



### ■ ANTECEDENTES

Boliches AMF es una cadena constituida por ocho establecimientos localizados en distintos lugares de la República Mexicana. El "Bol Obispado" está ubicado en la calle de Hidalgo Pte. No. 2700, Col. Jardín Obispado, en la ciudad de Monterrey, N.L. Cuenta con un área total aproximada de 4,800 m<sup>2</sup> repartidos en dos niveles con 32 pistas de juego, una zona de jugadores, una cocina, un bar, cuartos de limpieza, estacionamiento para clientes, áreas de servicio formadas por oficinas y cuartos de máquinas

Durante el período de noviembre de 1994 a abril de 1995, presentó los siguientes valores promedio men-

suales: 181 kW en la demanda, 59,508 kWh en el consumo y \$14,447.00 en el importe, con un precio medio de la energía de 0.2435 \$/kWh, como se aprecia a continuación:



PERIODO	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	IMPORTE (\$)	P.M. (\$/kWh)
Nov-94	197	72,000	16,160.00	0.2244
Dic-94	197	43,850	11,184.00	0.2551
Ene-95	170	49,800	11,598.00	0.2329
Feb-95	159	52,200	12,608.00	0.2415
Mar-95	168	51,600	13,089.00	0.2537
Abr-95	197	87,600	22,223.00	0.2537
<b>PROMEDIO</b>	<b>181</b>	<b>59,508</b>	<b>14,477.00</b>	<b>0.2435</b>

## DIAGNOSTICO

De acuerdo con el levantamiento y mediciones efectuadas por una firma consultora, se pudo establecer la siguiente distribución de cargas:

SISTEMA	CARGA INSTALADA	
	kW	%
ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL	143.2	57.2
MOTORES	53.0	21.2
ILUMINACION	45.9	18.3
OTRAS CARGAS	8.3	3.3
<b>TOTAL</b>	<b>250.4</b>	<b>100.0</b>

El acondicionamiento ambiental representaba la carga más importante, lo cual es explicable debido a la zona de clima cálido en

EQUIPO	CAPACIDAD UNITARIA TR	EFICIENCIA (kW/TR)	CARGA UNITARIA (kW) 1/	NUMERO	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA TOTAL (kW) 2/	CONSUMO MENSUAL (kWh) 3/
Unidad tipo paquete	20.0	0.942	18.84	4	80.0	75.36	31,651
Unidad tipo dividido	30.0	0.920	27.60	1	30.0	27.60	11,592
Unidad tipo dividido	20.0	1.007	20.14	2	40.0	40.28	16,918
<b>Total</b>					<b>150.0</b>	<b>143.2</b>	<b>60,161</b>

1/ Considerando la carga del compresor, el evaporador y el condensador.

2/ Considerando un factor de diversidad de 1.0.

3/ Considerando 420 horas mensuales de utilización.



que se ubica el inmueble y al confort requerido en un establecimiento de su categoría.

Aunque el rubro de motores ocupaba el segundo lugar en cuanto a carga conectada, la firma consultora estimó que el potencial de ahorro era limitado debido a las condiciones operativas en cuanto a eficiencia y tiempos de operación.

El sistema de iluminación representaba el 18.3 % de la carga total y estaba conformado en su totalidad por equipos convencionales de baja eficiencia. Por lo tanto, los sistemas de acondicionamiento ambiental y de iluminación ofrecían las mejores oportunidades de ahorro.

### *Sistema de acondicionamiento ambiental.*

Este sistema se compone de unidades tipo dividido y paquete cuyas características se detallan enseguida:

### *Iluminación*

Predominaban lámparas lineales T-12 de 75 y 40 W con balastos electromagnéticos convencionales, y en menor cantidad lámparas lineales T-12 de 20 y 55 W; se encontraron también lámparas incandescentes de 75 y 500 W, en las siguientes proporciones:

TIPO DE LUMINARIO	CARGA UNITARIA (W)	NUMERO	DEMANDA TOTAL (kW) <sup>1/</sup>	HORAS DE USO	CONSUMO MENSUAL (kWh)
2X75 W Fluorescente T-12	180	145	26.10	360	9,396
1X75 W Fluorescente T-12	97	27	2.62	360	943
2X40 W Fluorescente T-12	95	6	0.57	450	257
1X20 W Fluorescente T-12	33	9	0.30	360	107
2X55 W Fluorescente T-12	150	1	0.15	420	63
2X20 W Fluorescente T-12	58	2	0.12	420	49
500 W Halógeno	560	16	8.96	360	3,226
75 W Incandescente	75	95	7.13	360	2,565
<b>Total</b>		<b>301</b>	<b>45.9</b>		<b>16,605</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.

