



■ Objetivo

Identificar e implementar medidas que permitan el ahorro y uso racional de la energía eléctrica en la planta de *Envases Especializados de la Laguna, S.A de C.V.*, sin afectar la productividad, ni las condiciones de seguridad y confort de los empleados.

■ Introducción

El FIDE desde su fundación hasta la fecha ha realizado más de 500 proyectos de ahorro de energía eléctrica a nivel nacional, en los cuales se han demostrado los beneficios de implementar programas de ahorro de energía, alcanzando ahorros que van desde el 5% al 40% en la facturación eléctrica. La empresa realizó un convenio con

FIDE, para el financiamiento de hasta \$ 500.000.00, para el estudio y la implementación de las medidas de ahorro de energía.

■ Antecedentes

Envases Especializados de la Laguna se encuentra ubicada en Parque Industrial Lagunero en la Cd. de Gómez Palacios, Durango. La compañía pertenece al *Grupo Industrial Lagunero*.

La firma está dedicada a la elaboración de recipientes de cartón para envases de leche y jugos. La materia prima que utilizan para la fabricación de los recipientes son: cartón, polietileno en rollos y tintas para impresión. El tamaño de los envases son de tamaños diversos, según las necesidades del

mercado. La planta opera en tres turnos de 8 horas cada uno.

En el año de 1997 se tuvo una producción de 1,032,567.00 envases, y el consumo de energía para este mismo año fue de 7,108,056 kWh/año; el índice energético de producción para este año fue de 6.88 kWh por envase.

La tarifa en la que actualmente se factura, es la denominada como tarifa horaria para servicios generales en media tensión (H-M). En la tabla 1 se muestran los parámetros eléctricos promedio que se registraron en el periodo comprendido de enero a noviembre de 1997.



Tabla 1. Parámetros eléctricos promedio

PARAMETROS ELECTRICOS	PROMEDIOS MENSUALES
Demanda máxima en base (kW)	1,084
Demanda máxima en intermedia (kW)	1,200
Demanda máxima en punta (kW)	1,201
Demanda facturable (kW)	1,203
Consumo energía en base (kWh)	176,869
Consumo energía en intermedia (KWh)	355,267
Consumo energía en punta (KWh)	60,202
Consumo energía total (kWh)	592,338
Factor de potencia (%)	91.20

consumidores de energía, así como aquellas áreas que por su horas de operación, tienen una mayor participación en el consumo de energía, con lo cual se determinaron las áreas que representan los mayores potenciales para el ahorro de energía eléctrica.

Proceso

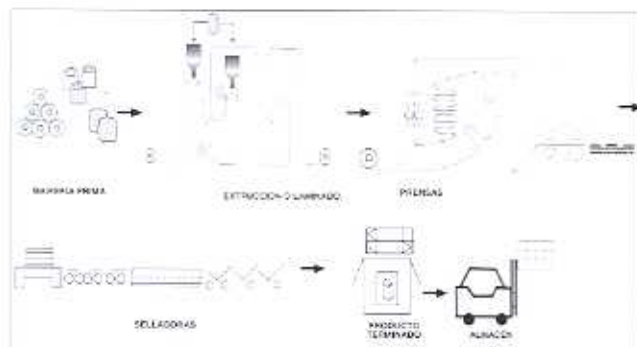
El proceso para la elaboración de los envases se divide en tres áreas: la primera es *extrusión y laminado*; en esta área se selecciona el cartón según su calidad y se adhiere una película de polietileno por ambas caras del cartón, después pasa por el área de impresión en donde se imprime la leyenda adecuada, posteriormente pasa al departa-

mento de sellado y empaque; aquí, el envase es sellado por un lado y empaquetado para el embarque. El proceso de producción se ilustra en la figura 1.

■ Metodología

A través de una serie de reuniones con el personal de la planta y la firma consultora durante el desarrollo del diagnóstico, se determinaron los principales equipos

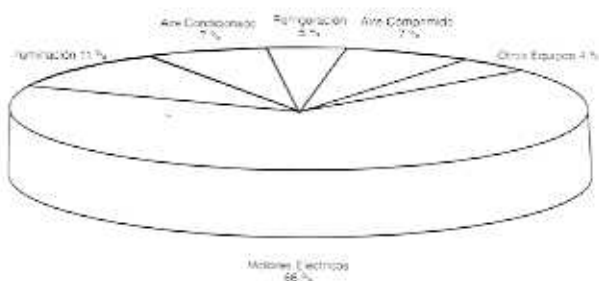
Figura 1. Proceso de Producción



■ Diagnóstico

El diagnóstico energético realizado, muestra la caracterización del uso de la energía eléctrica en las diferentes áreas de la planta, se encontró que la potencia demandada por cada área de la planta se distribuye de acuerdo con la figura 2 y tabla 1.

