presente Neto de la Utilidad Operativa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De donde se puede concluir que a partir del mes 20 la utilidad operativa a valor presente, con una tasa de descuento del 6%, será igual al Monto Original de la Inversión.

De acuerdo al resultado acumulado del último ejercicio, se concluye que el proyecto es autosuficiente a partir del primer mes.

El incremento en la utilidad operativa se da en primera instancia por el incremento substancial en las ventas.

La mayor aportación se da por el incremento en el número de litros vendidos, lo que comprueba que el proyecto de 2.6 lts. es la decisión correcta.

También se concluye que el proyecto es 100% sustentable, y que se debe realizar.

En función de lo aquí planteado se encuentra que la decisión tomada es la correcta.

3.5 Ahorro de energía.

Para la propuesta de ampliación de la planta, se considera importante el tema de ahorro de energía, por lo cual se propone un análisis enfocado a los motores que se indicaron en el capítulo 2, para lo cual tomarán mediciones con un equipo analizador de redes. Se graficará el Factor de Potencia y la Potencia Activa para ver los consumos de los motores. Se espera que el estudio tenga un retorno sobre la inversión atractivo y que refleje un ahorro real.

En la tabla 3.10 se presenta, la capacidad instalada de los motores utilizados actualmente en la planta y serán la base para nuestro análisis.

MÁQUINA	CAPACIDAD DEL MOTOR
1. Inyectora de preformas	100 KW
2. Inyectora de tapas	80 KW
3. Sopladora	7.5 KW
4. Compresor alta	240 KW
5. Compresor baja	60 KW

Tabla 3.10 Capacidad Instalada

A continuación se presenta el estudio correspondiente a cada una de las siguientes áreas:

1. Inyectora de preformas
2. Inyectora de tapas
3. Sopladora
4. Compresor alta
5. Compresor baja

3.5.1 Inyectora de preformas

El equipo utilizado para la inyección de preformas cuenta con las siguientes características:

Tipo de aplicación: Bomba hidráulica

Máquina: 01

Modelo: HUSKY

Tamaño del Motor: 100 KW

Voltaje: 440

Nombre del Circutor: F007.aM5

Ciclo de trabajo: Según se muestra en la figura 3.2

Descripción de la operación y comentarios:

El motor trabaja 24 hrs. al día, siete días a la semana, el ciclo de trabajo es de 25 seg. Cuando el motor tiene carga, el máximo factor de potencia es de 0.86 y sin carga el mínimo factor de potencia es de 0.39

El factor de potencia promedio es de 0.55

El motor trabaja con carga a un factor de potencia de 0.81 durante el 28% de tiempo y sin carga trabaja a un factor de potencia de 0.45 durante el 72% del tiempo restante del ciclo.

En la figura 3.2 se observa el comportamiento del factor de potencia en el ciclo de trabajo, de lo cual concluimos que es un buen candidato para ser tratado desde el punto de vista de Ahorro de energía.

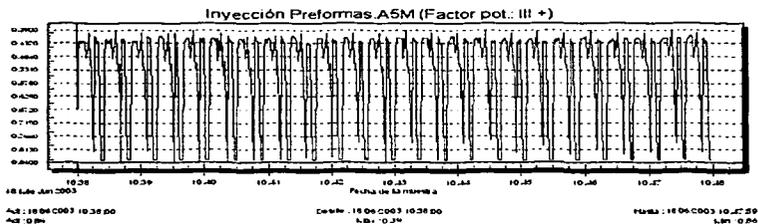


Fig. 3.2 Comportamiento del factor de potencia durante el ciclo de inyección de preformas.

Análisis sobre el comportamiento del ahorro en KW.

El consumo de KW durante los diferentes ciclos de operación de la máquina de inyección varía drásticamente durante el ciclo, con un consumo máximo de 108 KW durante el proceso de inyección, y después baja a 17 KW cuando el molde está abierto, como se muestra en la figura 3.3

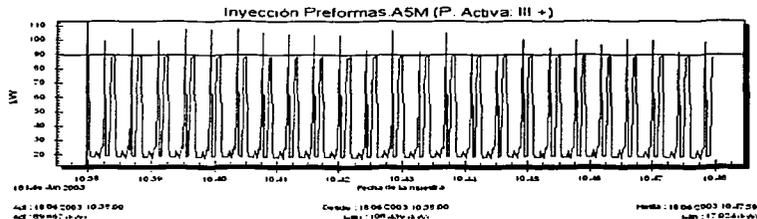


Fig. 3.3 Consumo en KW

Una vez analizados el consumo de KW durante el ciclo de inyección se presenta, a manera de resumen en la Tabla 3.11

Horas de trabajo al mes	720
Costo de la solución PML90V2	\$3,390.00 usd
Costo de la electricidad	\$0.08 usd/kwh
Consumo	37.41 kwh
Ahorro por hora	4.49 kwh
Ahorro por mes	3,233 kwh
Ahorro de kwh al año	38,791 kwh
Ahorro de kwh en 5 años	193,955 kwh
Periodo de retorno	13 meses

Tabla 3.11 Resultados obtenidos después de tratar el equipo de inyección de Preformas.

Para definir el periodo de retorno se tiene:

Periodo de retorno = Costo de la Solución / (Ahorro por mes) (Costo de la Electricidad)

De donde se concluye que el retorno sobre la inversión será de 13 meses.

3.5.2 Inyectora de tapas

El equipo utilizado para la inyección de tapas cuenta con las siguientes características:

Tipo de aplicación: Bomba hidráulica

Modelo: HUSKY

Tamaño del Motor: 80 Kw

Voltaje: 440

Nombre del Circuito: F007.A5M

Descripción de la operación y comentarios

El motor trabaja 24 hrs a día los siete días de la semana, el ciclo de trabajo es de 63 seg. Cuando el motor está a máxima carga el factor de potencia es de 0.86 y sin carga es de 0.35.

El factor de potencia promedio es de .57

El motor trabaja con carga a un factor de potencia de 0.75 durante el 46% del tiempo y sin carga trabaja a un factor de potencia de 0.39 durante el 41% del tiempo restante del ciclo.

En la Fig. 3.4 se observa el comportamiento del factor de potencia en el ciclo de trabajo, de lo cual concluimos que es un buen candidato para ser tratado desde el punto de vista de ahorro de energía.

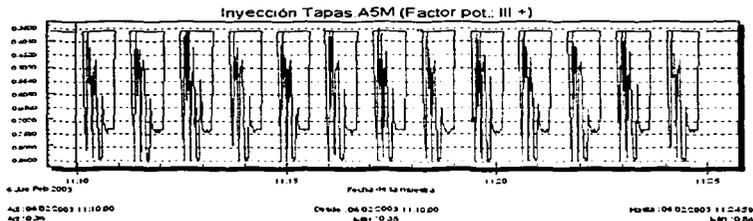


Fig. 3.4 Comportamiento del factor de potencia durante el ciclo de inyección de tapas.

Análisis sobre el comportamiento del ahorro en KW.

El consumo de KW durante los diferentes ciclos de operación de la máquina de inyección varía drásticamente durante el ciclo, con un consumo máximo de 109 KW durante el proceso de inyección, y después baja a 17 KW cuando el molde está abierto, como se muestra en la figura 3.5.

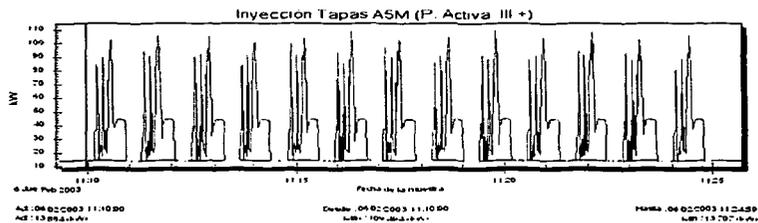


Fig. 3.5 Análisis del consumo de Kw durante el ciclo de inyección de tapas.

