



■ **Antecedentes:**

Comercial Distribuidora, S.A. de C.V., está ubicada en la ciudad de México, y se dedica a la fabricación de hielo cilíndrico para distribuir a sus clientes, ubicados principalmente en la zona metropolitana y pertenece al Grupo Industrial Cuauhtémoc Moctezuma.

Comercial Distribuidora, S.A. de C.V., utiliza la energía eléctrica y está contratada en la tarifa HM, en la cual su consumo y demanda

promedio mensual es de 686,016 kWh y 1,262 kW respectivamente. Su factor de potencia es de 95% con una facturación comercial de \$ 127,935.00.

En la siguiente tabla, se muestra la distribución porcentual del consumo de energía eléctrica entre los diferentes sistemas consumidores que constituyen la empresa.



| DISTRIBUCION DE LA ENERGIA | |
|----------------------------|---------------|
| CONCEPTO | PORCENTAJE |
| Sistema de Refrigeración | 63.00 |
| Sistema de Bombeo | 11.00 |
| Sistema de Ventilación | 2.70 |
| Sistema de Aire Comprimido | 2.50 |
| Motores Pequeños | 3.00 |
| Sistema de Alumbrado | 8.00 |
| Equipos y Oficinas | 9.80 |
| Total | 100.00 |

Como parte de las políticas del Grupo, la fábrica realizó un proyecto demostrativo de ahorro de energía eléctrica con el financiamiento del FIDE, asimismo, complementó con sus propios recursos el financiamiento total requerido para desarrollar en su totalidad el proyecto.

- La medición y el monitoreo de los diferentes parámetros energéticos por centros de consumo.
- La relación de los consumos energéticos contra la planeación, procedimiento de operación, métodos de mantenimiento, procesos de manufactura.

■ Desarrollo del proyecto:

Metodología de trabajo

Como parte del proyecto demostrativo, la metodología de trabajo que se llevó a cabo fue básico, siendo que a través de los objetivos y alcances que se pretendían y que forman parte integral para desarrollar el proyecto, se obtuvieron resultados satisfactorios.

Como parte fundamental del proyecto se puede mencionar lo siguiente:

A través de las actividades mencionadas anteriormente, se determinaron los índices energéticos, las características de equipos y sistemas de consumo de energía, la detección de potenciales de ahorro, la aplicación de medidas, así como la factibilidad de su implantación.

Diagnóstico energético

Como una parte integral del proyecto, y de acuerdo con la metodología en la fase de captación de información, se hicieron

mediciones en los principales equipos, lo anterior con el fin de obtener el comportamiento real de los sistemas y poder determinar las acciones para su mejoramiento energético.