Figura 2. Participación de los Sistemas en la carga total



Por lo que se determinó que los sistemas de mayor importancia en demanda eléctrica son los motores, la refrigeración y el sistema de iluminación.

Tabla 2. Participación por el Sistema del consumo de Energía Anual y de la demanda Promedio Mensual.

SISTEMA (kW)	DEMANDA (%)		CONSUMO (kWh/mes)	(%)
Iluminación	132.00	11.0	53,310.42	9.0
Refrigeración	60.00	5.0	41,463.66	7.0
Aire acondicionado	84.00	7.0	23,693.52	4.0
Motores	840.00	70.0	444,253.50	75.0
Aire comprimido	84.00	7.0	29,616.90	5.0
TOTAL	1,200.00	100.0	592,338.00	100.0

■ AREAS DE OPORTUNIDAD

Iluminación

Mediante el levantamiento de información en la planta se encontró que el sistema de iluminación está compuesto por 172 luminarios de 2 por 110 Watts, de alta intensidad luminosa(HO).Estos luminarios se encuentran instalados dentro de las naves y en el alumbrado exterior. Dentro de la planta existen dos naves de extrucción y en cada una de ellas se desarrolla la misma actividad; estas naves cuentan con una longitud de 126 metros por 24 de ancho, el techo es curvo y la altura a la cual están instalados los luminarios es de 6.0 metros; la nave cuenta con un sembrado de láminas traslúcidas que permiten aprovechar en gran medida la luz natural del día. La potencia total instalada en esta área es de 45.41 kW.

Existen otras áreas denotadas como oficinas auxiliares, que incluyen algunos talleres y oficinas administrativas, ésta área tiene 31 luminarios de 2X75 W; tres de 2X39, seis de 4X39 y dos de 4X21, que suman una potencia de 7.40 kW.

Refrigeración

El sistema de refrigeración, cuenta con dos unidades enfriadoras de agua con compresores tipo reciprocantes; el agua fría generada por los sistemas es utilizada para el enfriamiento de las laminadoras, rodillos y gusa.

nos de las líneas de producción. La potencia medida en los dos equipos suma 135.5 kW. A la par de las mediciones eléctricas se realizaron mediciones de flujo y temperatura del agua y refrigerante, con lo que se determinó que los equipos presentan una relación de eficiencia muy baja.

Aire Acondicionado

El sistema de aire acondicionado en oficinas auxiliares está compuesto por tres lavadoras de aire, 15 MiniSplit, 4 unidades ventana y una unidad tipo paquete, con una potencia total de 85 kW. Las naves principales de las líneas de producción cuentan con 11 lavadoras de aire de una potencia de 5 HP cada uno.

Motores

El número de motores analizados fue de 164, con capacidad que va desde 1/6 hasta 250 HP, con una potencia total instalada de 916 kW; se encontró que el 70% de los motores trabajan con un factor de carga menor al 70% y con eficiencias menores al 80%.

Aire Comprimido

El sistema de aire comprimido está compuesto por un compresor de 30 HP tipo tornillo, un tanque de almacenamiento y una red de distribución; adicionalmente se encuentran conectados a la red tres compresores los cuales no operan, dos son compresores reciprocantes y el otro es tipo tornillo de las mismas características del primero.

El compresor trabaja a 7.5 Kg/cm², el aire es empleado en las máquinas de extrucción y laminado, las prensas y sella-

doras. Se detectó que el principal problema del sistema es que existen una gran cantidad de fugas y un gran desperdicio de aire comprimido.

Control de la Demanda

El control de la demanda se determinó con base en el análisis histórico de la demanda máxima que surgía en el horario punta, por lo que se propuso controlar 135.0 kW, considerando solamente equipos que no afecten directamente el proceso de producción, tal como los equipos de aire acondicionado, sistemas de iluminación y algunas prensas.

■ Medidas de Ahorro

La tabla 3 muestra las acciones de ahorro de energía que no requieren inversión, por lo que se consideran las más atractivas desde el punto de vista económico. De esto se puede ver que se obtienen ahorros de 0.51% y 3.74% en demanda y consumo respectivamente, con respecto a la facturación de toda la planta.