Una vez analizados el consumo de KW durante el ciclo de inyección se muestra en la tabla 3.12

Horas de trabajo al mes	720
Costo de la solución PML75V2	\$3,265.00 usd
Costo de la electricidad	\$0.08 usd/KWh
Consumo	35.82 KWh
Ahorro por hora	3.58 KWh
Ahorro por mes	2,577 KWh
Ahorro de KWh al año	30,931 KWh
Ahorro de KWh en 5 años	154,656 KWh
Periodo de retorno	15 meses

Tabla 3.12 Resultados obtenidos después de tratar el equipo de inyección de tapas.

Para definir el periodo de retorno se tiene:

Periodo de retorno = Costo de la Solución / (ahorro por mes) (costo de la electricidad)

De donde se concluye que el retorno sobre la inversión será de 15 meses.

3.5.3 Sopladora de botella.

El equipo utilizado para la sopladora de botellas cuenta con las siguientes características:

Tipo de aplicación: Sopladora

Modelo: SIDEL

Tamaño del Motor: 7.5 Kw

Voltaje: 440

Nombre del Circutor: F007.AM5

Descripción de la operación y comentarios

El compresor trabaja las 24 hrs siete días a la semana, el ciclo de trabajo es de 36 seg. Cuando el motor tiene carga el máximo factor de potencia es de 0.57 y sin carga el mínimo factor de potencia es de 0.12

El factor de potencia promedio es de 0.34

El motor trabaja con carga a un factor de potencia de 0.57 durante el 43% de tiempo y sin carga trabaja a un factor de potencia de 0.17 durante el 57% del tiempo restante del ciclo.

En la figura 3.6 se observa el comportamiento del factor de potencia en el ciclo de trabajo, de lo cual concluimos que es un buen candidato para ser tratado desde el punto de vista de ahorro de energía.

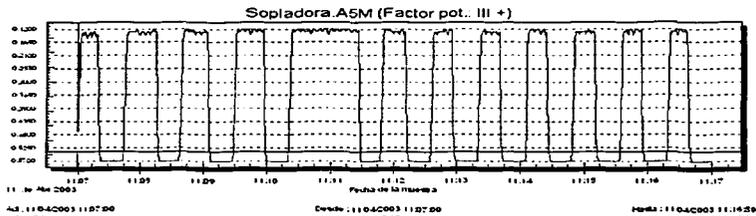


Fig. 3.6 Comportamiento del factor de potencia durante el ciclo de soplado de botella.

Análisis sobre el comportamiento del ahorro en KW.

El consumo de KW durante los diferentes ciclos de operación de la máquina de soplado de botella varía drásticamente durante el ciclo, con un consumo máximo de 46.5 KW durante el proceso de soplado, y después baja a 2.6 KW cuando el molde está abierto, como se muestra en la figura 3.7.

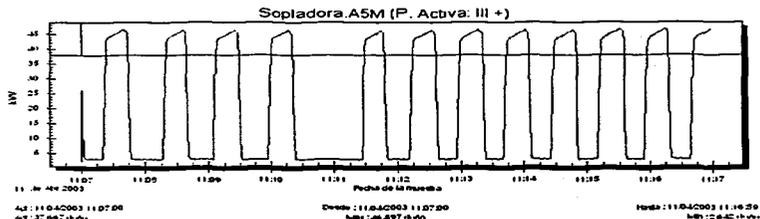


Fig. 3.7 Análisis del consumo de KW durante el ciclo de soplado.

Una vez analizados el consumo de KW durante el ciclo de soplado se muestra en la tabla 3.13 los resultados.

Horas de trabajo al mes	720
Costo de la solución PBC 11	\$802.40 usd
Costo de la electricidad	\$0.08 usd/KWh
Consumo	22.19 KWh
Ahorro por hora	4.66 KWh
Ahorro por mes	3.355 KWh
Ahorro de KWh al año	40,260 KWh
Ahorro de KWh en 5 años	210,300 KWh
Período de retorno	3 meses

Tabla 3.13 Resultados obtenidos después de tratar el equipo de soplado de botellas.

Para definir el periodo de retorno se tiene:

Periodo de retorno = Costo de la Solución / (ahorro por mes) (costo de la electricidad)

De donde se concluye que el retorno sobre la inversión será de 3 meses.

3.5.4 Compresor de alta presión.

El equipo para la compresión de aire de alta presión presenta las siguientes características:

Tipo de aplicación: Compresor

Tamaño del Motor: 240 Kw

Voltaje: 440

Nombre del Circuito: F007.ASM

Descripción de la operación y comentarios:

El compresor trabaja las 24 hrs. al día los siete días a la semana, el ciclo de trabajo es de dos compresiones por minuto. Siendo el **máximo** factor de potencia de 0.85 y la **mínima** de 0.39.

El factor de potencia promedio es de 0.59

El motor trabaja con carga a un factor de potencia de .85 durante el 85% de tiempo y sin carga trabaja a un factor de potencia de 0.41 durante el 15% del tiempo restante del ciclo.

En la figura 3.8 se observa el comportamiento del factor de potencia en el ciclo de trabajo, de lo cual concluimos que es un buen candidato para ser tratado desde el punto de vista de ahorro de energía.

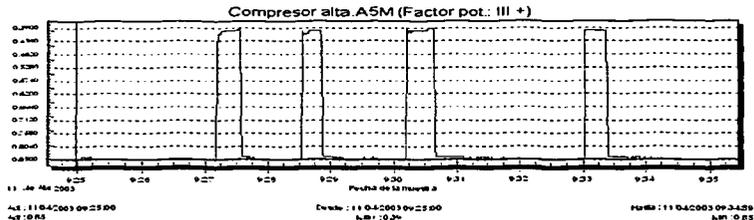


Fig. 3.8 Comportamiento del factor de potencia durante el ciclo de compresión de aire de alta presión.

Análisis sobre el comportamiento del ahorro en KW.

El consumo de KW durante los diferentes ciclos de operación de la máquina de compresión de aire de alta presión varía drásticamente durante el ciclo, con un consumo máximo de 91 KW durante el proceso de compresión, y después baja a 16 KW cuando el motor está libre, como se muestra en la figura 3.9.

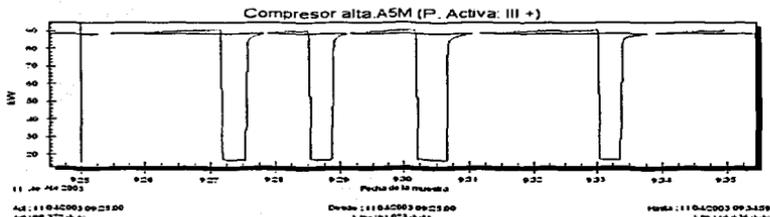


Fig. 3.9 Análisis del consumo de Kw durante el ciclo de trabajo del compresor de alta presión.

Una vez analizados el consumo de KW durante el ciclo de compresión de alta presión se muestran los resultados mostrados en la tabla 3.14

Horas de trabajo al mes	720
Costo de la solución PML 132 V2	\$5,565.00 usd
Costo de la electricidad	\$0.08 usd/KWh
Consumo	78.26 KWh
Ahorro por hora	6.26 KWh
Ahorro por mes	4,507 KWh
Ahorro de KWh al año	54,086 KWh
Ahorro de KWh en 5 años	270,432 KWh
Periodo de retorno	15 meses

Tabla 3.14 Resultados obtenidos después de tratar el equipo de compresión de aire de alta presión.

Para definir el periodo de retorno se tiene:

Periodo de retorno = Costo de la Solución / (ahorro por mes) (costo de la electricidad)

De donde se concluye que el retorno sobre la inversión será de 15 meses.

3.5.5 Compresor de baja presión

El equipo para la compresión de aire de baja presión presenta las siguientes características:

Tipo de aplicación: Compresor
Tamaño del Motor: 56 Kw
Voltaje: 440
Nombre del Circuito: F007.aMS

Descripción de la operación y comentarios:

El compresor trabaja las 24 hrs. siete días a la semana, el ciclo de trabajo es de dos compresiones por minuto, siendo el máximo factor de potencia de 0.88 y la mínima de 0.29.