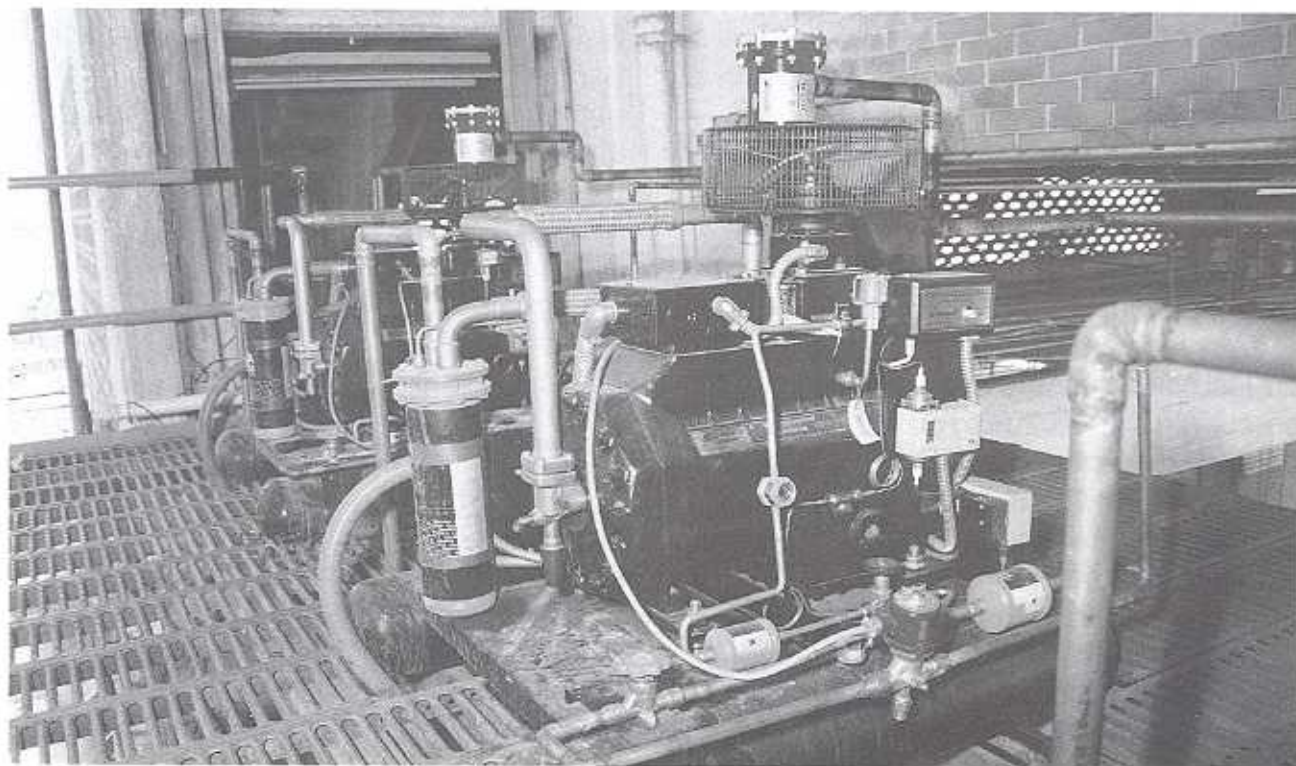
La fase de medición básicamente consideró el tamaño, número de las cargas, las horas reales de operación y también la manera como se efectúa el proceso productivo.

Según la tabla mostrada con anterioridad, donde se indica la distribución energética en los principales sistemas de la planta, se observa que las cargas con mayor consumo de energía son: el sistema de refrigeración con un 62.92%; el sistema de bombeo con 11% y el sistema de ventilación con 2.70%, las cuales representan para la empresa un 76.59% del consumo total de la planta, que fue donde más se enfocó el diagnóstico energético sin ignorar las áreas restantes.

Áreas de oportunidad

Por medio de la información obtenida durante el desarrollo del proyecto demostrativo y como resultado de las mediciones, se determinaron diversas áreas de oportunidad relacionadas con el proceso productivo, así como con los equipos existentes en los servicios generales. Dichas áreas están vinculadas con el sistema de refrigeración que incluyen los compresores de amoníaco del tipo recíprocante, el área de tolvas, con condensador evaporativo, el transformador de distribución así como la optimización energética del proceso mediante el control de sus principales cargas.

A continuación, se proporciona una breve descripción y antecedentes de las áreas de oportunidad detectadas en el diagnóstico energético, en donde se indica cómo se encontraban los sistemas o equipos antes de ser aplicadas las acciones correctivas.





Area de tolvas del cuarto de almacenamiento de hielo

Durante la realización del proyecto de ahorro, en su fase de análisis del proceso, se detectó que en área de tolvas eran visibles en la descarga de éstas, grandes goteras, lo cual era debido al descongelamiento de los tubos de hielo depositados en las tolvas; el motivo era principalmente porque la descarga se realiza sólo durante las primeras horas de la mañana (6:30 a 8:00 horas), tomando el resto del día como parte de almacenamiento del hielo que se está produciendo.

Del mismo modo, el agua en forma de goteras proveniente de las máquinas de hielo hacia las tolvas, provoca un efecto de soldadura entre los tubos de hielo, situación que obliga a utilizar sistemas mecánicos para el rompimiento, de lo que al finalizar el día es casi un bloque de hielo, esta operación ocasiona una enorme cantidad de cascarilla, la cual se convierte en agua y provoca una merma considerable en la producción.