Tabla 3. Acciones de ahorro de energía sin inversión

MEDIDAS PARA AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	AHORRO EN DEMANDA (kW)	PORCENTAJE DEL AHORRO EN DEMANDA RESPECTO A LA PROMEDIO	AHORRO EN CONSUMO DE ENERGIA (kWh/año)	AHORRO ANUAL (\$/AÑO)	INVERSION	TIEMPO DE RECUPERACION SIMPLE (AÑOS)
SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO OPERAR COMPRESOR 7KG	0.97	0.08%	158,266.91	\$1,817.35	SIN INVERSION	INMEDIATA
SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO OPERAR COMPRESORES ATLAS C	5.22	0.43%	44,832.08	\$25,798.37	SIN INVERSION	INMEDIATA
SISTEMAS DE ILUMINACION APAGADO DE LUMINARIOS	0.00	0.00%	63,228.00	\$22,034.00	SIN INVERSION	INMEDIATA
Total	6.19	0.51%	266,126.99	\$49,649.72	SIN INVERSION	INMEDIATA

Motores

De los motores analizados, se determinó que en 33 motores es rentable el reemplazo por motores de alta eficiencia debido a que trabajan a baja carga y con eficiencias menores al 70%. El ahorro esperado en demanda será de 18.25 kW y 121,464.00 kWh en consumo al año.

Refrigeración

Para el sistema de refrigeración se determinó la factibilidad de reemplazar dos compresores que son del tipo recíprocante de 20 TR cada uno, por un equipo central con una

capacidad de 30 TR y con una eficiencia de operación mejor; con esta medida se espera tener un ahorro en demanda de 33.13 kW y en consumo de 239,376.00 kWh/año.

Aire Acondicionado

El sistema de aire acondicionado en oficinas se encontró que la mayor aportación de la carga térmica, se da a través del techo, por lo que se determinó que el aplicar pintura aislante y reflejante, se obtendrán ahorros en consumo de 30,348.00 kWh/año, esta acción no sólo se logrará ahorro de energía sino que se presentarán mejoras en el confort de las oficinas.



Iluminación

En los sistemas de iluminación se propuso el control de encendido y apagado de los sistemas, para eliminar los desperdicios de energía; además se propone reemplazar las lámparas de 110 Watts por aditivos metálicos de 250 Watts en el área de producción; para la zona de carga, lámparas de vapor de sodio en alta presión de 70 Watts; para el área de oficinas, lámparas de 2X75 W por lámparas de 2X60 y las de 39W por 32W, con esta propuesta de reemplazo se espera tener un ahorro en demanda de 46.15 kW y un ahorro en consumo anual de 280,716.00 kWh.

Aire Comprimido

Para el sistema de aire comprimido se propuso la eliminación de fugas, con lo cual se podrá reducir la presión de operación del compresor debido a que con la eliminación de fugas se reduce la caída de presión en la línea; adicionalmente a esta propuesta se recomienda el empleo de aceite sintético en los compresores y operar el compresor a una presión menor, con lo cual se tendría un ahorro total en demanda de 0.35 kW y 53,688.00 kWh/año en consumo.

Control de la Demanda

El control de la demanda será solamente en el horario punta, por lo que se propuso controlar 135.0 kW, considerando los equipos de aire acondicionado, sistemas de iluminación y algunas prensas, por lo que los ahorros por consumo de energía serán de 85,567.0 kWh/año.

A continuación se presenta un resumen de los ahorros esperados por las acciones propuestas.

Tabla 4. Ahorros de Energía Eléctrica

MEDIDA CORRECTIVA	Ahorro en potencia (kW/mes)	Porcentaje de ahorro en potencia	Ahorro en consumo (kWh/año)	Porcentaje de ahorro en consumo	Ahorro económico (\$/año)	Porcentaje de ahorro económico	Periodo de amortización (años)
Sist. de aire comprimido	0.35	0.03%	53,688	0.76%	\$21,473.52	0.74%	2.5
Control de la demanda	135.00	11.23%	85,567	1.20%	\$144,080.90	4.94%	1.7
Sist. electromotrices	18.25	1.52%	121,464	1.71%	\$49,033.20	1.68%	2.8
Sist. de iluminación	46.15	3.84%	280,716	3.95%	\$124,651.80	4.27%	2.9
Sist. de refrigeración	33.13	2.76%	239,376	3.37%	\$124,586.04	4.27%	3.3
Sist. de aire acondicionado	0.00	0.00%	30,348	0.43%	\$8,807.76	0.30%	6.9
TOTAL	232.88	19.38%	811,159	11.42%	\$472,633.22	16.20%	2.4

La tabla muestra un ahorro en demanda de 232.88 kW y en consumo al año de 811,159.00 kWh que corresponden del promedio total al 19.38% y 11.41% respectivamente.

■ Conclusiones

De los resultados se puede concluir que la mayoría de las acciones son rentables, a excepción del sistema de aire acondicionado, sin embargo, el tiempo de recuperación global del proyecto es de 2.5 años. Con la aplicación de las medidas de ahorro se tendrá un ahorro económico del 16.19% de la facturación promedio anual.