El factor de potencia promedio es de 0.44

El motor trabaja con carga a un factor de potencia de .86 durante el 38% de tiempo y sin carga trabaja a un factor de potencia de 0.33 durante el 62% del tiempo restante del ciclo.

Hay buenas posibilidades de ahorro durante el 62% del tiempo.

El ciclo de trabajo que presenta el compresor es un buen candidato para ahorro de energía. En la figura 3.10 se observa el comportamiento del factor de potencia en el ciclo de trabajo, de lo cual concluimos que es un buen candidato para ser tratado desde el punto de vista de ahorro de energía.

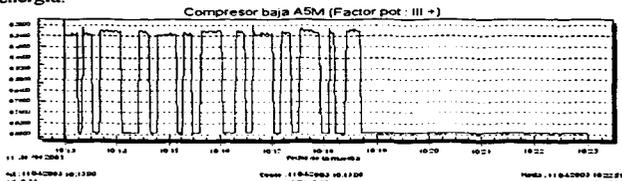


Tabla 3.10 Comportamiento del factor de potencia durante el ciclo de compresión de aire de baja presión.

Análisis sobre el comportamiento del ahorro en KW.

El consumo de KW durante los diferentes ciclos de operación de la máquina de compresión de aire de baja presión varía drásticamente durante el ciclo, con un consumo máximo de 54.2 KW durante el proceso de compresión, y después baja a 4.3 KW cuando el motor está libre, como se muestra en la figura 3.11.

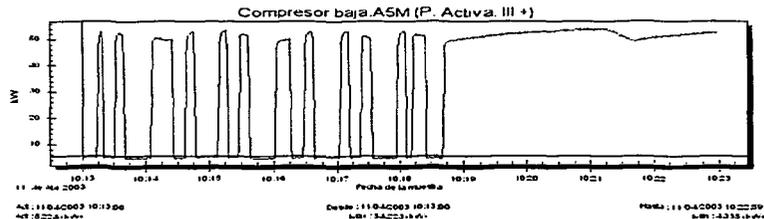


Fig.3.11 Análisis del consumo de Kw durante el ciclo de trabajo del compresor de baja presión.

Una vez analizados el consumo de Kw durante el ciclo de compresión de baja presión se muestran los resultados en la tabla 3.15.

Horas de trabajo al mes	720
Costo de la solución PBC 55*	\$1,615.00 usd
Costo de la electricidad	\$0.08 usd/KWh
Consumo	22.87 KWh
Ahorro por hora	3.43 KWh
Ahorro por mes	2,470 KWh
Ahorro de KWh al año	29,640 KWh
Ahorro de KWh en 5 años	148,200 KWh
Periodo de retorno	8 meses

Tabla 3.15 Resultados obtenidos después de tratar el equipo de compresión de aire de baja presión.

Para definir el periodo de retorno se tiene:

Periodo de retorno = Costo de la Solución / (ahorro por mes) (costo de la electricidad)

De donde se concluye que el Retorno sobre la inversión será de 8 meses.

Todos los resultados aquí planteados, se presentan en la tabla 3.16 a manera de resumen ejecutivo.

	Inyectora de Preformas	Inyectora de Tapas	Sopladora	Compresor alta presión	Compresor baja presión	TOTAL
Horas de trabajo al mes	720	720	720	720	720	720
Costo de la solución	\$3,390.00	\$3,265.00	\$802.40	\$5,565.00	\$1,615.00	\$14,637.40
Costo de la electricidad	\$0.08	\$0.08	\$0.08	\$0.08	\$0.08	\$0.08
Consumo de KWh	37.41	35.82	22.19	78.26	22.87	196.55
Ahorro de KWh por hora	4.49	3.58	4.66	6.26	3.43	22.42
Ahorro de KWh por mes	3,233	2,577	3,355	4,507	2,470	16,142
Ahorro de KWh al año	38,791	30,931	40,260	54,086	29,640	193,708
Ahorro de KWh en 5 años	193,955	154,656	210,300	270,432	148,200	977,543
Porcentaje de ahorro	12 %	10 %	21 %	8 %	15 %	13.2 % ~
Periodo de retorno	13 meses	15 meses	3 meses	15 meses	8 meses	11 meses

Tabla 3.16 Ahorro de energía

Después de tratar todos los equipos, se concluye que con una inversión de \$ 14,637.40 USD se tendrá un ahorro mensual de \$ 1,291.00 USD lo cual representa un periodo de retorno de 11 meses, en conclusión es una decisión que se debe tomar.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones.

La productividad está en el uso de los bienes y no en la posesión de los mismos.

Una de las preguntas más comunes en la cultura mexicana es que pasa con el dominio de la propiedad al término del contrato de arrendamiento. En la cultura americana lo que se hace cuando termina el plazo del arrendamiento es sustituir los equipos arrendados por equipo nuevo, con la mejor tecnología disponible en el mercado, y así mantener los índices de productividad marcados por el mercado, y no por la capacidad instalada con la que se cuenta.

La tendencia en el mercado mexicano es ir cambiando en este sentido. Al día de hoy más del 45% de las operaciones de compra venta de equipo de cómputo y comunicaciones, se hacen por este esquema.

Así que se toma la decisión de optar por un esquema de arrendamiento puro, que para los mercados globalizados, y para los niveles de competencia que se tienen actualmente, definitivamente es la mejor opción.

Una planta con 2.5 millones de cajas de refresco reduce sus costos de operación de manera significativa, especialmente en el rubro de gastos fijos donde se observa una reducción del 35%. Estos ahorros pueden ser repercutidos al consumidor y lograr una alta competitividad en el mercado en relación a los precios.

La tecnología propuesta en los procesos de embotellado, tales como la automatización, brindan beneficios en cuanto a la estandarización de altos niveles de calidad en el producto y proporcionan un banco de información para la mejora continua y nos garantizan altas eficiencias y volúmenes de producción a bajo costo.

Hoy en día, la calidad requiere de la sincronía de las personas, máquinas y actividades que le brinden la debida confianza a sus clientes de que el refresco adquirido es producto del esfuerzo continuo para satisfacer y superar sus expectativas, por ello el Sistema de Calidad propuesto pondrá a la vanguardia a la planta embotelladora, ya que en México no hay planta embotelladora que posea un Sistema de Calidad normalizado y que represente el paso inicial hacia la manufactura de refrescos de clase mundial.

Se sabe que los ahorros en cualquier materia, representan un beneficio a la planta, sin embargo el ahorro en la energía hace patente la necesidad de aprovechar este recurso que cada vez es más demandado y no hay la suficiente oferta.

Bibliografía

- Gutiérrez, Mario. Administrar para la Calidad. Editorial Limusa, México 1992.
- International Organization Standardization, ISO 9000:2000, Suiza 2000
- International Organization Standardization, ISO 9001:2000, Suiza 2000
- International Organization Standardization, ISO 9004:2000, Suiza 2000
- Volker, Kronceder, La tendencia es claramente sin alcohol, Alemania 2003
- Diepold, Rainuls, Krones Magazine, Alemania 2003
- Dglenn, Davis, Etiquetado, Krones Magazine, Alemania 2002

Páginas Web:

- www.krones.de
- www.sidel.com
- www.husky.ca
- www.mycom.com
- www.iso.ch
- www.somars.com
- www.csilcasing.com

Anexo A Distribución de planta actual de líneas de llenado

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo B Tabla de presiones y temperaturas

Tabla de presiones y temperaturas para ajustar el volumen de aire entregado por el compresor en las condiciones del lugar de la instalación.