Sistema de refrigeración por compresión

La planta opera con dos compresores de 700 HP cada uno, con las cuales se comprime el amoníaco en estado gaseoso. Con base en las condiciones actuales de operación, se cuenta con 707.80 TR, las cuales son enviadas al condensador modular con capacidad de 1,313 TR, aclarando que el condensador es superior a la capacidad que manejan los compresores.

Una vez analizada la operación del sistema, se detectó que los compresores están operando con una baja eficiencia, tal caso

es debido a la situación actual del sistema: los compresores están muy retirados de las máquinas de hielo y el condensador evaporativo está fuera de especificaciones y capacidad.

Una parte importante es el extenso recorrido de las tuberías que conducen el refrigerante desde el compresor al evaporador (máquinas productoras de hielo).

Transformador de distribución

En la actualidad la acometida a Compañía Comercial Distribuidora, S.A. de C.V., es de 23 KV y es distribuida a través de dos transformadores, uno de ellos de 2,500 KVA y el otro de 1,500 KVA a 6,000 Volts. Las cargas están conectadas a ambos transformadores, lo cual sería equivalente a un solo transformador de 4,000 KVA.

Dado que la subestación fue dimensionada para suministrar energía tanto a la planta cervecera como a la planta de hielo, la capacidad de los transformadores está muy por encima de las necesidades reales de la fábrica, detectándose que puede trabajar con una subestación más pequeña y, de esta manera evitar pérdidas de energía porque los transformadores operan a muy baja capacidad.

Optimización energética del proceso

A través del análisis hecho durante el diagnóstico energético, pudo detectarse que la planta registra una demanda facturable promedio de 1,262 kW, de las cuales durante el horario punta, la demanda promedio es de 1,256 kW y de 1,274 kW en horario base.

De lo anterior, puede deducirse la cercanía de los valores entre las demandas de punta y base y, por lo tanto, la demanda facturable.

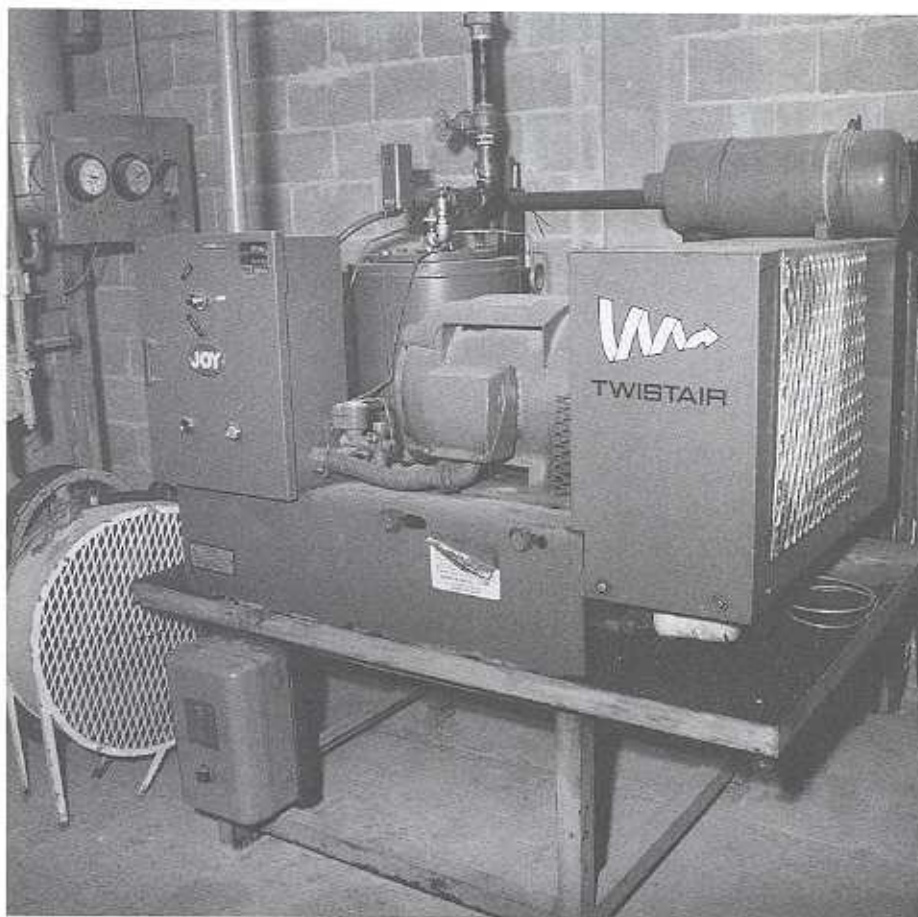
Debido a que la empresa no emprendía acciones para ahorrar energía, no cuidaba el horario de punta que resultaba más costoso durante la producción de hielo, para lo cual el principal punto de referencia fue la producción con lo que se estudiaron las posibilidades de controlar su fase productiva y disminuir su demanda facturable.

■ Acciones correctivas y beneficios reales con la implementación de las medidas

- Reducción de pérdidas de hielo por descongelamiento con instalación de un sistema de refrigeración en el área de tolvas

Para eliminar las pérdidas de producción por descongelamiento de hielo, se instaló un sistema de refrigeración de 20 toneladas, el cual suministra la cantidad necesaria de frío, evitando tanto la condensación del agua como el descongelamiento de los tubos de hielo.

De manera paralela se hizo la colocación de aislamiento térmico en la descarga de las tolvas, ya que se encontraban expuestas al medio ambiente y ayudaban a que el hielo se descongelara más pronto.



Asimismo se instaló una compuerta diagonal en la descarga del hielo, la cual se activa al mismo tiempo que entra en operación la cortadora de cada máquina de hielo, de tal forma que permite la descarga libre del producto a las tolvas y, durante el tiempo de producción, la compuerta permanece cerrada. Lo anterior ayuda a desviar el agua de recirculación que cae a las tolvas, para lo cual se instaló un desfogue en el punto final de la inclinación de la compuerta y así se evitó retener el agua en la descarga, recirculando a las máquinas de hielo esta misma agua a través del sistema de bombeo.

incrementar su eficiencia, siendo la idea principal el obtener la producción de hielo sólo con este equipo.

Los beneficios que se están obteniendo con esta medida, son un ahorro de energía de 3,376,357 kWh, una disminución en la demanda de 421 kW, lo que representa para la empresa ahorros de \$ 446,031.24 anuales.

- Desconexión de un transformador y reubicación de tableros de control

Luego de un análisis, pudo comprobarse la gran capacidad de los transformadores, por lo que la medida que se implementó fue el permitir la operación de un solo transformador de 2,500 KVA, con una carga real de 1,865 KVA y un factor de utilización del 75 por ciento.

Para determinar la dimensión real de los KVA demandados por la planta de hielo y las oficinas anexas, se procedió a monitorear las variables eléctricas por medio de equipos portátiles en el área de fuerza motriz y en la máquina de hielo. En el primero, se localizan equipos de proceso como: compresores, motores eléctricos y equipos asociados, alumbrado y diferentes secciones de oficinas. El segundo contempla las máquinas de hielo y alumbrado básicamente.

Considerando lo anterior se logró desconectar y dejar totalmente fuera de operación al transformador de 1,500 KVA, con esta medida la empresa está ahorrando 20.73 kW de su demanda, un ahorro de energía de 181,097 kWh anuales, que representan un ahorro económico para la empresa de \$ 35,655.12 al año.

- Optimización energética del proceso mediante el control de sus principales cargas

Una de las acciones que más beneficio brindó a la empresa, fue el de optimizar energéticamente las principales cargas de la planta; la idea fundamental consiste en parar la planta de hielo durante el horario punta, debido a que durante el análisis de la facturación eléctrica, se detectó que durante varios meses, se presenta la situación de que la demanda en punta es mayor que la demanda en horario base sin que los niveles de producción sean un punto determinante.

La demanda de hielo diaria es de 136 toneladas, la producción de cada máquina de hielo es de 1.6 toneladas por hora y, considerando que operan normalmente 6 horas, se logran 9.6 toneladas por hora. Con base en los datos anteriores, si efectuamos la división de la demanda diaria de hielo entre la producción por hora de las seis máquinas, resulta el tiempo necesario para cumplir con la cuota diaria de hielo para reparto a los principales centros de distribución.

