



■ Objetivo

Identificar e implementar medidas que permitan un ahorro y uso racional de la energía eléctrica en la planta de Barcel del Norte, S.A. de C.V., sin menoscabo en la producción ni en las condiciones de seguridad y confort de los empleados.

■ Introducción

El FIDE desde su fundación en 1990 y hasta 1997 ha realizado más de 500 proyectos de ahorro de energía eléctrica a nivel nacional en empresas de diferentes ramas industriales, en los cuales se han demostrado los beneficios de implementar programas de ahorro de energía, alcanzando ahorros que van del 5 al 40% en la facturación eléctrica de acuerdo con el tipo de medidas imple-

mentadas; cabe destacar que en ocasiones, las medidas de ahorro de energía se han llevado a efecto sin requerir inversión alguna.

Con el apoyo del FIDE, se introdujo un diagnóstico energético en las instalaciones de Barcel del Norte, S.A. de C.V., con la finalidad de analizar el grado tecnológico en cuanto a la maquinaria y procesos de gran intensidad energética, procurando efectuar recomendaciones sobre aquellas anomalías que impliquen dispendios, uso de tecnología o procesos obsoletos y así lograr un uso eficiente de la energía en forma inmediata y a mediano plazo. Lo anterior ha permitido a Barcel del Norte ser más eficiente y competitivo; por otra parte, los resultados se reflejan de forma inmediata y directa en dinero que la compañía ahorrará y podrá aprovechar en otras áreas.

■ Antecedentes

Barcel del Norte es una empresa del ramo alimenticio, pertenece al Grupo Industrial BIMBO y se ubica en el municipio de Gómez Palacio, Durango; dedicada a la elaboración de botanas a base de papa, harina de trigo y maíz. Cuenta con una planta laboral de 1,400 empleados, que trabajan 3 turnos. Los productos elaborados son los siguientes: papas fritas, papa casera, productos de maíz, chicharrón, quechitos, cacahuete estilo japonés, cacahuete frito, churritos, crunchers, palomitas acarameladas y con chile.

Características relevantes de la empresa durante 1996

Tarifa	H-M
Demanda facturable	670 kWh/mes
Consumo	3,300 GWh/año
Facturación eléctrica	\$1,210,368/año
Producción:	11,384,424 Toneladas/año

■ Metodología

A través de las visitas, reuniones y entrevistas entre el personal de la empresa y la firma consultora durante el tiempo que se desa-



rolló el diagnóstico de ahorro de energía eléctrica, se enfocaron las principales cargas eléctricas, así como aquellas en las cuales por su intensidad de uso lo justificara, todo con el fin de efectuar una evaluación de la operación de la empresa y analizar las áreas que representan los mayores potenciales y alcanzar el objetivo deseado.

Las áreas de oportunidad para el ahorro de energía eléctrica, se identifican a partir de las observaciones y mediciones en los diferentes sistemas de consumo y a través de la experiencia del consultor.

Perfil de la planta

a) Energético

Electricidad	293,794 kWh/mes	14.9%
Combustibles	1,677,172 kWh/mes	85.1%
TOTAL	1,970,966 kWh/mes	100.0%

