



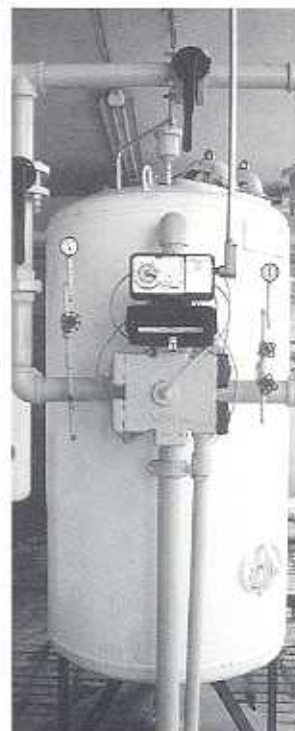
## ■ OBJETIVO

Encontrar alternativas para el ahorro de energía eléctrica encaminadas a racionalizar su utilización buscando un rendimiento óptimo, sin detrimento de la productividad, el confort y la calidad de los productos elaborados. Cada medida identificada debe representar una alternativa de mejora para la empresa, al ser viable técnica y económicamente, considerando un escenario de recuperación de las inversiones en un plazo máximo de dos años.

## ■ INTRODUCCION

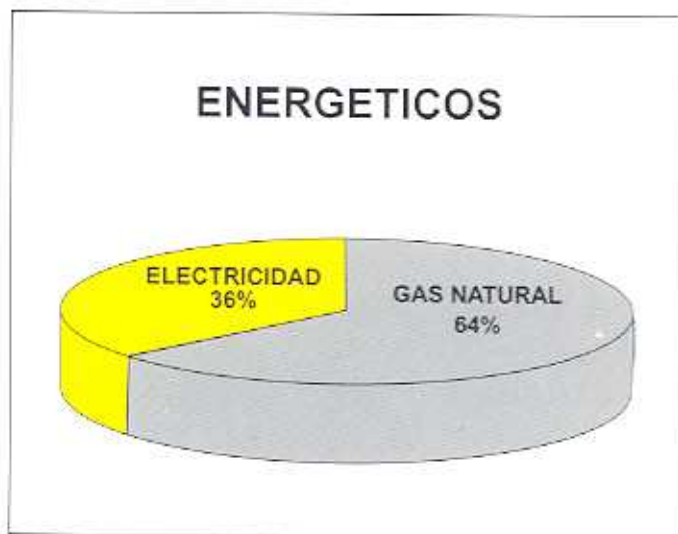
Embotelladora de Occidente, es una empresa embotelladora de refresco cuya marca principal es "PEPSI", en presentación de 192, 355,

473, 769 y 1500 ml. Ubicada en Guadalajara, Jalisco, la empresa cuenta con cinco líneas de producción y una de soplado para la elaboración de envases plásticos. Desde el inicio de los 90 la empresa ha venido realizando esfuerzos por reducir sus consumos energéticos, siendo en esta ocasión la segunda vez que realiza un diagnóstico energético en sus instalaciones con fines de seguimiento y mejora.



## ■ ANTECEDENTES

La distribución de energéticos está determinada como lo muestra la siguiente figura



La empresa está conectada en tarifa OM, con las siguientes características de facturación eléctrica para 1997

Demanda facturable (kW/mes)	Consumo anual (GWh/año)	Factor de potencia (%)	Factor de carga (%)	Facturación (\$/año)	Producción (cajas)
1,770	9.087	91	49	4.5x10 <sup>6</sup>	2.77x10 <sup>6</sup>

## ■ DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso lo podemos dividir en tres etapas:

- Tratamiento de agua
- Preparación de jarabes
- Embotellado

### Tratamiento de agua

El agua se extrae de tres pozos profundos de donde se bombea a una cisterna, de la cual se distribuye a tres tanques de reacción y a cuatro tanques suavizadores. En los tanques de reacción se agrega un clarificador y cloro. Posteriormente el agua pasa

por filtros de arena donde se eliminan los sólidos que contiene. El agua ya purificada pasa a un filtro pulidor donde se quitan los sólidos en suspensión que aún pueda contener; seguido a este proceso, el agua entra al deareador, donde se eliminan gases incondensables como bióxido de carbono y oxígeno disueltos, para después llevarla al proporcionador. Los tanques suavizadores contienen una resina para quitar la dureza al agua, cuando esta resina se satura se regenera con sal.