ba operando con índices aceptables de eficiencia, de tal manera que para ahorrar energía eléctrica debía instalarse un intercambiador de

## PROBLEMATICA

- El control de las unidades de acondicionamiento ambiental se hacía en forma manual debido a que los termostatos estaban desajustados, originando que los equipos operaran ininterrumpidamente aún con baja asistencia de clientela.
- Se detectó la presencia de aire en la línea del refrigerante de las unidades de acondicionamiento ambiental (fenómeno "gas-flash").
- El sistema de iluminación estaba deteriorado a tal punto que los niveles de iluminación habían decaído hasta 400 luxes, valor inapropiado para las actividades desarrolladas. Por lo tanto, podría incrementarse el nivel con la modernización del equipo y al mismo tiempo obtener ahorros importantes en el consumo de energía eléctrica.

calor del tipo rotativo en cada unidad. La función de estos intercambiadores es eliminar el "gas-flash", además de bajar la temperatura de condensación mediante la retroalimentación de líquido refrigerante a la entrada del condensador, con lo que se determinó una disminución en el consumo de energía eléctrica equivalente al 7% por cada grado Fahrenheit de disminución en la temperatura de condensación.

Por otra parte, fue posible establecer que para satisfacer los requerimientos de acondicionamiento eran necesarias 130 TR, por lo que resultaba factible dejar fuera de operación 20 TR sin demeritar el confort; para lograr lo anterior, se propuso instalar un controlador que permitiera el arranque y paro de los equipos en función de la temperatura existente en el establecimiento, con lo cual era posible que el factor de diversidad de 1.0 se incrementara a 1.1.

## POTENCIAL DE AHORRO

### Acondicionamiento ambiental

El diagnóstico permitió establecer que el sistema de acondicionamiento ambiental esta-

En la siguiente tabla se aprecia el efecto del controlador y del intercambiador de calor en las condiciones de operación de las unidades de acondicionamiento ambiental:

EQUIPO	NUMERO	CAPACIDAD TOTAL (TR)	EFICIENCIA (kW /TR)	CARGA TOTAL (kW)	FACTOR DE DIVERS	DEMANDA (kW)	HORAS DE USO	CONSUMO MENSUAL (kWh)
Unidad tipo paquete	4	80.0	0.942	75.4	1.1	68.5	413.0	28,294
Unidad tipo dividido	1	30.0	0.920	27.6	1.1	25.1	413.0	10,363
Unidad tipo dividido	2	40.0	1.007	40.3	1.1	36.6	413.0	15,123
<b>Total</b>		<b>150.0</b>		<b>143.2</b>		<b>130.2</b>		<b>53,780</b>

Los ahorros pronosticados se muestran enseguida:

SITUACION	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	IMPORTE (\$) 1/
ANTERIOR	143.2	60,161	14,234.09
PROPUESTA	130.2	53,780	12,724.35
<b>AHORRO</b>	<b>13.0</b>	<b>6,381</b>	<b>1,509.74</b>

1/ Se considera un precio medio de la energía de 0.2366 \$/KWh.

## Iluminación

La firma consultora propuso instalar reflectores de aluminio en todos los gabinetes, lo cual permitiría sustituir los sistemas de 2X75W con lámparas y balastos convencionales por sistemas de alta eficiencia de 1X60 W; además de retirar una lámpara de los sistemas de 2X40 y 2X20 W.

Enseguida se muestran las expectativas de ahorro en consumo con las modificaciones propuestas:

TIPO DE LUMINARIO	CARGA UNITARIA (W)	NUMERO	DEMANDA TOTAL (kW)	TIEMPO DE USO (h/mes)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	IMPORTE MENSUAL (\$) 2/
2X75 W	180.0	144	25.92	360	9,331	2,207.76
1X60 W 1/	62.5	144	9.00	360	3,240	766.58
<b>Ahorro</b>			<b>16.92</b>		<b>6,091</b>	<b>1,441.18</b>
2X40 W	95.0	6	0.57	450	257	60.69
1X40 W	47.5	6	0.29	450	128	30.34
<b>Ahorro</b>			<b>0.29</b>		<b>128</b>	<b>30.34</b>
2X20 W	58.0	2	0.12	420	49	11.53
1X20 W	29.0	2	0.06	420	24	5.76
<b>Ahorro</b>			<b>0.06</b>		<b>24</b>	<b>5.76</b>
<b>Ahorro Total</b>			<b>17.26</b>		<b>6,244</b>	<b>1,477.33</b>

1/ Lámpara T-12 con balastro de alta eficiencia MARK III.