Considerando que la planta maneja un 14.29% de merma con respecto a la producción total de hielo, se obtiene un tiempo real de producción de 16.23 horas, es decir, que a la planta le bastan esta cantidad de horas para satisfacer la demanda de producción de hielo, lo cual puede realizarse durante el horario base.

Los equipos que se consideraron para controlar su demanda son: el condensador, dos compresores Sullair, dos bombas de vacío, las bombas de trasiego y

de amoníaco caliente, dos compresores Joy y los equipos principales de la máquina *Vogt* que está compuesta de tres bombas, un cortador y seis motores de silos.

Con esta medida, la empresa complementará las medidas anteriormente mencionadas, logrando un ahorro de 245 kW en periodo punta y con un beneficio económico de \$ 262,288.00 al año.

Actualmente esta acción está realizándose de manera manual, considerando automatizar dicha acción en el futuro.

En la siguiente tabla se encuentran las medidas de ahorro anteriormente mencionadas.

| MEDIDA | AHORRO EN DEMANDA FACTURABLE (kW) | AHORRO EN CONSUMO (kWH/Año) | AHORRO EN FACTURACIÓN (S/Año) | INVERSION TOTAL (\$) | PERIODO DE RECUPERACION (Años) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Eliminación de pérdidas de producción por descongelamiento de hielo, mediante la instalación de un sistema de refrigeración en el área de Tolvas | --- | 921,761 | 101,385.65 | 119,724.90 | 2.53 |
| Optimización del proceso de producción de hielo, mediante la sustitución de un condensador evaporativo por uno de mayor eficiencia, sacar de operación un compresor y eficientar la operación de otro, perteneciente al sistema de refrigeración | 421 | 3,376,357 | 496,031.24 | 321,464.10 | 1.57 |
| Desconexión de un transformador y reubicación de tableros de control | 20.73 | 181,097 | 35,655.12 | 11,095.00 | 0.31 |
| Optimización energética del proceso mediante el control de sus principales cargas | 245 | --- | 67,620.00 | 115,000.00 | 1.70 |

Conclusiones:

A través de este proyecto, se puede concluir que este tipo de rama industrial es de las más importantes en cuanto a consumo de energía eléctrica; asimismo las áreas de oportunidad detectadas representan para la empresa ahorros económicos de más de un 35% de su facturación mensual, con lo que las inversiones realizadas se recuperaran en menos de 24 meses.

Los beneficios se reflejaron al disminuir la merma que actualmente representa el 14.29% de la producción total, así como reducir los costos por mantenimiento de los motoredutores y cadenas en las tolvas de almacenamiento.

El ahorro de energía logrado con la implementación de esta medida es de 921,764 kWh al año, equivalente al 11.97% de su consumo promedio y un ahorro en su facturación de \$ 101,385.65 anuales.

Al adoptar esta medida, la empresa Comercial Distribuidora, S.A. de C.V., obtendrá beneficios económicos anuales en tres rubros: ahorro de energía eléctrica, por \$ 101,385.05; ahorro de agua tratada por \$ 46,705.56 y ahorro en mantenimiento en los equipos denominados motoredutores y cadenas por \$ 78,000.00 que en total hacen un ahorro de \$ 226,091.61 anuales, con lo anterior, la inversión destinada a corregir, será recuperada en aproximadamente un año.

- Optimización del proceso de producción de hielo, mediante la sustitución del condensador, eliminación de operación de un compresor y la reubicación de la casa de fuerza

Mediante esta acción se reubicó la casa de máquinas, dejando operando un solo compresor; recordando que, originalmente trabajaban 2 compresores para obtener la producción diaria de hielo, asimismo, se instaló un nuevo condensador evaporativo,

el cual sustituyó al originalmente instalado y finalizando con el redimensionamiento de las tuberías de succión y de descarga del refrigerante, así como con los tanques y torre de enfriamiento.

Cabe aclarar que el compresor reubicado, es un equipo de los que ya estaban operando, la acción consistió en proporcionar un mantenimiento total para

