



■ Antecedentes.

El Centro Comercial Chedraui está ubicado en Plaza de Las Américas, Boca del Río, Ver., siendo uno de los nuevos centros comerciales de la cadena Chedraui ; abrió sus puertas al público en octubre de 1992. Está considerado como tienda de autoservicio de descuento, ofreciendo una gran variedad de artículos y servicios, tales como : abarrotes, ferretería, hogar, ropa, fotografía, panadería, salchichonería, lácteos, discos, etc.

La energía eléctrica que se consume en la tienda, es suministrada a través de tres transformadores de 500 kVA c/u , los cuales a su vez alimentan a tres tableros generales ; dos de ellos se utilizan principalmente para el aire acondicionado y los equipos de refrigeración y el tercero se utiliza básicamente para el alumbrado general.

El horario normal de la tienda es de 8 :00 a 21 :00 horas y es coincidente con el uso de los equipos de iluminación y de acondicionamiento ambiental.

■ Características del consumo.

Al servicio de energía eléctrica se le aplica la tarifa OM de la Región Sur, mediana tensión ordinaria menor a 1,000 kW . En el cuadro No 1 se muestra la información de las facturas por energía eléctrica de octubre de 1992 a octubre de 1993, en donde se puede observar que el promedio mensual fue de 296,492 kWh en el consumo, 769 kW en la demanda y \$65,798.00 en el importe, resultando un precio medio de 0.2226 \$/kWh.

**CUADRO No1.
CARACTERISTICAS DEL SERVICIO ELECTRICO.**

MES	PERIODO 1992-1993			
	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	IMPORTE (\$)	PRECIO MEDIO (\$/kWh)
OCTUBRE	768	266,400	63,131.00	0.2369
NOVIEMBRE	780	295,200	67,785.00	0.2296
DICIEMBRE	720	285,600	68,283.00	0.2391
ENERO	684	266,400	61,515.00	0.2309
FEBRERO	692	276,000	58,368.00	0.2114
MARZO	778	259,200	59,000.00	0.2276
ABRIL	898	304,800	71,784.00	0.2355
MAYO	888	369,600	78,853.00	0.2133
JUNIO	860	384,000	80,974.00	0.2108
JULIO	816	340,800	73,882.00	0.2167
AGOSTO	687	276,000	57,589.00	0.2086
SEPTIEMBRE	656	292,800	59,246.00	0.2023
OCTUBRE	768	237,600	54,965.00	0.2313
PROMEDIO	769	296,492	65,798.46	0.2226

tienda y un pequeño módulo paquete para el área de oficinas. El aire acondicionado está dividido básicamente en 3 circuitos : el de la unidad enfriadora de agua (UEA ó Chiller), el de la tubería de distribución de agua helada y por último se tiene la unidad manejadora de aire (UMA).

• **Unidad enfriadora de agua (UEA O CHILLER).**

Los Chiller se encuentran localizados en la azotea de la tienda ; son 2 unidades y cada una cuenta con 2 circuitos independientes de

refrigeración, integrados por 4 compresores recíprocos de 6 pistones, impulsados por motores de 40 HP y un condensador enfriado por ventiladores.

• **Tubería de distribución de agua helada.**

Físicamente es un circuito de tuberías por el cual circula el agua que sirve de medio de transporte para absorber el calor del aire que entra a la UMA. El circuito de agua helada

cede calor en la unidad enfriadora de agua, para posteriormente tomar calor de aire de la manejadora y completar el ciclo. El flujo total de agua en el circuito, es de 480 galones por minuto, impulsado por una motobomba de 10 HP. En general las condiciones físicas del circuito

de agua helada fueron catalogadas como buenas y la mayoría del aislamiento se encuentra en buenas condiciones, con excepción de las conexiones al intercambiador, las cuales se encuentran un poco dañadas.

■ **Diagnóstico.**

Con la finalidad de conocer el potencial de ahorro de energía eléctrica, una firma consultora realizó el diagnóstico correspondiente, del cual se pudo concluir que la carga principal estaba conformada por el sistema de acondicionamiento ambiental, según se observa en el cuadro No 2.

**CUADRO No 2.
DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA INSTALADA.**

TIPO DE CARGA	CARGA INSTALADA kW	PORCENTAJE %
AIRE ACONDICIONADO	523	56.0
REFRIGERACION	155	16.6
ILUMINACION	143	15.3
OTROS	113	12.1
TOTAL	934	100.0

• **Sistema de acondicionamiento ambiental.**

El Centro Comercial cuenta con 2 equipos de aire acondicionado para el servicio de la

• **Unidad manejadora del aire (UMA).**

Las manejadoras del lado oeste 1 y 2, se encargan de suministrar aire frío a la parte menos caliente de la tienda: carnicería, pescadería, frutas y verduras, artículos para el hogar, etc. Las manejadoras del lado este, 3 y 4 se encargan de suministrar aire frío a la parte más caliente de la tienda: tortillería, rosticería, panadería, comida preparada, etc. Las UMA constan básicamente de un intercambiador líquido-aire y un ventilador movido por un motor de 20 HP.