Altitud m	Presión del lugar bar (a)	° C	Presión	° C	Presión
0	1.013	-10	0.0026	23	0.02844
150	0.9953	-9	0.00284	24	0.02942
300	0.9776	-8	0.0031	25	0.03138
450	0.9602	-7	0.00338	26	0.03334
600	0.943	-6	0.00369	27	0.0353
750	0.926	-5	0.00401	28	0.03825
900	0.9094	-4	0.00437	29	0.04021
1050	0.8929	-3	0.00476	30	0.04217
1200	0.8767	-2	0.00517	31	0.04411
1350	0.8607	-1	0.00562	32	0.04707
1500	0.845	0	0.00611	33	0.05001
1650	0.8296	1	0.00657	34	0.05296
1800	0.8143	2	0.00706	35	0.0559
1950	0.7994	3	0.00758	36	0.05982
2100	0.7846	4	0.00813	37	0.6276
2250	0.7701	5	0.00872	38	0.06668
2400	0.7559	6	0.00935	39	0.06963
2550	0.7419	7	0.00981	40	0.07355
2700	0.7281	8	0.01097	41	0.07747
2850	0.7146	9	0.01177	42	0.08238
3000	0.7014	10	0.01177	43	0.0863
		11	0.01275	44	0.0912
		12	0.01373	45	0.0961
		13	0.01471	46	0.10101
		14	0.01569	47	0.10591
		15	0.01667	48	0.1118
		16	0.01863	49	0.11768
		17	0.01961	50	0.12356
		18	0.02059	51	0.12945
		19	0.02157	52	0.13631
		20	0.02354	53	0.14318
		21	0.02452	54	0.15004
		22	0.02648	55	0.15789

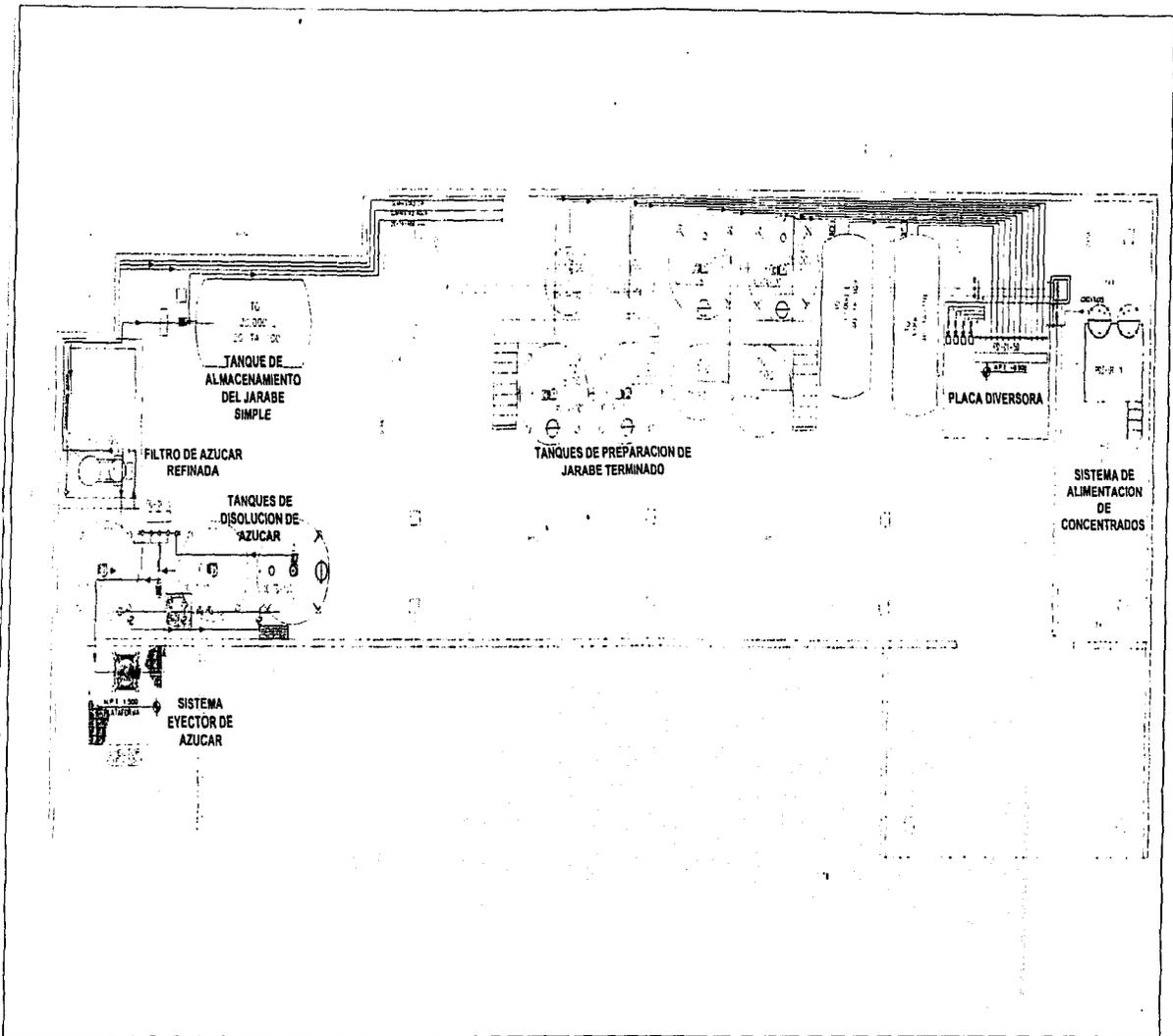
40 Bar Compresor PET	
Capacidades m ³ /hr FAD	
W1210DN	121
V1310DN	192
V1610DN	370
V1910DN	580
V11510DN	852
V12110DN	1307
W12210DN	1680
W122910DN	1800
W13510DN	1950
W14010DN	2220
W15010DN	2640
W17010DN	4200

°C = (°F-32) x 0.555	°F = (°C x 0.555)+32
-------------------------	-------------------------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo C Propuesta de distribución de planta de área de preparación de jarabes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ANEXO C. PROPUESTA DE DISTRIBUCION DE PLANTA DE AREA DE PREPARACION DE JARABES