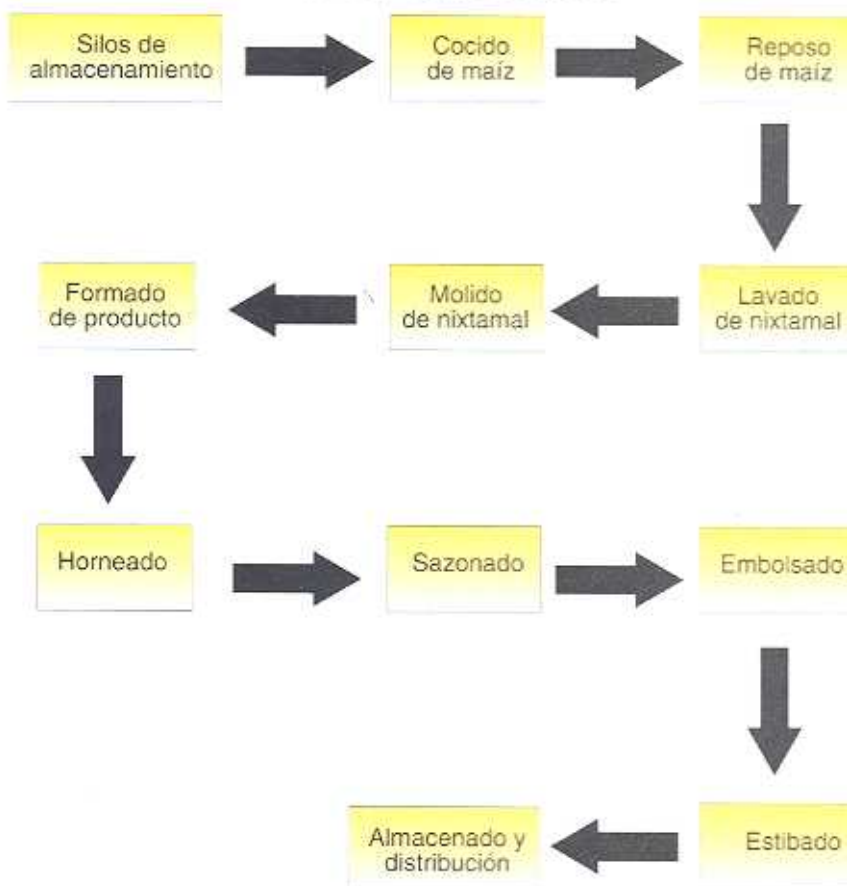
b) Económico

Electricidad	100,864 \$/mes	48.8%
Combustibles	105,994 \$/mes	51.2%
TOTAL	206,858 \$/mes	100.0%

■ Proceso

A manera de representación se describirá el proceso de producción de la línea de productos de maíz. El maíz al ser surtido es manipulado de manera mecánica a los silos de almacenamiento; luego es limpiado y conducido a los cazos de cocimiento, una vez cocido, se traslada a los tanques de reposo para darle el tratamiento nixtamalizado. De ahí es llevado al elevador de maíz, donde se le extrae la celulosa y el almidón. El nixtamal ya limpio, se muele y se le da la forma comercial. Posteriormente se pasa a un horno secador, después pasa la tortilla al freidor, luego es sazonada y finalmente, embolsada.

DIAGRAMA DE FLUJO PRODUCTOS DE MAÍZ



especial al momento de freír la papa. Durante el almacenamiento, la papa atraviesa por un proceso de curación en el cual el almidón se convierte en azúcar que favorece el freído. Desde el punto de vista energético, al permitir la maduración a temperaturas cercanas al ambiente, la papa se frie desde una temperatura cercana a los 23°C, en vez de los 4°C anteriores al salir de la cámara de conservación y el beneficio es en un menor uso de energía térmica para el freído.

b) *Uso de motores a gas natural*

El sustituir los motores eléctricos del sistema de aire acondicionado por motores de combustión interna a gas natural, resulta factible para Barcel del Norte, ya que dispone del combustible, con la ventaja adicional de un bajo nivel de contaminantes y con un calor residual que se puede aprovechar para calentar agua o aire de combustión.

c) *Uso de la planta de emergencia para generar energía eléctrica en horario punta*

Resulta atractiva la operación de la planta de emergencia sólo durante el horario punta, ya que el precio de la energía en este horario es equiparable con los costos de generación con la planta de emergencia y como la empresa cuenta con suministro de gas natural, por lo tanto es rentable hacer la conversión de la planta de emergencia existente de diesel a gas

■ Áreas de oportunidad

Como resultado del diagnóstico energético de ahorro de energía, se detectaron las siguientes áreas de oportunidad:

a) *Optimización del proceso de freído de papa*

A la fecha, algunas cadenas de alimentos rápidos han invertido mucho dinero en la investigación y el desarrollo de tecnología y procesos, con el fin de estandarizar la calidad de los alimentos que venden. El cultivo y posteriormente el almacenamiento juegan un papel determinante en las características finales del producto, en

natural; por otra parte, en el caso de Barcel la planta de emergencia a pesar de tener 14 años de instalada, se ha utilizado menos de 500 hrs., por lo cual prácticamente se encuentra nueva.

d) *Pre calentamiento del aire de combustión*

En los países europeos es común el uso de recuperadores de calor residual; en ocasiones esta práctica ha propiciado ahorros cercanos al 12% sobre el consumo total de combustibles, en donde la temperatura del aire de combustión se puede incrementar hasta 300°C, considerando que a mayor temperatura, menor será el consumo de energéticos.

e) *Instalación de un filtro de agua en el proceso de blanchado de papa*

En el proceso de blanchado de la papa se elimina el almidón para lograr una apariencia aceptable final del producto, en el cual se utiliza vapor y agua caliente que se puede reciclar para optimizar el proceso mediante la instalación de un filtro de carbón activado, permitiendo así el ahorro del vital líquido, así como el consumo de gas natural partiendo de que el agua desechada contiene un alto contenido de energía térmica.