Se detectaron esencialmente dos defectos: el primero consistió en el hecho de que en el lado este de las manejadoras (entre la pared del cuarto de las manejadoras y la pared este de la tienda), existía un pasaje de aire que comunicaba al área de bodegas con el pasaje de retorno de aire a manejadoras, formado entre las paredes de la tienda y los plafones del área de ventas, lo que produce el calentamiento del aire de reposición que de por sí es excesivo. Este fenómeno reduce la eficiencia por razón natural de que el aire de retorno, en este caso, contiene una temperatura menor que el aire de entrada.

El segundo defecto detectado, fue el hecho de que en la manejadora 3, la mitad del conducto de entrada del aire al ventilador estaba obstruida por una lámina que se encontraba atornillada al mismo.

• **Sistema de iluminación.**

La tienda cuenta con 86 domos, los cuales le proporcionan iluminación natural; el sistema de iluminación consta de 246 lámparas de aditivos metálicos de 440W c/u, instaladas a una altura de 5.40 y 5.10 metros.

Las mediciones correspondientes, para el registro de datos, se obtuvieron bajo diferentes condiciones de iluminación natural y artificial con fines comparativos, y buscando alternativas de ahorro de energía.

Caso 1: Estando todos los luminarios encendidos, excepto los 25 luminarios de emergencia, contando con luz de día. La hora a la que se realizó este levantamiento fue a las 11 :00 horas con día despejado.

Caso 2: Con sólo el 43.5% del total de los luminarios encendidos y contando con iluminación natural, que entra por los domos. La hora en que se tomaron las mediciones fue a las 13 :00 horas (cielo despejado).

Caso 3: Con el 100% de los luminarios encendidos, careciendo de luz natural. La hora a la que se llevaron a cabo las mediciones fue a las 20 :30 horas.

Los promedios de niveles obtenidos en los casos anteriores, se presentan el cuadro No 3 :

**CUADRO No 3.
NIVELES DE ILUMINACIÓN PROMEDIO.**

ZONA	CASO 1 LUXES	CASO 2 LUXES	CASO 3 LUXES
PROMEDIO GENERAL	1,721	1,132	674

Para este tipo de tiendas los niveles de iluminación recomendados por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación de Norte América (IESNA), son de 500 a 1,000 Lux, por lo cual se encontró que los niveles obtenidos en el caso 1 con luz natural y el 90% de luminarios encendidos están arriba de lo requerido, existiendo la alternativa de poder disminuir a 1132 Luxes, que se obtiene en el caso 2 con sólo el 43.5% de luminarios

encendidos. Los niveles registrados en el caso 3, de 674 Luxes, también se encuentran en el rango recomendado por IESNA.

A partir del análisis y evaluación del diagnóstico, la firma de consultoría detectó las opciones de ahorro de energía eléctrica que se enlistan a continuación :

- I. Aumentar la temperatura de entrada de aire a las manejadoras.
- II. Optimizar el uso de la iluminación natural en el área de ventas.
- III. Controlar adecuadamente la iluminación artificial en cámaras frigoríficas y cuartos de manejadoras.
- IV. Minimizar el volumen de aire exterior para la reposición de las manejadoras.
- V. Adaptar variadores de frecuencia a los motores existentes en las unidades manejadoras de aire.

■ Acciones correctivas.

1. Unidad manejadoras de aire (UMA).

Se elevó y mantuvo la temperatura de los termostatos de las manejadoras, de 22°C a 25°C, mediante el ajuste del set point a 25°C, lográndose con esto que la temperatura del área de ventas estuviera entre los 24 y 24.5°C, considerada como temperatura dentro del rango de confort.

2. Iluminación área de ventas.

Se instaló un equipo de control automático para mantener apagadas las luminarias antes de abrir la tienda y encender solamente el 43% de los luminarios a partir de la 13:00 horas, aprove-

chando así la luz natural. Con este sistema de control, se logró mantener en servicio únicamente la iluminación necesaria para seguridad durante las horas nocturnas en las cuales la tienda permanece cerrada.

Lo anterior implicó desarrollar trabajos complementarios como canalizaciones, cableado de comunicaciones, montajes de gabinetes de control y paneles de alumbrado, instalación de sensores de luminosidad, conexión a equipos, realización de pruebas finales y un curso de capacitación.

3. Iluminación en cámaras frigoríficas.

Se instalaron interruptores de puerta para que el encendido de los luminarios en las cámaras frigoríficas, se produzca sólo cuando sea necesario. La misma acción se dió en las instalaciones de las manejadoras de aire.