94-1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

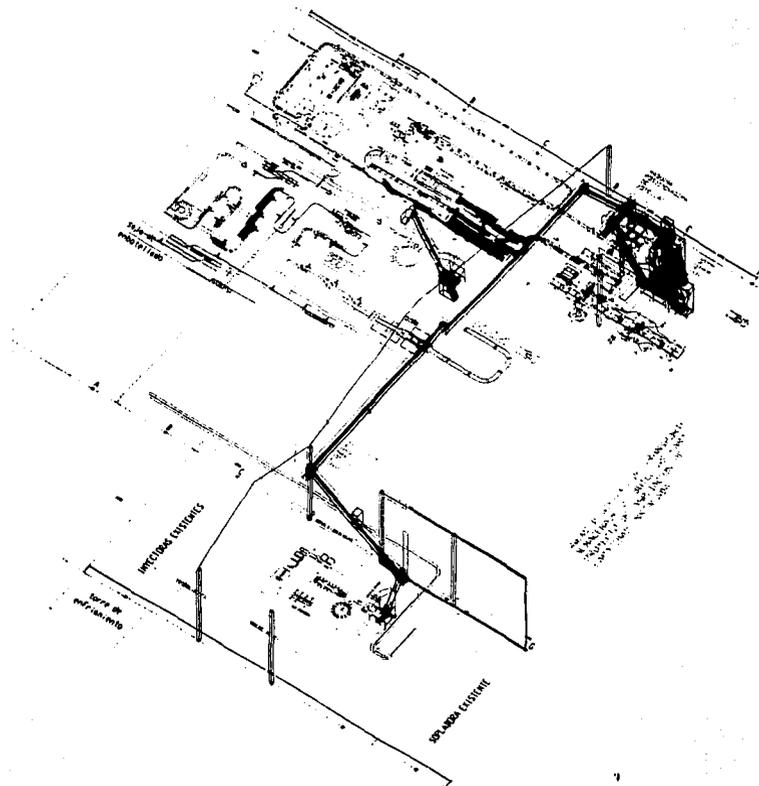
Anexo D Transporte de botellas y silos

D1 Propuesta de sistema de transporte de botellas y llenado de silos

D2 Sistema de llenado de silos

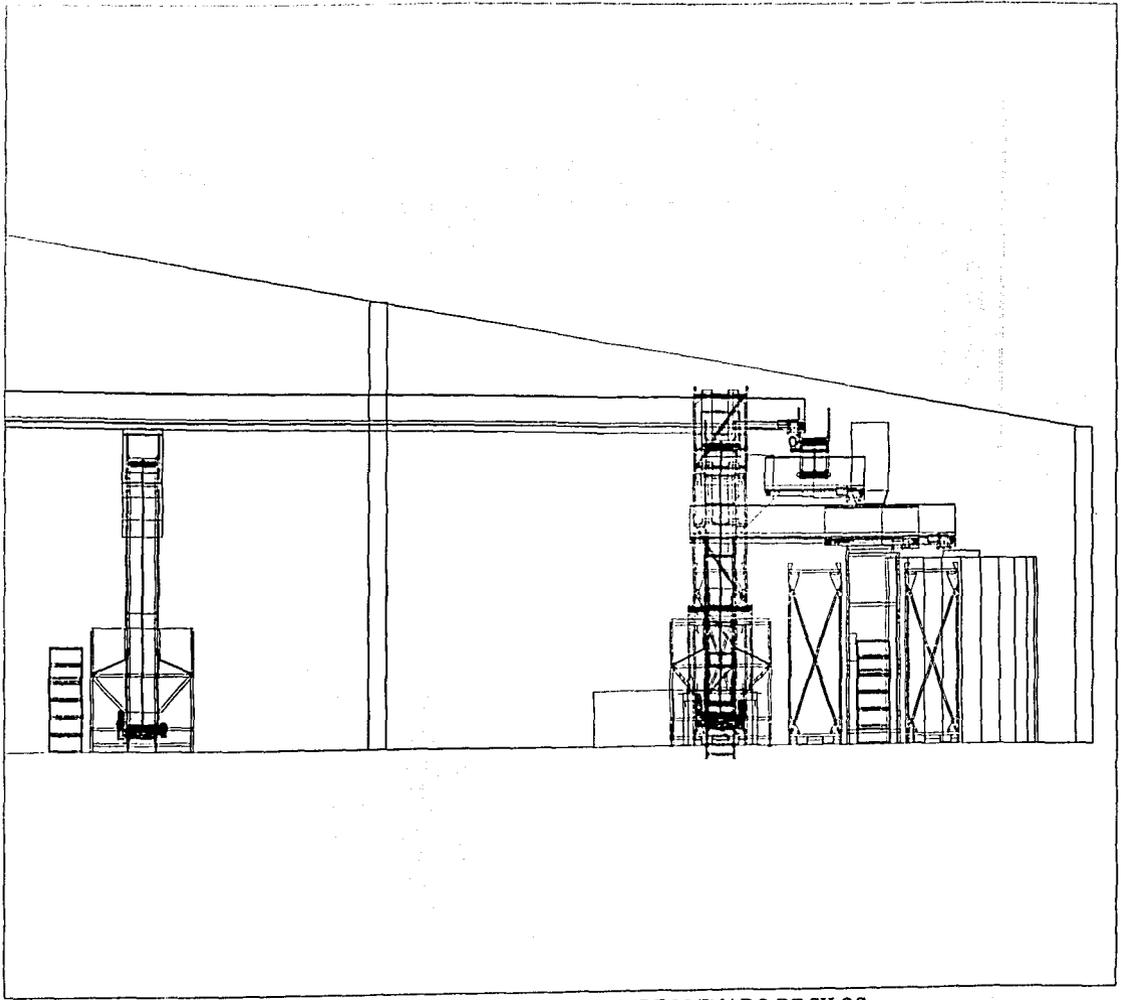
D3 Propuesta de sistema volteador de silos para alimentación de botella a la línea de llenado

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ANEXO D1. PROPUESTA DE SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y LLENADO DE SILOS

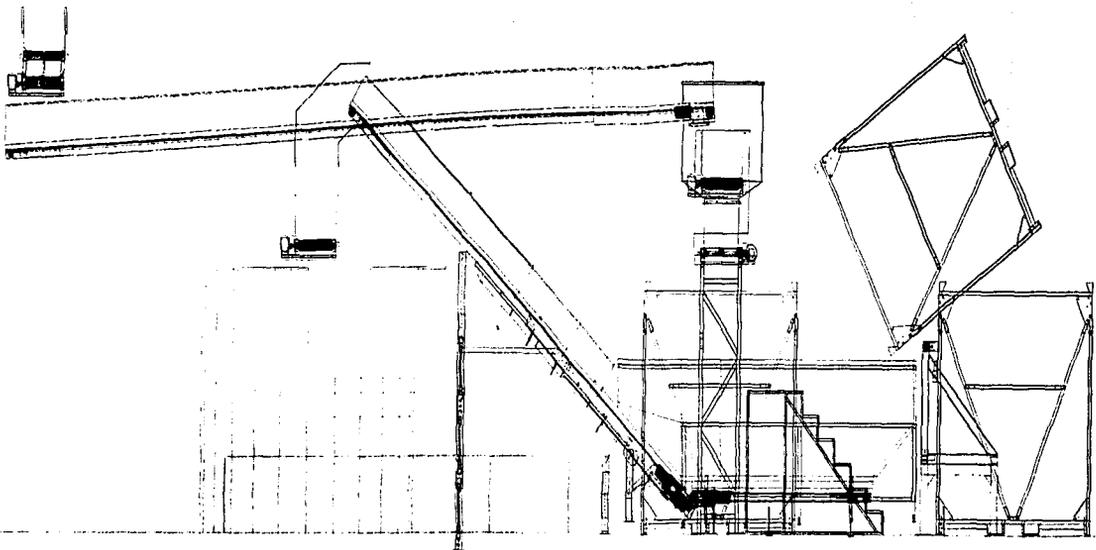
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ANEXO D2. PROPUESTA DE SISTEMA DE LLENADO DE SILOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

95-2



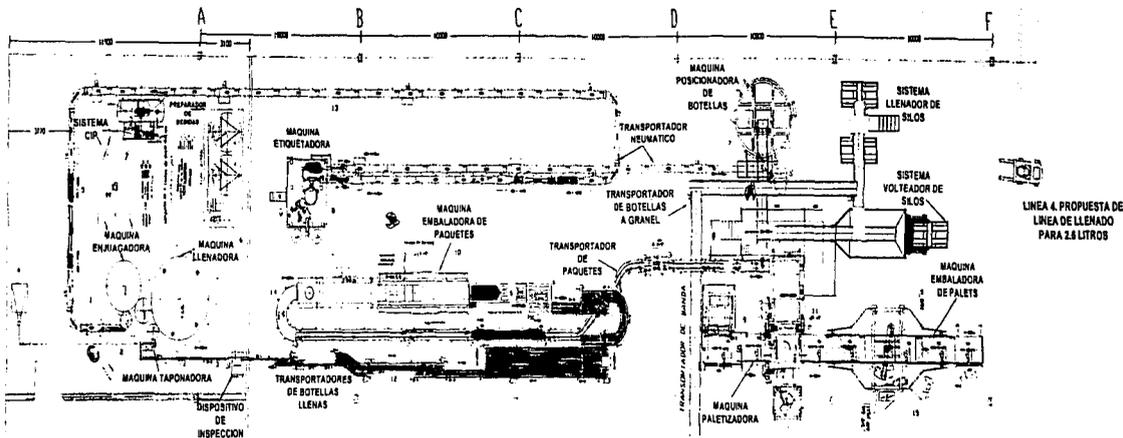
ANEXO D3. PROPUESTA DE SISTEMA VOLTEADOR DE SILOS PARA ALIMENTACION DE BOTELLA A LA LINEA DE LLENADO

95-3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo E Propuesta de distribución de planta para la nueva línea de llenado de 2.6 lts.