f) *Uso de aditivo antifriccionante para compresores de refrigeración*

El sistema de refrigeración está equipado con compresores reciprocantes que por su naturaleza tienen componentes sujetos a fricción, dichas pérdidas por fricción son susceptibles de reducción con la incorporación de aditivo al aceite.

g) *Optimización del funcionamiento de los equipos de aire acondicionado*

Debido a las condiciones climatológicas preponderantes y extremas a lo largo del año en Gómez Palacio, Durango, presentadas en la tabla 1, se comprueba lo atractivo de aplicar aislamiento sobre la envolvente y de esta manera reducir la ganancia térmica del exterior durante la época de calor y evitar perderla en época de frío.

Tabla 1

Temperatura máxima extrema al año:	47°C
Temperatura promedio máxima al año:	31°C
Temperatura máxima de diseño:	39°C
Temperatura mínima extrema al año:	-10°C
Temperatura mínima máxima al año:	11°C
Temperatura mínima de diseño:	0.3°C
Humedad relativa:	48%

h) *Instalación de recuperadores de calor exhausto en chimeneas de calderas*

En la chimenea de cada caldera de Barcel del Norte, existe un flujo de aire caliente del orden de los 1,400 m³/h a más de 250°C, del cual se puede aprovechar su energía para calentar agua de proceso y baños o para precalentar el aire de combustión.

i) *Optimización del uso del aire comprimido*

Entre las causas más comunes de desperdicio de aire comprimido se encuentran las fugas y las maniobras de limpieza con el mismo, que pueden resolverse mediante un programa adecuado de mantenimiento y de concientización, respectivamente. Por otra parte, la instalación se puede optimizar con la formación de anillos cerrados, que per-

mitan reducir las caídas de presión en el sistema y con ello, poder trabajar a menor presión la descarga de los compresores y de relación de compresión, por lo tanto, el compresor demandará menor potencia al freno del motor.

j) Ajustar temperatura en cámaras frías

La empresa cuenta con tres cámaras de refrigeración para la conservación de la papa y están intercomunicadas con libre paso entre ellas, por tal motivo se plantea la estrategia de mantener una sola cámara con la papa que será almacenada por un periodo largo a una temperatura de 11°C y humedad relativa de 85%, las otras dos cámaras se pueden programar para manejar el producto que se va a utilizar en fecha próxima y operar a 19°C, obteniendo con ello una reducción considerable en la carga de enfriamiento del sistema. Esta propuesta surge debido a que la empresa almacena la papa en los corredores, para incrementar la temperatura antes de ingresarla a la línea de producción, con lo cual se obtiene un doble beneficio al lograr mejores condiciones en la producción y un menor uso de energía al freír la papa desde una temperatura mayor.

k) Aislamiento térmico en el equipo de proceso

Debido a que en la empresa es utilizada la energía térmica en forma intensiva en varias etapas del proceso -para incrementar la temperatura del aceite y freír los productos o calentar agua- se puede reducir el consumo de combustibles por medio del aislamiento a las marmitas de cocción del maíz y los freidores y reducir así la transferencia de calor de estos dispositivos al ambiente.

l) Eliminar infiltraciones en cámaras frías

El intercambio de masa/energía por las juntas de construcción y otros espacios en las cámaras de refrigeración, están en forma directamente proporcional al área de la abertura y al gradiente de temperatura entre el cuarto frío y el medio circundante, por lo cual surge la necesidad de sellar todos aquellos puntos de infiltración, así se evitan las pérdidas de energía por aire frío hacia el exterior y la ganancia térmica por aire caliente hacia el interior.

m) Aislamiento del techo de oficinas

El techo de algunas áreas es de concreto armado, material altamente absorbente de calor con un coeficiente alto de conductividad térmica. Las áreas están equipadas con unidades de aire lavado; al aislar un local con este tipo de acondicionador, no hay ahorro de energía, sino más bien, brinda mejores condiciones de confort para sus ocupantes, lo cual mejora la productividad de los empleados.

n) Equipo para reducir la temperatura de condensación

En las regiones de clima cálido/seco como la ciudad de Gómez Palacio, Durango, es propicio el uso del enfriamiento evaporativo, el cual se puede aprovechar para reducir el consumo de energía eléctrica en los sistemas de aire acondicionado por compresión, mediante el descenso de temperatura del aire que se utiliza para el enfriamiento del refrigerante en el condensador y de esta forma, reducir la presión de descarga del compresor y por consiguiente, la relación de compresión para abatir a su vez el consumo

de energía eléctrica al incrementarse la eficiencia volumétrica del compresor.