### Preparación de jarabes

Para la producción del refresco se elabora jarabe simple para luego elaborar el jarabe concentrado. El jarabe simple es una mezcla de azúcar y agua purificada. La mezcla se realiza en un tanque, el cual recibe el agua de los tanques purificadores y el azúcar se agrega por medio de una tolva. Una vez obtenido el grado de azúcar adecuado, el jarabe simple pasa por filtros prensa de

papel para eliminar sólidos en suspensión. A continuación se lleva a un tanque para obtener jarabe terminado, mezclándolo con el concentrado del sabor hasta dar las características de la bebida a elaborar. De este tanque, el jarabe terminado pasa al proporcionador.

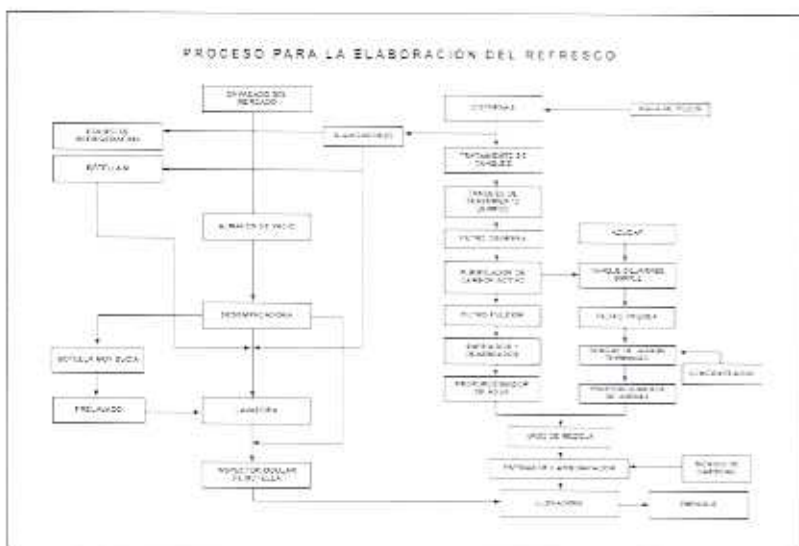
### Embotellado

Este proceso comienza con la limpieza de la botella, la cual se recibe del mercado en sus canastillas y pasa a la máquina desempacadora. Si la botella está muy sucia, o tiene compuestos que no se pueden eliminar con el lavado usual, ésta pasa al área de



prelavado, donde se lavan las botellas manualmente con una concentración alta de sosa; para llevarla posteriormente a la lavadora.

El proceso de elaboración de bebidas carbonatadas en Embotelladora de Occidente se muestra en la siguiente figura.



integrar los contratos de la empresa en uno solo. En la medición del consumo en la subestación del área de soplado y basándose en este comportamiento, se modeló cómo facturaría esta área sola con un cambio a tarifa HM. El resultado de esta evaluación es que en época de invierno se obtendría una reducción mínima de \$ 150.00, en tanto que en verano la reducción será \$ 4,750.00 mensuales en facturación.

### Control de la demanda eléctrica.

La legislación relativa a tarifas eléctricas para usuarios con tarifa horaria está orientada a promover una baja intensidad en el consumo durante el llamado horario punta, debido a su alto costo, del orden de 3 a 4 veces mayor al de horario base. Con relación a ello, Embotelladora de Occidente tiene un gran potencial en este campo, por ejemplo, el mes de marzo de

### METODOLOGIA DEL DIAGNOSTICO

En el diagnóstico energético se analizaron los principales sistemas consumidores de energía eléctrica de los cuales se encontraron con potencial de ahorro los siguientes:

- Integración de los contratos de suministro de energía eléctrica.
- Control de la demanda eléctrica.
- Optimizar el sistema de aire comprimido.
- Optimizar los circuitos de refrigeración.
- Optimizar el sistema de iluminación.
- Optimizar los sistemas de enfriamiento.
- Optimizar los sistemas de bombeo.
- Optimizar las calderas y el circuito de recuperación de condensados.

1998 la empresa mantuvo una demanda de 1350 o menos kW durante el horario de punta y sólo un día fue necesario trabajar en segundo turno, estableciéndose la demanda máxima del mes de 1820 kW. Desde el punto de vista económico, este trabajo representó un incremento de 17,600 pesos en los cargos por demanda. La solución a este problema de control reside en tres aspectos fundamentales en horario punta:

- a) Planear, en la medida de lo posible, todas las actividades de mantenimiento para que sean realizadas en horario punta.
- b) Apagar todos los equipos que sea posible en horario punta y realizar operaciones de llenado de tanques y cisternas en horario de base e intermedio.
- c) Integrar un equipo de control automático que controle a equipos seleccionados en

Durante las reuniones previas al levantamiento de datos se externó inquietud de



costo de operación del equipo (que involucran también su sistema de enfriamiento, la eficiencia del secado y el mantenimiento) y cotejar los requerimientos reales de la máquina de soplado. El compresor del aire de servicios para esta área, junto con su sistema de distribución, muestran un rendimiento aceptable y el cambio de tecnología no se recomienda por el momento; sin embargo, es conveniente orientar el área de succión del compresor a través de una toma hacia el aire más fresco disponible.