2/ Se considera un precio medio de la energía de 0.2366 \$/kWh.

## ACCIONES CORRECTIVAS

### Acondicionamiento ambiental

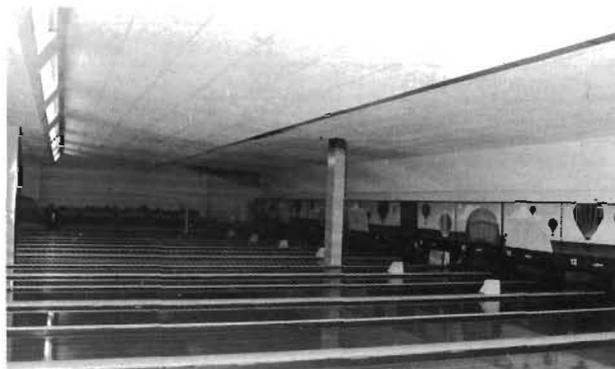
- Fueron instalados intercambiadores de calor del tipo rotativo con el fin de evitar el "gas-flash" existente en los equipos, originando un incremento en la eficiencia.

- Se instaló un controlador con funciones de arranque y paro de los equipos mediante sensores de temperatura ubicados dentro del boliche. De esta forma se mantuvo el nivel mínimo de confort y se evitó que los equipos operaran cuando no se necesitaban.

## Iluminación

- La totalidad de los sistemas de 2X75 W con balastro electromagnético convencional, fueron convertidos en sistemas de 1X60 W con balastos MARK III de alta eficiencia, además fue instalado un reflector de aluminio en cada gabinete.
- Se instalaron reflectores de aluminio en la totalidad de los gabinetes existentes, retirándose una lámpara de los sistemas de 2X40 y 2X20 W.

En el cuadro de la página siguiente se muestra el ahorro total y el período de recuperación pronosticado:





SISTEMA	AHORROS			
	DEMANDA (kW)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$)
Acondicionamiento ambiental	13.0	6,381	51,048 1/	12,077.92
Iluminación	17.3	6,244	74,928	17,727.96
<b>SUBTOTAL</b>	<b>30.3</b>	<b>12,625</b>	<b>125,976</b>	<b>29,805.88</b>
IVA				4,470.88
<b>TOTAL</b>				<b>34,276.76</b>
<b>INVERSION ( \$ )</b>	<b>107,800.00</b>			
<b>PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS )</b>	<b>3.1</b>			

1/ Considerando 8 meses al año.

## ■ RESULTADOS

El proyecto fue terminado en octubre de 1995. En seguida se muestra la diferencia

entre los consumos habidos en el período noviembre de 1994 - abril de 1995 y el mismo período de 1995 - 1996:

PERIODO	DEMANDA (kW) 1/	CONSUMO (kWh) 2/	IMPORTE (\$)	P.M. (\$/kWh)	RECALCULO DEL IMPORTE (\$) 3/
Nov-94	215	78,244	16,160.00	0.2065	22,261.40
Nov-95	219	63,600	18,095.00	0.2845	18,095.00
<b>Ahorro</b>	<b>( 4 )</b>	<b>14,644</b>			<b>4,166.40</b>
Dic-94	215	50,094	11,184.00	0.2233	17,074.04
Dic-95	178	50,000	17,042.00	0.3408	17,042.00
<b>Ahorro</b>	<b>37</b>	<b>94</b>			<b>32.04</b>
Ene-95	188	56,044	11,598.00	0.2069	18,515.12
Ene-96	140	40,800	13,479.00	0.3304	13,479.00
<b>Ahorro</b>	<b>48</b>	<b>15,244</b>			<b>5,036.12</b>
Feb-95	177	58,444	12,608.00	0.2157	19,447.66
Feb-96	144	48,600	16,172.00	0.3328	16,172.00
<b>Ahorro</b>	<b>33</b>	<b>9,844</b>			<b>3,275.66</b>
Mar-95	186	57,844	13,089.00	0.2263	23,275.92
Mar-96	171	50,600	20,361.00	0.4024	20,361.00
<b>Ahorro</b>	<b>15</b>	<b>7,244</b>			<b>2,914.92</b>
Abr-95	215	93,844	22,223.00	0.2368	33,269.93
Abr-96	190	67,200	23,824.00	0.3545	23,824.00
<b>Ahorro</b>	<b>25</b>	<b>26,644</b>			<b>9,445.93</b>
Promedio 94/95	199	65,752		0.2193	22,307.35
Promedio 95/96	174	53,467		0.3409	18,162.17
<b>Ahorro promedio</b>	<b>25</b>	<b>12,285</b>			<b>4,145.18</b>
<b>INVERSION ( \$ )</b>	<b>107,800.00</b>		<b>P.RECUPERACION (años)</b>		<b>2.2</b>