4. Aire exterior de reposición.

Para minimizar el aire exterior de reposición, se instaló un sistema de control automático de compuertas de aluminio de hojas opues-



tas, accionadas por un modutrol y un sensor, para el suministro de aire de reposición a las manejadoras de aire.

Si el sensor detecta que la temperatura del aire de retorno es menor a la temperatura del exterior manda la señal al modutrol y cierra automáticamente la compuerta del aire del exterior, y abre la compuerta del aire de retorno, de tal manera, que ésta circulando el aire de retorno hasta que es necesario un cambio de aire, se cierra la compuerta del aire de retorno y se abre la del exterior para el suministro de aire nuevo.

5. Motores.

Se instalaron variadores de frecuencia, con sus correspondientes sensores, en los motores de cada una de las 4 unidades manejadoras de aire (UMA). La función del variador de frecuencia es adecuar la velocidad del

motor del ventilador a las necesidades térmicas del piso de ventas.

Resultados.

A partir de noviembre de 1994 se inició el proceso de evaluación de los resultados alcanzados, en base a las facturaciones de energía eléctrica posteriores a la conclusión de los trabajos.

Después de haber analizado dichas facturaciones durante los meses de noviembre y diciembre de 1994 y enero y febrero de 1995, con respecto a los mismos meses de 1992 y 1993, se determinaron ahorros mensuales de 94 kW en la demanda, de 41,400 kWh en el consumo y de \$10,400.75 en el importe, de acuerdo con lo que se muestra en el cuadro No 4.

**CUADRO No 4.
AHORROS COMPROBADOS.**

PERIODO	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$
NOV 92	780	295,200	67,785.00
NOV 94	646	266,400	56,156.00
AHORRO	134	28,800	11,629.00
DIC 92	720	285,600	68,283.00
DIC 94	656	235,200	52,000.00
AHORRO	64	50,400	16,283.00
ENE 93	684	266,400	61,515.00
ENE 95	576	237,600	52,731.00
AHORRO	108	28,800	8,784.00
FEB 93	692	276,000	58,368.00
FEB 95	623	218,400	53,461.00
AHORRO	69	57,600	4,907.00
AHORRO PROMEDIO MENSUAL	94	41,400	10,401.00

Los beneficios que se obtuvieron con el proyecto, se pueden sintetizar en el cuadro No 5.

CUADRO No 5.
RESULTADOS DEL PROYECTO.

CONCEPTO	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			ABSOLUTO	%
DEMANDA (kW)	719	625	94	13.1
CONSUMO MENSUAL(kWh)	280,800	239,400	41,400	14.7
IMPORTE MENSUAL(\$)	63,987.75	53,587.00	10,400.75	16.2
PRECIO MEDIO(\$/kWh)	0.227	0.224		
IMPORTE ANUAL(\$)	767,853.00	643,044.00	124,809.00	16.2
INVERSION = \$208,497.30		RECUPERACIÓN =1.67 AÑOS		

Conclusiones.

1. Centro Comercial Chedraui fue la primera tienda en donde se experimentó controlar automáticamente la operación de los sistemas de iluminación y de acondicionamiento ambiental.

2. Al apagar aproximadamente el 55% del total de luminarios, durante las horas en que la iluminación natural a través de los domos es suficiente, se obtienen ahorros de energía sin menoscabo de los niveles de iluminación, garantizando un confort visual a los clientes.

3. Se comprobó que es posible obtener ahorros, modificando las condiciones de temperatura sin necesidad de desarrollar trabajos para evitar ganancias de calor. Esto se debe a la costumbre generalizada de mantener el establecimiento con una temperatura por debajo del nivel de confort, lo cual se hace con la expectativa, no muy razonada, de aumentar la clientela.

4. En climas cálidos debe tenerse especial cuidado en no sobrepasar el volumen del

aire de reposición, ya que éste es más caliente que el de desecho.

5. El empleo de variadores de frecuencia en los motores eléctricos de la manejadoras de aire, permite una operación racional con el consiguiente ahorro de energía eléctrica.

6. La tecnología de punta aplicada en la tienda responde a las necesidades, según fórmula operativa de la misma, para lograr el confort que el cliente requiere.

7. Para conocer mejor las oportunidades de ahorro, es conveniente que personal especializado desarrolle un diagnóstico de las cargas más importantes que, en el caso de Chedraui, resultaron ser las de acondicionamiento ambiental, refrigeración e iluminación.

8. El hecho de que la inversión se haya recuperado en menos de 2 años con los ahorros, es un indicio importante de los potenciales de ahorro que existen en otros establecimientos similares, a los cuales el FIDE también puede apoyar con financiamientos reembolsables sin intereses.