#### **Optimizar los circuitos de refrigeración.**

En los circuitos de refrigeración de amoníaco se encuentra la principal potencia instalada en toda la planta. Prácticamente el 40% de la demanda máxima y el consumo de energía se encuentra en estos equipos. La capacidad total de refrigeración es superior a las 1600 toneladas de refrigeración (nominales) y a 1350 kW. Existen diversas medidas aplicables a la optimización de los circuitos. La primera de ellas y más importante consiste en el control eficiente de la capacidad sobrada de refrigeración. Es necesario completar la integración con tanques de compensación en sistemas controlados por áreas de operación. El sistema debe actuar controlando la operación de los compresores al utilizarlos "en paralelo" y, de la misma manera, utilizar los sistemas de condensación y consumir su energía solamente en los casos estrictamente indispensables. De esta manera los equipos operan solamente cuando van a trabajar con carga y se evita que lo hagan en vacío. Para aplicar esta medida es necesario concluir las líneas para la integración de los sistemas, tanques de acumulación e incluir un sistema de control automático para su operación.

#### **Optimizar la iluminación**

De las diversas opciones que existen para

optimizar, el sistema de iluminación es donde se presenta la opción más rentable. Existe en todos los puntos de iluminación un amplio potencial de ahorro energético al aplicar toda la evolución tecnológica en iluminación. El potencial técnico es tan grande que en algunos casos la potencia se reduce hasta a un 25%, es decir, el ahorro es de 75%, sin embargo, pese a este amplio potencial, los periodos de recuperación son excesivos, por lo que únicamente se recomiendan estas medidas considerándolas como de difusión. Con base a las mediciones realizadas, se ubicaron diversas áreas donde las luminarias pueden ser apagadas sin detrimento del nivel lumínico. De la misma forma y por su escaso tiempo de ocupación, se determinaron áreas en donde la aplicación de sensores de presencia es viable.

#### **Optimizar los sistemas de enfriamiento**

Esta medida se basa fundamentalmente en centralizar la operación de 3 sistemas principales de torres de enfriamiento que existen en la planta. La integración de circuitos cubre doble finalidad: en primera instancia, el incorporar los sistemas de alta eficiencia en enfriamiento evaporativo y con esta medida, eliminar las actuales torres cuyo rendimiento se encuentra a menos del 35% de su capacidad teórica. El primer impacto observado es reducir drásticamente la energía utilizada en ventiladores (las torres sugeridas se manejan en flujo a contra corriente y con empaque de película, comparativamente con las torres actuales basadas en relleno de goteo y flujo cruzado). Adicionalmente, al tener la necesidad de controlar únicamente dos pozas de agua fría, las pérdidas por purga continua es menor. El sistema integrado que se propone remueve 200 toneladas y requiere únicamente de 6 hp en ventilación para su operación.



horario de punta y desconectarlos de manera momentánea para mantener los niveles de demanda en rangos controlados.

Se propone instalar dispositivos de control en los siguientes equipos:

1. Torres de enfriamiento
2. Equipos de bombeo de pozos
3. Bombas de recuperación

### Optimizar el sistema de aire comprimido.

La planta cuenta con varios conjuntos destinados a suministrar aire comprimido a las diversas áreas. El primer conjunto consiste de un sistema centralizado que obtiene su aire de un grupo de 6 compresores. Este grupo recibe aire de 4 compresores de 75 hp cada uno y de 2 más instalados en el sótano, de 50 hp c/u. El área de enlatado cuenta con un compresor independiente de 100 hp y aún cuando los circuitos se encuentran interconectados normalmente funcionan de manera independiente. El área de soplado cuenta con dos sistemas de aire: uno de servicios a baja presión que recibe aire de un compresor de 30 hp y otro de proceso para alimentar la máquina de soplado a alta presión que opera con un compresor de 125 hp.

En cada uno de los conjuntos se identificaron oportunidades de ahorro que se mencionan a continuación. Eliminar el sistema de alimentación de corona en la línea 4. Este sistema, además de ser alto consumidor en la etapa de proceso, es el más ineficiente de las 4 líneas y representa una pérdida continua del aire. Se realizaron varias mediciones para determinar la magnitud de las fugas y se cuantificó un flujo de 103 scfm (orificio de área de 1/4 con una presión en línea de 75 psig), este flujo representa un consumo equivalente a un 52% del compresor. Los

parámetros medidos señalan que la eficiencia en los compresores es muy baja. El flujo total de aire, medido en el conjunto de compresores, es de 453.6 scfm con una demanda 148.2 kW entre los cinco compresores operando. El índice energético para todo este sistema es de 3.03 scfm/kW, que representa menos de la mitad de los parámetros de cualquier compresor nuevo de alta eficiencia.