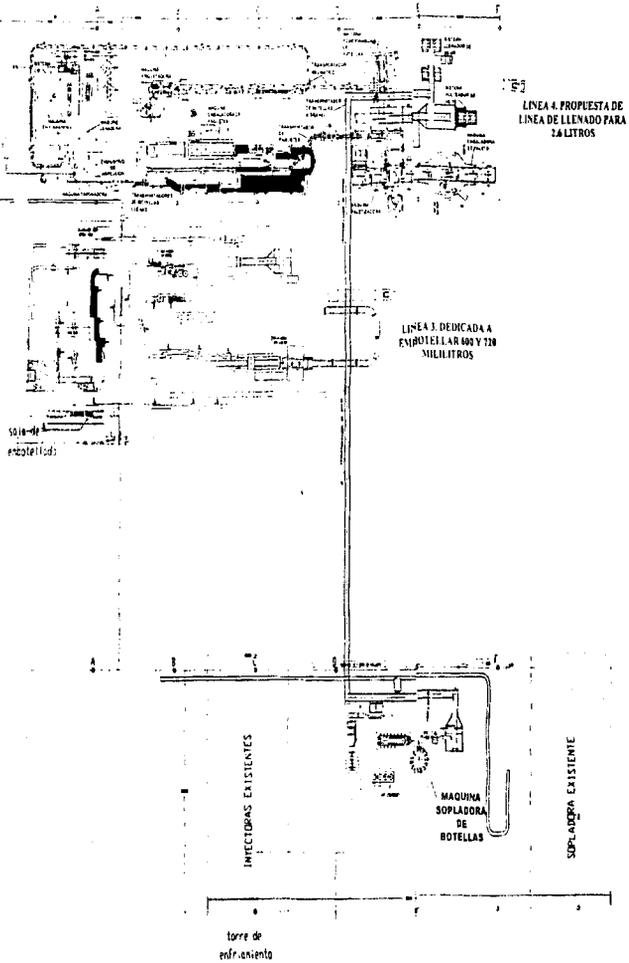
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

NEXO E. PROPUESTA DE DISTRIBUCION DE PLANTA PARA LA NUEVA LINEA DE LLENADO DE 2.6 LITROS

Anexo F Propuesta de distribución de planta para línea de llenado y línea de soplado



ANEXO F. PROPUESTA DE DISTRIBUCION DE PLANTA PARA LINEA DE LLENADO Y LINEA DE SOPLADO

Anexo G Estado de resultados mensual

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	Acumulado		
	Dic-03	Ene-04	Feb-04
Unidades Vendidas			
355 ML	19,456	1,621	1,621
600 ML	2,613,065	217,755	217,755
720 ML	640,207	53,351	53,351
2 LTS	9,174,807	764,567	764,567
2.6 LTS	0	600,000	600,000
Botella maquila	4,734,072	394,506	394,506
Botella comisión	4,636,226	386,352	386,352
Taparrosca	16,828,000	1,402,333	1,402,333
Ingresos			
355 ML	372,945	31,079	31,079
600 ML	96,166,385	8,013,865	8,013,865
720 ML	25,419,643	2,118,304	2,118,304
2 LTS	263,972,524	21,997,710	21,997,710
2.6 LTS	0	17,418,000	17,418,000
Botella maquila	5,055,913	421,326	421,326
Taparrosca	1,287,682	107,307	107,307
Suma	362,276,882	60,167,661	60,167,661
Gastos Variables			
355 ML	211,240	17,603	17,603
600 ML	82,127,707	6,843,976	6,843,976
720 ML	22,018,012	1,834,834	1,834,834
2 LTS	194,536,090	16,211,341	16,211,341
2.6 LTS	0	12,878,000	12,878,000
Botella maquila	3,193,240	266,103	266,103
Taparrosca	940,184	21,586	21,586
Fabricación	13,502,155	1,125,180	1,125,180
Fabricación 2.6 Lt		520,668	520,668
Fletes	2,777,295	365,313	365,313
Suma	316,366,823	40,662,664	40,662,664
Contribución Marginal			
	72,909,100	16,624,667	16,624,667
Gastos Fijos			
Producción	35,602,049	3,227,026	3,227,026
Tráfico	3,287,394	328,739	328,739
Administración	10,243,415	853,618	853,618
Gastos corporativos	1,910,706	159,226	159,226
Amortamiento	0	1,126,614	1,126,614
Mantenimiento línea nueva	79,953	0	0
Reparto	1,285,490	107,124	107,124
No deducibles	247,802	20,650	20,650
Suma	62,646,809	6,622,368	6,622,368
Unidad Operativa	20,312,360	4,261,660	4,261,660

Mar-04	Apr-04	May-04	Jun-04	Jul-04	ago-04	Sep-04	Oct-04
1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621
217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755
53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351
764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567
636,000	674,160	714,810	757,486	802,935	851,111	902,178	956,309
394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506
386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352
1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333
31,079	31,079	31,079	31,079	31,079	31,079	31,079	31,079
8,013,865	8,013,865	8,013,865	8,013,865	8,013,865	8,013,865	8,013,865	8,013,865
2,118,304	2,118,304	2,118,304	2,118,304	2,118,304	2,118,304	2,118,304	2,118,304
21,997,710	21,997,710	21,997,710	21,997,710	21,997,710	21,997,710	21,997,710	21,997,710
18,463,080	19,570,985	20,745,117	21,989,824	23,309,213	24,707,766	26,180,232	27,781,646
421,326	421,326	421,326	421,326	421,326	421,326	421,326	421,326
107,307	107,307	107,307	107,307	107,307	107,307	107,307	107,307
61,162,671	62,286,488	63,434,766	64,679,418	65,996,664	67,397,367	68,879,823	69,461,237
17,603	17,603	17,603	17,603	17,603	17,603	17,603	17,603
6,843,976	6,843,976	6,843,976	6,843,976	6,843,976	6,843,976	6,843,976	6,843,976
1,834,834	1,834,834	1,834,834	1,834,834	1,834,834	1,834,834	1,834,834	1,834,834
16,211,341	16,211,341	16,211,341	16,211,341	16,211,341	16,211,341	16,211,341	16,211,341
13,648,560	14,467,474	15,335,522	16,255,653	17,230,993	18,264,852	19,360,743	20,522,388
266,103	266,103	266,103	266,103	266,103	266,103	266,103	266,103
21,586	21,586	21,586	21,586	21,586	21,586	21,586	21,586
1,125,180	1,125,180	1,125,180	1,125,180	1,125,180	1,125,180	1,125,180	1,125,180
551,908	585,023	620,124	657,331	696,771	738,578	782,892	829,866
365,313							
48,846,464	41,736,432	42,641,662	43,666,921	44,613,766	44,669,266	46,619,671	48,636,168
10,266,267	10,622,624	10,793,126	11,066,464	11,366,164	11,707,991	12,089,261	12,613,647
3,227,026	3,227,026	3,227,026	3,227,026	3,227,026	3,227,026	3,227,026	3,227,026
328,739	328,739	328,739	328,739	328,739	328,739	328,739	328,739
853,618	853,618	853,618	853,618	853,618	853,618	853,618	853,618
159,226	159,226	159,226	159,226	159,226	159,226	159,226	159,226
1,126,614							
0	0	0	0	0	0	0	0
107,124	107,124	107,124	107,124	107,124	107,124	107,124	107,124
20,650	20,650	20,650	20,650	20,650	20,650	20,650	20,650
6,622,966							
4,443,269	4,666,626	4,979,126	5,267,466	5,662,167	6,064,664	6,227,264	6,666,666