o) Ciclo economizador en unidades de refrigeración

Para eficientar los sistemas de refrigeración existe en el mercado un dispositivo que realiza las funciones de un ciclo economizador, que crea un intercambio de energía entre la línea de succión del compresor y la de líquido, para incrementar el efecto refrigerante del sistema, con la misma potencia al freno, lo que permite que el equipo funcione menos tiempo para alcanzar las condiciones de servicio deseadas.

p) Instalación de filtros de rayos infrarrojos en ventanas

Debido a la orientación de una sección de las instalaciones, la carga térmica por incidencia de radiación solar en ventanas, resulta considerable debido a la gran canti-

dad de vidrio instalado, lo que provoca una gran carga térmica al sistema de aire acondicionado. Para reducirla, existen varias alternativas, entre las cuales se sugiere la instalación de película reflectiva a radiación de espectro infrarrojo, que permite eliminar hasta el 77% de la carga térmica debida a este concepto.

q) Control de demanda

De acuerdo con las características del perfil de demanda, resulta atractiva la implementación de un control de demanda para ciertas cargas que no alteran el proceso de producción, las cuales se seleccionaron bajo un minucioso estudio de causa/efecto. El control mantendrá a un nivel tope la demanda máxima en cada horario -punta, base e intermedia-, sin perjuicio de la producción.

En la tabla 2, se presentan los potenciales de ahorro en energía y económicos de las medidas antes descritas.

Tabla 2

Medida	Ahorro			Inversión (S)	Periodo de amortización (años)
	kW	kWh/año	S año		
a	-	-	-	-	-
b	27	173,988	7,446	42,300	5.68
c	-	772,000	205,682	523,721	2.55
d	-	-	111,472	264,146	2.37
e	-	-	2,735	12,627	4.62
f	-	10,555	2,936	8,512	2.90
g	-	2,190	610	6,653	10.91
h	-	-	21,581	42,424	1.97
i	-	29,004	8,066	30,200	3.74
j	-	18,989	5,281	-	INMEDIATO
k	-	-	1,001	6,123	6.12
l	-	8,624	2,398	8,512	3.55
m	-	2,847	792	8,374	10.57
n	-	8,590	2,389	8,093	3.39
o	-	135,300	37,620	35,520	0.94
p	-	2,913	810	1,728	2.13
TOTAL	27	1,165,000	410,819	998,933	2.43

Como se aprecia en la tabla 2, el ahorro en demanda es del 6.9%; en consumo del 35.5% y facturación del 33.9%, lo cual permite obtener ahorros considerables.

■ Medidas de ahorro

Del total de áreas de oportunidad determinadas a través del diagnóstico energético en Barcel del Norte, la empresa decidió aplicar 6 medidas con el apoyo financiero del FIDE y con recursos propios

1. Subenfriamiento en el ciclo de refrigeración

Se instaló un dispositivo de subenfriamiento -en la línea de líquido- en el sistema de las cámaras de refrigeración, ya que cerca del 30% de la energía consumida por la planta se realiza a través de éstas. Con lo anterior se logró una mejor eficiencia en el ciclo de operación, al trabajar el compresor con una relación de compresión menor y con el consecuente ahorro por consumo, al producir el mismo efecto refrigerante total con menor tiempo de operación.

2. Reducción de la carga térmica de oficinas por medio de la instalación de un filtro de rayos infrarrojos

A través de la instalación de un filtro de rayos infrarrojos en las ventanas de las oficinas y sala de capacitación, se logró reducir la ganancia térmica por radiación solar a tra-

vés de las ventanas debido a la orientación del edificio.

3. Enfriador de aire de condensación

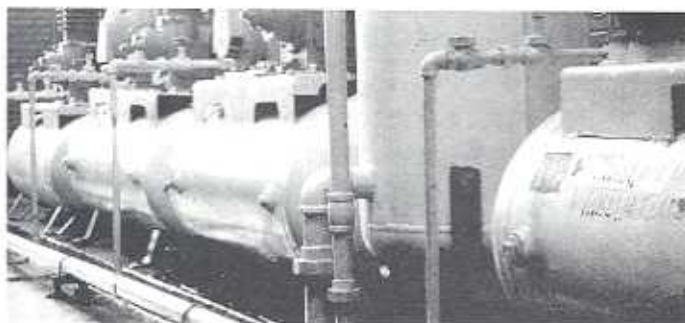
Debido a las condiciones climatológicas del tipo semidesértico de la zona y con una humedad relativa baja, se puede aprovechar el enfriamiento evaporativo del aire que se utiliza en el sistema de condensación, logrando con esto temperaturas de condensación más bajas y consecuentemente, una relación de compresión menor, es decir, menor demanda de energía por el compresor al motor.