La sustitución que se considera más viable para todo el sistema es de un compresor de 100 hp, con tecnología de tornillo y ajuste automatizado a los cambios de demanda. Se cotizó con una de las marcas de mejor rendimiento operativo, con una producción de aire de 468 scfm/kW y un rendimiento de 6.24 scfm/kW.

### Area de soplado.

Las mediciones realizadas durante la etapa del levantamiento denotan una eficiencia del compresor de alta presión lejana de su eficiencia nominal. La demanda eléctrica es de 45% respecto a la capacidad de placa y el flujo medido es solamente un 32% del volumen de diseño. Existen opciones más modernas para la sustitución del compresor. La recomendación en este caso es monitorear el funcionamiento para obtener una evaluación precisa de todos los componentes del

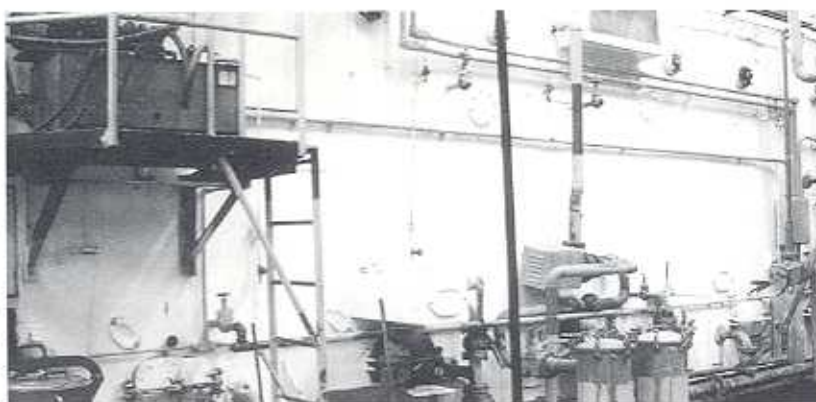




## Optimizar los sistemas de bombeo.

Prácticamente todos los sistemas de bombeo se encuentran sobredimensionados. La evaluación se aplicó únicamente a los motores cuya potencia es mayor de 10 hp. Se practicaron en ellos varios análisis relativos a la corrección de flujos, la instalación de variadores de velocidad para corregir su sobredimensionamiento y se ensayó también la opción de cambio de bomba. Resulta evidente que, de estas opciones, varias de ellas son excluyentes entre sí, por lo que se presentan únicamente las opciones de rentabilidad con recuperación menor a 2 años.

La siguiente tabla muestra un resumen de las oportunidades de ahorro detectadas en la empresa, ilustrando su impacto en la facturación y su rentabilidad.



## ■ CONCLUSIONES

Con base a las medidas obtenida en la tabla anterior, solo las medidas 3 y 6 fueron las seleccionadas por la empresa en función al tiempo de recuperación de la inversión, para ser implantadas en conjunto con recursos del FIDE. Por su parte la empresa aplicó las medidas No. 1 y 2 con sus propios recursos y está esperando concluir el proyecto con el FIDE para solicitar un nuevo crédito y continuar aplicando las medidas de ahorro restantes y así poder reducir su facturación y ser más competitivos.

## RESULTADOS DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA

TABLA DE POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA							
No	AREA DE OPORTUNIDAD	AHORROS DE ENERGIA		AHORROS EN COSTOS \$/AÑO M.N	%AHORRO FACT. BASICA	COSTO DE INVERSION \$ M.N	RETORNO EN INVERSION (AÑOS)
		kW	kWh/año				
1	Unificación de tarifa	—	—	33,900.00	0.76	—	—
2	Control de demanda	200 <sup>1</sup>	—	104,880.00	2.34	68,500.00	0.7
3	Aire comprimido	—	822,369	210,978.00	4.70	312,500.00	1.5
4	Refrigeración	—	1,336,608	507,911.00	11.31	465,000.00	0.9
5	Iluminación	—	225,355	85,635.00	1.91	265,000.00	3.1
6	Torres de enfriamiento	—	279,189	106,092.00	2.36	94,600.00	0.9
7	Bombeo	—	64,178	24,388.00	0.54	27,266.00	1.1
8	Calderas	—	—	86,836.00	1.93	—	—
	<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>2,727,699</b>	<b>1,160,620</b>	<b>25.9</b>	<b>1,232,866.00</b>	<b>1.06</b>

<sup>1</sup> Sólo en horario punta