100

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Acumulado							
Nov-04	Dic-04	Dic-04	Ene-05	Feb-05	Mar-05	Abr-05	May-05
1,621	1,621	19,456	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621
217,755	217,755	2,613,085	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755
53,351	53,351	640,207	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351
764,567	764,567	9,174,807	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567
1,013,687	1,074,509	9,582,986	1,138,979	1,207,318	1,279,757	1,356,542	1,437,935
394,506	394,506	4,734,072	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506
386,352	386,352	4,636,226	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352
1,402,333	1,402,333	16,826,000	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333
31,079	31,079	372,945	32,664	32,664	32,664	32,664	32,664
8,013,865	8,013,865	96,166,385	8,422,573	8,422,573	8,422,573	8,422,573	8,422,573
2,118,304	2,118,304	25,419,643	2,226,337	2,226,337	2,226,337	2,226,337	2,226,337
21,997,710	21,997,710	263,972,524	23,119,594	23,119,594	23,119,594	23,119,594	23,119,594
29,427,345	31,192,985	278,194,071	34,750,857	36,835,908	39,046,063	41,388,827	43,872,156
421,326	421,326	5,055,913	442,814	442,814	442,814	442,814	442,814
107,307	107,307	1,287,682	112,779	112,779	112,779	112,779	112,779
62,116,936	63,882,676	606,187,617	66,187,617	71,162,660	73,462,623	76,748,867	78,228,617
17,603	17,603	211,240	18,677	18,677	18,677	18,677	18,677
6,843,976	6,843,976	82,127,707	7,261,458	7,261,458	7,261,458	7,261,458	7,261,458
1,834,834	1,834,834	22,018,012	1,946,759	1,946,759	1,946,759	1,946,759	1,946,759
16,211,341	16,211,341	194,536,090	17,200,233	17,200,233	17,200,233	17,200,233	17,200,233
21,753,731	23,058,955	205,650,871	25,933,484	27,489,493	29,138,883	30,887,195	32,740,426
266,103	266,103	3,193,240	282,336	282,336	282,336	282,336	282,336
21,586	21,586	259,027	22,902	22,902	22,902	22,902	22,902
1,125,180	1,125,180	13,502,155	1,193,816	1,193,816	1,193,816	1,193,816	1,193,816
879,658	932,437	8,315,925	1,048,676	1,111,595	1,178,919	1,248,989	1,323,928
365,313	365,313	4,383,780	387,597	387,597	387,597	387,597	387,597
49,319,328	50,877,326	506,296,637	56,296,637	60,294,867	63,636,032	66,449,861	67,376,132
12,787,811	13,286,248	13,811,688	13,811,688	14,277,862	14,771,661	15,298,638	15,886,784
3,227,026	3,227,026	36,724,316	3,391,605	3,391,605	3,391,605	3,391,605	3,391,605
6,843,739	328,739	3,944,873	345,505	345,505	345,505	345,505	345,505
853,618	853,618	10,243,415	897,152	897,152	897,152	897,152	897,152
159,226	159,226	1,910,706	167,346	167,346	167,346	167,346	167,346
1,126,614	1,126,614	13,519,371	1,126,614	1,126,614	1,126,614	1,126,614	1,126,614
0	0	0	79,953	79,953	79,953	79,953	79,953
107,124	107,124	1,285,480	112,587	112,587	112,587	112,587	112,587
20,650	20,650	247,802	21,703	21,703	21,703	21,703	21,703
6,822,988	6,822,988	6,142,468	6,142,468	6,142,468	6,142,468	6,142,468	6,142,468
6,074,613	7,382,288	7,666,214	7,666,214	8,136,336	8,626,426	9,183,168	9,786,316

101

TRANS CON
FALLS CHURCH, VA
ORIGEN

							Acumulado
Jun-05	Jul-05	Agg-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dic-05	Dic-05
1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	19,456
217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	2,613,085
53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	640,207
764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	9,174,807
1,500,000	16,920,531						
394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	4,734,072
386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	4,636,226
1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	16,826,000
32,664	32,664	32,664	32,664	32,664	32,664	32,664	391,965
8,422,573	8,422,573	8,422,573	8,422,573	8,422,573	8,422,573	8,422,573	101,070,871
2,226,337	2,226,337	2,226,337	2,226,337	2,226,337	2,226,337	2,226,337	26,716,045
23,119,594	23,119,594	23,119,594	23,119,594	23,119,594	23,119,594	23,119,594	277,435,123
45,765,795	516,254,377						
442,814	442,814	442,814	442,814	442,814	442,814	442,814	5,313,765
112,779	112,779	112,779	112,779	112,779	112,779	112,779	1,353,354
60,122,648							
18,677	18,677	18,677	18,677	18,677	18,677	18,677	224,126
7,261,458	7,261,458	7,261,458	7,261,458	7,261,458	7,261,458	7,261,458	87,137,497
1,946,759	1,946,759	1,946,759	1,946,759	1,946,759	1,946,759	1,946,759	23,361,111
17,200,233	17,200,233	17,200,233	17,200,233	17,200,233	17,200,233	17,200,233	206,402,791
34,153,590	385,254,592						
282,336	282,336	282,336	282,336	282,336	282,336	282,336	3,386,027
22,902	22,902	22,902	22,902	22,902	22,902	22,902	274,828
1,193,816	1,193,816	1,193,816	1,193,816	1,193,816	1,193,816	1,193,816	14,325,766
1,381,072	1,381,072	1,381,072	1,381,072	1,381,072	1,381,072	1,381,072	15,578,983
387,597	387,597	387,597	387,597	387,597	387,597	387,597	4,651,169
63,846,440							
16,274,118							
3,391,605	3,391,605	3,391,605	3,391,605	3,391,605	3,391,605	3,391,605	40,699,256
345,505	345,505	345,505	345,505	345,505	345,505	345,505	4,148,081
897,152	897,152	897,152	897,152	897,152	897,152	897,152	10,785,829
167,346	167,346	167,346	167,346	167,346	167,346	167,346	2,006,152
1,126,614	13,519,371						
79,953	79,953	79,953	79,953	79,953	79,953	79,953	959,432
112,587	112,587	112,587	112,587	112,587	112,587	112,587	1,351,050
21,703	21,703	21,703	21,703	21,703	21,703	21,703	260,440
6,142,466							
10,131,648							

102

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ENE-06	FEB-06	MAR-06	ABR-06	MAY-06	JUN-06	JUL-06	AGO-06
1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621
217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755
53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351
764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567
1,500,000							
394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506
386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352
1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333
34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330
8,852,124	8,852,124	8,852,124	8,852,124	8,852,124	8,852,124	8,852,124	8,852,124
2,339,880	2,339,880	2,339,880	2,339,880	2,339,880	2,339,880	2,339,880	2,339,880
24,298,693	24,298,693	24,298,693	24,298,693	24,298,693	24,298,693	24,298,693	24,298,693
48,099,851							
465,397	465,397	465,397	465,397	465,397	465,397	465,397	465,397
118,531	118,531	118,531	118,531	118,531	118,531	118,531	118,531
84,298,898							
19,816	19,816	19,816	19,816	19,816	19,816	19,816	19,816
7,704,407	7,704,407	7,704,407	7,704,407	7,704,407	7,704,407	7,704,407	7,704,407
2,065,512	2,065,512	2,065,512	2,065,512	2,065,512	2,065,512	2,065,512	2,065,512
18,249,447	18,249,447	18,249,447	18,249,447	18,249,447	18,249,447	18,249,447	18,249,447
36,236,959							
299,558	299,558	299,558	299,558	299,558	299,558	299,558	299,558
24,299	24,299	24,299	24,299	24,299	24,299	24,299	24,299
1,266,638	1,266,638	1,266,638	1,266,638	1,266,638	1,266,638	1,266,638	1,266,638
1,465,318	1,465,318	1,465,318	1,465,318	1,465,318	1,465,318	1,465,318	1,465,318
411,241	411,241	411,241	411,241	411,241	411,241	411,241	411,241
67,743,196							
16,468,611							
3,564,576	3,564,576	3,564,576	3,564,576	3,564,576	3,564,576	3,564,576	3,564,576
363,126	363,126	363,126	363,126	363,126	363,126	363,126	363,126
942,907	942,907	942,907	942,907	942,907	942,907	942,907	942,907
175,881	175,881	175,881	175,881	175,881	175,881	175,881	175,881
1,126,614							
84,030	84,030	84,030	84,030	84,030	84,030	84,030	84,030
118,329	118,329	118,329	118,329	118,329	118,329	118,329	118,329
22,810	22,810	22,810	22,810	22,810	22,810	22,810	22,810
6,369,274							
16,667,336							