1/ Las demandas del período 1994/1995, están afectadas por 18 kW por haber incrementado la carga en el sistema de iluminación.

2/ Los consumos del período 1994/1995, están afectados por 6,244 kWh por haber incrementado la carga en el sistema de iluminación.

3/ Resultado de multiplicar el consumo del mes por el precio medio del mismo mes pero del año siguiente.



Los resultados del proyecto se muestran resumidos en el siguiente cuadro :

se obtuvieron \$ 49,742.16 también anuales, debido al incremento en el precio me-

CONCEPTO	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			UNITARIO	%
DEMANDA (kW)	199	174	25	12.56
CONSUMO MENSUAL (kWh)	65,752	53,467	12,285	18.68
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	1/	0.3409	---	---
IMPORTE MENSUAL (\$)	22,307.35	18,162.17	4,145.18	18.58
IMPORTE ANUAL (\$)	267,688.20	217,946.04	49,742.16	18.58
<b>INVERSION (\$)</b>	<b>107,800.00</b>	<b>P.RECUPERACION (años)</b>	<b>2.2</b>	

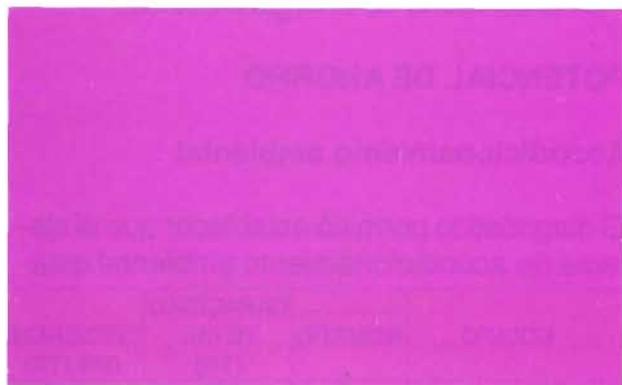
1/ No se consigna cifra ya que el importe ha sido recalculado conforme a los precios vigentes.

## CONCLUSIONES

- Quedó demostrado, una vez más, que mediante el uso de equipos más eficientes es posible obtener ahorros sustanciales de energía eléctrica, sin demeritar el confort ambiental ni el nivel de iluminación requerido en un establecimiento de este tipo.
- El sistema de iluminación presentó el mayor potencial de ahorro debido a que las lámparas y balastos instalados eran de tecnología obsoleta, lo que permitió aplicar acciones sencillas como la instalación de reflectores especulares de aluminio.
- Aun cuando el sistema de acondicionamiento ambiental se encontró en óptimas condiciones de operación, fue posible obtener ahorros de energía eléctrica mediante el uso de intercambiadores de calor del tipo rotativo, los cuales incrementaron la eficiencia de los equipos.
- Los ahorros promedio ascendieron a 25 kW y 12,285 kWh mensuales, valores ligeramente inferiores al pronóstico de 30 kW y 12,625 kWh mensuales, por demanda y consumo; en cuanto al importe, las expectativas fueron rebasadas en 45 %, pues se esperaban \$ 34,276.76 anuales y

dio de la energía, ahorro que al ser correlacionado con la inversión de \$107,800.00 arrojan un período de recuperación de 2.2 años, que resultó ser ventajoso en comparación al pronosticado de 3.0 años.

- El éxito de este proyecto se puede establecer no sólo por los resultados económicos, sino por el incremento del nivel de iluminación que requería el establecimiento para proporcionar una nueva imagen, incremento que fue del 25%, aun cuando para ello el usuario tuviera que haber incrementado la carga en el sistema de iluminación en 18 kW que, a su vez, originó un aumento en el consumo de 6,244 kWh mensuales.



FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA  
 Mariano Escobedo No. 420, 1er piso. Col. Anzures. México, D.F.  
 C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Consulte nuestra hoja web:  
<http://www.fide.org.mx>