4. Reducción de infiltraciones a las cámaras de refrigeración

La ganancia térmica debida a las infiltraciones es directamente proporcional al área de acceso y al gradiente de temperatura entre el interior de la cámara y el medio. Como el gradiente de temperatura no se puede modificar para reducir la carga térmica, se bloquearon todos aquellos puntos de infiltración, logrando con esto ahorros representativos.

5. Optimización del aire comprimido

Se procedió a remodelar la red de aire comprimido, que de acuerdo con los consejos de los fabricantes de compresores de aire, el circuito de distribución debe ser del tipo de "anillo cerrado", con la finalidad de ofrecer la cantidad correcta así como la presión y calidad adecuada al menor costo posible. En contraste en las líneas de trayectorias abiertas, las caídas de presión suelen ser mucho mayores. En la figura 1 se muestra un ejemplo de construcción de una red de aire comprimido sugerida por fabricantes de compresores.



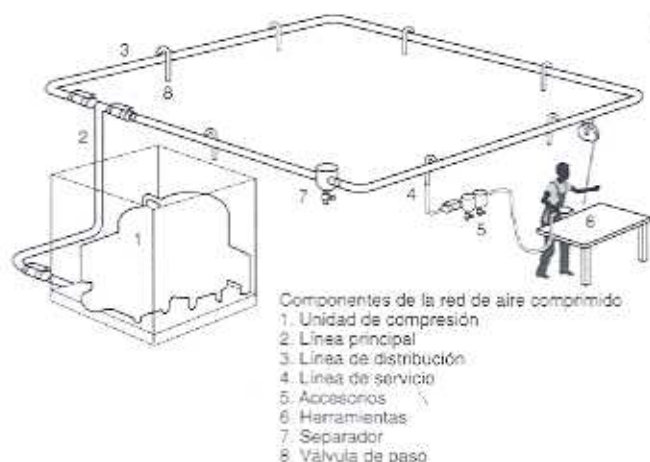


Figura 1

6. Motores de alta eficiencia

Se procedió al reemplazo de motores estándar con factor de carga inferior al 40%, por motores de menor capacidad con alta eficiencia, ya que los motores estándar pierden mucha eficiencia, cuando trabajan por debajo del 75% de carga.

■ Conclusiones

Con los ahorros alcanzados en este proyecto, se demuestra una vez más la rentabilidad de invertir en medidas de ahorro de energía eléctrica, aún cuando la empresa no se haya decidido por aplicar todas las medidas recomendadas con un periodo de recuperación atractivo.



FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
León Tolstói No. 22, 4° piso, Col. Anzures, México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 545 27 57

RESULTADO DE LAS MEDIDAS IMPLEMENTADAS

Descripción del tipo de medida	Ahorro en consumo de energía eléctrica (kWh/año) (%)	Ahorro en la demanda máxima (kW) (%)	Ahorro en facturación (\$/año) (%)	Inversión requerida (\$)	Periodo de recuperación (años)
Uso de ciclo economizador	135,300 (4.04%)	15.44 (2.3%)	\$ 43,263 (3.57%)	\$ 40,848.00	0.9
Instalación de filtros de rayos infrarrojos	2,913 (0.08%)	0 (0%)	\$ 466 (0.04%)	\$ 1,987.20	4.3
Eliminación de infiltraciones en cámaras de refrigeración	8,524 (0.26%)	0.99 (0.15%)	\$ 6,818 (0.56%)	\$ 9,788.80	1.4
Instalación de un pre-enfriador de aire de condensación	8,590 (0.25%)	1.32 (0.2%)	\$ 2,061 (0.17%)	\$ 10,238.45	4.9
Optimización de la red de distribución de aire comprimido	29,004 (0.87%)	3.31 (0.5%)	\$ 9,276 (0.77%)	\$ 34,730.00	3.7
Instalación de motores de alta eficiencia	45,586 (1.36%)	7.99 (1.2%)	\$ 19,650 (1.62%)	\$ 76,942.25	3.9
Total	229,915 (6.87%)	29.05 (4.4%)	\$ 81,534 (6.74%)	\$ 174,534.70	2.1