103

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Acumulado						
Sep-06	Oct-06	Nov-06	Dic-06	Dic-06	Ene-07	Feb-07
1,621	1,621	1,621	1,621	19,456	1,621	1,621
217,755	217,755	217,755	217,755	2,613,065	217,755	217,755
53,351	53,351	53,351	53,351	640,207	53,351	53,351
764,567	764,567	764,567	764,567	9,174,807	764,567	764,567
1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	18,000,000	1,500,000	1,500,000
394,506	394,506	394,506	394,506	4,734,072	394,506	394,506
386,352	386,352	386,352	386,352	4,636,226	386,352	386,352
1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	16,828,000	1,402,333	1,402,333
34,330	34,330	34,330	34,330	411,955	36,080	36,080
8,852,124	8,852,124	8,852,124	8,852,124	106,225,485	9,303,582	9,303,582
2,339,880	2,339,880	2,339,880	2,339,880	28,078,563	2,459,214	2,459,214
24,298,693	24,298,693	24,298,693	24,298,693	291,584,314	25,537,926	25,537,926
48,099,851	48,099,851	48,099,851	48,099,851	577,198,207	50,552,943	50,552,943
465,397	465,397	465,397	465,397	5,584,767	489,132	489,132
118,531	118,531	118,531	118,531	1,422,375	124,576	124,576
84,208,806	84,208,806	84,208,806	84,208,806	1,619,224,226	88,503,466	88,503,466
19,816	19,816	19,816	19,816	237,797	21,025	21,025
7,704,407	7,704,407	7,704,407	7,704,407	92,452,884	8,174,376	8,174,376
2,065,512	2,065,512	2,065,512	2,065,512	24,786,138	2,191,508	2,191,508
18,249,447	18,249,447	18,249,447	18,249,447	218,993,362	19,362,663	19,362,663
36,236,959	36,236,959	36,236,959	36,236,959	434,843,508	38,447,413	38,447,413
239,558	239,558	239,558	239,558	3,594,697	317,811	317,811
24,299	24,299	24,299	24,299	291,692	25,782	25,782
1,266,638	1,266,638	1,266,638	1,266,638	15,199,659	1,343,903	1,343,903
1,465,318	1,465,318	1,465,318	1,465,318	17,583,810	1,554,702	1,554,702
411,241	411,241	411,241	411,241	4,934,890	436,327	436,327
67,743,198	67,743,198	67,743,198	67,743,198	612,916,320	71,876,630	71,876,630
16,465,611	16,465,611	16,465,611	16,465,611	167,267,328	16,627,926	16,627,926
3,564,576	3,564,576	3,564,576	3,564,576	42,774,918	3,746,370	3,746,370
363,126	363,126	363,126	363,126	4,357,510	381,645	381,645
942,907	942,907	942,907	942,907	11,314,886	990,995	990,995
175,881	175,881	175,881	175,881	2,110,568	184,851	184,851
1,126,614	1,126,614	1,126,614	1,126,614	13,519,371	1,126,614	1,126,614
84,030	84,030	84,030	84,030	1,008,363	88,316	88,316
118,329	118,329	118,329	118,329	1,419,954	124,364	124,364
22,810	22,810	22,810	22,810	273,722	23,974	23,974
6,398,274	6,398,274	6,398,274	6,398,274	78,776,320	6,867,129	6,867,129
10,067,336	10,067,336	10,067,336	10,067,336	128,288,644	9,960,796	9,960,796

104

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Agø-07	Sep-07	Oct-07
1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621	1,621
217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755	217,755
53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351	53,351
764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567	764,567
1,500,000							
394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506	394,506
386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352	386,352
1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333	1,402,333

36,080	36,080	36,080	36,080	36,080	36,080	36,080	36,080
9,303,582	9,303,582	9,303,582	9,303,582	9,303,582	9,303,582	9,303,582	9,303,582
2,459,214	2,459,214	2,459,214	2,459,214	2,459,214	2,459,214	2,459,214	2,459,214
25,537,926	25,537,926	25,537,926	25,537,926	25,537,926	25,537,926	25,537,926	25,537,926
50,552,943							
489,132	489,132	489,132	489,132	489,132	489,132	489,132	489,132
124,576	124,576	124,576	124,576	124,576	124,576	124,576	124,576
88,893,488							

21,025	21,025	21,025	21,025	21,025	21,025	21,025	21,025
8,174,376	8,174,376	8,174,376	8,174,376	8,174,376	8,174,376	8,174,376	8,174,376
2,191,508	2,191,508	2,191,508	2,191,508	2,191,508	2,191,508	2,191,508	2,191,508
19,362,663	19,362,663	19,362,663	19,362,663	19,362,663	19,362,663	19,362,663	19,362,663
38,447,413							
317,831	317,831	317,831	317,831	317,831	317,831	317,831	317,831
25,782	25,782	25,782	25,782	25,782	25,782	25,782	25,782
1,343,903	1,343,903	1,343,903	1,343,903	1,343,903	1,343,903	1,343,903	1,343,903
1,554,702	1,554,702	1,554,702	1,554,702	1,554,702	1,554,702	1,554,702	1,554,702
436,327	436,327	436,327	436,327	436,327	436,327	436,327	436,327
71,876,830							

16,827,928							
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

3,746,370	3,746,370	3,746,370	3,746,370	3,746,370	3,746,370	3,746,370	3,746,370
381,645	381,645	381,645	381,645	381,645	381,645	381,645	381,645
990,995	990,995	990,995	990,995	990,995	990,995	990,995	990,995
184,851	184,851	184,851	184,851	184,851	184,851	184,851	184,851
1,126,614							
88,316	88,316	88,316	88,316	88,316	88,316	88,316	88,316
124,364	124,364	124,364	124,364	124,364	124,364	124,364	124,364
23,974	23,974	23,974	23,974	23,974	23,974	23,974	23,974
6,867,120							

9,980,798							
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

105

ISSIS CON
FALLS OF ORIGIN

Nov-07	Dic-07	Acumulado	
		Nov-07	Dic-07
1,621	1,621		19,456
217,755	217,755	2,613,065	
53,351	53,351	640,207	
764,567	764,567	9,174,807	
1,500,000	1,500,000	18,000,000	
394,506	394,506	4,734,072	
386,352	386,352	4,636,226	
1,402,333	1,402,333	16,828,000	

36,080	36,080	432,965	
9,303,582	9,303,582	111,642,985	
2,459,214	2,459,214	29,510,570	
25,537,926	25,537,926	306,455,114	
50,552,943	50,552,943	606,835,315	
489,132	489,132	5,869,590	
124,576	124,576	1,494,916	
88,603,458	88,603,458	1,662,841,464	

21,025	21,025	252,303	
8,174,376	8,174,376	98,092,510	
2,191,508	2,191,508	26,298,093	
19,362,663	19,362,663	232,351,957	
38,447,413	38,447,413	461,368,962	
317,831	317,831	3,813,974	
25,782	25,782	309,379	
1,343,903	1,343,903	16,126,839	
1,554,702	1,554,702	18,656,423	
436,327	436,327	5,235,919	
71,675,530	71,675,530	682,882,368	

16,627,928	16,627,928	188,634,668	
-------------------	-------------------	--------------------	--

3,746,370	3,746,370	44,956,439	
381,645	381,645	4,579,743	
990,995	990,995	11,891,946	
184,851	184,851	2,218,207	
1,126,614	1,126,614	13,519,371	
88,316	88,316	1,059,789	
124,364	124,364	1,492,371	
23,974	23,974	287,682	
6,667,129	6,667,129	88,888,848	

9,960,796	9,960,796	110,888,696	
------------------	------------------	--------------------	--

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN