



■ ANTECEDENTES

El Hotel Plaza Independencia se ubica en la calle de Independencia No. 123, en el primer cuadro de la ciudad de Villahermosa, Tabasco. Es un inmueble vertical en cuya torre de 7 niveles se cuenta con 90 habitaciones tipo, mientras que en la planta baja se ubica un restaurante y cuatro salas de reuniones.

El servicio de energía eléctrica es suministrado en tarifa OM; los valores mensuales promedio correspondientes al año de 1996, fueron de 55,100 kWh en el consumo mensual y 130 kW en la demanda máxima, con un importe de \$20,070.00. Un dato impor-

tante es la ocupación promedio del hotel que durante el mismo periodo ascendió a 47 habitaciones, por lo que se determinó un índice de 1,165 kWh/CNO y de 2.75 kW/CNO.

■ DIAGNOSTICO

El diagnóstico fue elaborado por una firma consultora a petición del usuario, habiéndose determinado que la distribución de cargas es como se muestra en la tabla siguiente:

TIPO DE CARGA	kW	%	kWh	%
Aire				
Acondicionado	129	72.5	44,378	84.0
Iluminación	24	13.5	4,412	8.3
Elevador	9	5.1	900	1.7
Otras cargas	16	8.9	3,198	6.0
	178	100	52,888	100

Como se observa, el aire acondicionado es la carga preponderante por razón natural de que el hotel se encuentra enclavado en una zona de clima cálido; la segunda carga corresponde a la iluminación, quedando en último término cargas diversas y el elevador. En consecuencia, se detectó que el mayor potencial lo representa el sistema de acondicionamiento ambiental.

Dicho sistema está constituido por 4 unidades generadoras de agua helada que suman una capacidad total de enfriamiento de 120 TR, distribuidas en la forma siguiente: 3 unidades de 30 TR cada una con dos compresores recíprocos de 13 kW por unidad, es decir, 26 kW en total, y otra de 30 TR con un compresor recíproco de 31 kW. En el caso de las tres primeras unidades, la relación de eficiencia es de 0.87 kW/TR, mientras que la otra unidad tiene una eficiencia de 1.03 kW/TR.

Por otra parte, el suministro de aire acondicionado se realiza en la torre de habitaciones mediante un circuito de agua helada generada con las tres unidades de doble compresor, cuya inyección al interior de cada cuarto se lleva a cabo por medio de *Fans & Coils*; en tanto, la cuarta unidad de 30 TR proporciona servicio a la planta baja a través de una manejadora de aire. Además, se cuenta con unidades de tipo ventana y paquetes para reforzar algunas salas de conferencias.

Es importante aclarar que un sistema de acondicionamiento ambiental consiste en un ciclo termodinámico, en donde un líquido



refrigerante produce el efecto de enfriamiento al pasar de un estado líquido al gaseoso, en una sección denominada evaporador en donde se retira el calor del medio a enfriar; y en sentido inverso cuando cede el calor ganado al medio ambiente, conocido comúnmente como condensador. Cabe mencionar que existe una etapa intermedia entre el evaporador y el condensador, en donde se usa un compresor, en este caso de tipo recíproco, acoplado a un motor eléctrico, que debe realizar un trabajo mecánico para elevar las propiedades del refrigerante (temperatura y presión) antes de ingresar al condensador y, por consiguiente, se requiere de una gran cantidad de energía eléctrica para lograr las condiciones termodinámicas del refrigerante.

#### ■ ACCIONES CORRECTIVAS

Dada las características del sistema de acondicionamiento ambiental del hotel a base de compresores tipo recíprocos, la firma de consultoría propuso elevar la eficiencia de este sistema mediante la instalación de intercambiadores de calor



antes de la válvula de expansión, ubicada entre el condensador y el evaporador. Dicho intercambio se llevaría a cabo entre la línea de líquido, que viene del condensador y viaja en dirección a la válvula de expansión, y la línea de gas, que proviene del evaporador y va camino al compresor, con la finalidad de subenfriar al refrigerante, que no obstante encontrarse en fase líquida conlleva partículas en estado gaseoso, buscando así obtener un líquido saturado al 100%, es decir, prácticamente carente de partículas en fase gaseosa. A medida que el evaporador reciba exclusivamente líquido, se obtiene un aumento en el efecto refrigerante (mayor capacidad de enfriamiento). Mientras tanto, en la línea gaseosa se busca que el fluido se evapore aún más, para cuando ingrese al compresor, éste requiera realizar un menor trabajo para comprimir al gas y, como consecuencia, reduzca su consumo de energía eléctrica.

Bajo tales perspectivas, se instalaron en total 8 intercambiadores de calor de 5/8" en las cuatro unidades generadoras de agua helada, 2 dispositivos por cada unidad enfriadora. Como se mencionó en el párrafo anterior, los intercambiadores fueron coloca-

dos a la entrada (antes) de la válvula de expansión. Con esta acción, el consultor estimó reducir el consumo mensual de energía eléctrica en 7,700 kWh que corresponde al 14% del promedio mensual de 1996, tomando en cuenta que el aire acondicionado representa el 70% del total de la carga. Aun cuando la demanda se vería disminuida en un pequeño porcentaje, no se consideró como un ahorro. Por lo tanto, el ahorro en consumo se reflejaría en el importe mensual de la facturación en \$2,800.00 (\$33,700.00 anuales), considerando un precio medio de 0.3643 \$/kWh, por lo cual la inversión de \$72,284.00 (FIDE aportó \$43,370.00 y el hotel los restantes \$28,914.00) se recuperaría en un periodo de 2.1 años.

## ■ RESULTADOS

Una vez concluidos los trabajos correspondientes a la instalación de los intercambiadores, se procedió a evaluar los resultados durante un periodo de seis meses, a partir de abril de 97, comparando los mismos meses de 1996 contra los de 1997, habiéndose encontrado los valores mostrados en la tabla siguiente:

COMPARATIVO DE FACTURACIONES ELECTRICAS 1996 VS. 1997

CONCEPTO	PERIODO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO
CONSUMO (kWh)	ANTERIOR	66,000	61,200	62,160	66,000	59,520	60,960	62,640
	ACTUAL	75,600	78,960	83,040	77,520	89,760	79,920	80,800
	AHORRO	-9,600	-17,760	-20,880	-11,520	-30,240	-18,960	-18,160
	(%)	-14.55	-29.02	-33.59	-17.45	-50.81	-31.10	-29
IMPORTE (\$)	ANTERIOR	22,510.00	21,386.00	23,720.00	24,119.00	22,144.00	23,439.00	22,886.33
	ACTUAL	33,820.00	33,616.00	37,117.00	34,763.00	40,518.00	37,239.00	36,178.83
	AHORRO	-11,310.00	-12,230.00	-13,397.00	-10,644.00	-18,374.00	-13,800.00	-13,292.50
	(%)	-50.24	-57.19	-56.48	-44.13	-82.98	-58.88	-58
P.M. (\$/kWh)	ANTERIOR	0.3411	0.3494	0.3816	0.3654	0.3720	0.3845	0.3657
	ACTUAL	0.4474	0.4257	0.4470	0.4484	0.4514	0.4660	0.4476
CUARTOS OCUPADOS (CNO)	ANTERIOR	42	44	45	60	54	39	47
	ACTUAL	68	63	60	77	77	58	67
	AHORRO	-26	-19	-15	-17	-23	-19	-20
	(%)	-61.90	-43.18	-33.33	-28.33	-42.59	-48.72	-43
RELACION (kWh/CNO)	ANTERIOR	1,571.43	1,390.91	1,381.33	1,100.00	1,102.22	1,563.08	1351
	ACTUAL	1,111.76	1,253.33	1,384.00	1,006.75	1,165.71	1,377.93	1217
	AHORRO	459.66	137.58	-2.67	93.25	-63.49	185.15	135
	(%)	29.25	9.89	-0.19	8.48	-5.76	11.84	9

ANTERIOR CORRESPONDE AL AÑO 1996

ACTUAL CORRESPONDE AL AÑO 1997



Como se puede apreciar, las condiciones de operación del hotel variaron sustancialmente, ya que el promedio mensual de consumo creció de 62,640 kWh en 1996 a 80,800 en 1997 (29%), lo que pudiera indicar que no se tuvo el ahorro esperado; sin embargo, cabe destacar que durante 1997, el promedio de ocupación del hotel creció de un índice promedio de 47 CNO en 1996 a 67 en 1997, es decir, se incrementó en 42 por ciento.



Por lo anterior, es necesario determinar los consumos de energía eléctrica que hipotéticamente se produjeron con posterioridad a la aplicación de las acciones correctivas, considerando el mismo número de cuartos ocupados antes de desarrollar el proyecto. Así se tiene que el promedio del consumo por 80,800 kWh ocurrido en 1997, equivale a una relación kWh/CNO de 1,217 que multiplicados por 47, que es el promedio de cuartos ocupados en 1996, arroja un promedio de 56,968 kWh mensuales después del proyecto, equivalente a un ahorro de 5,672 kWh, que a los precios actuales asciende a \$ 2,535.73 de ahorro mensual, según se aprecia en el siguiente cuadro:

Así, se puede constatar que en condiciones similares de operación, (índice de ocupación promedio de 47 CON), se lograron ahorros promedio de 5,672 kWh y \$2,535.73, tanto en el consumo mensual como en el importe.

Comparando las estimaciones del consultor (7,700 kWh y \$2,800.00 mensuales de ahorro) con los ahorros reales alcanzados (5,672 kWh y \$2,535.73), se observa una desviación del 26.34% y 9.5% respectivamente. No obstante lo anterior, si persistiera esta tendencia de ahorro, la inversión realizada se recuperaría en un periodo de 29 meses, que es superior por 3 meses al estimado por el consultor (26 meses), que, sin embargo, sigue siendo atractivo.

#### COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGIA SIN Y CON UNIDADES MAS EFICIENTES

CONCEPTO	PERIODO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	PROMEDIO
RECALCULO DE CONSUMO (kWh)	ANTERIOR	66,000	61,200	62,160	66,000	59,520	60,960	62,640
	ACTUAL	47,376	55,272	61,970	60,393	62,623	54,176	56,968
	AHORRO	18,624	5,928	190	5,607	-3,103	6,784	5,672
	(%)	28.22	9.69	0.31	8.50	-5.21	11.13	9
RECALCULO DE IMPORTE (\$)	ANTERIOR	29,525.40	26,054.95	27,784.11	29,596.98	26,867.55	28,404.52	28,038.92
	ACTUAL	21,193.87	23,531.20	27,699.25	27,082.80	28,268.37	25,243.63	25,503.19
	AHORRO	8,331.53	2,523.75	84.86	2,514.18	-1,400.82	3,160.89	2,535.73
	(%)	28.22	9.69	0.31	8.49	-5.21	11.13	9

ANTERIOR corresponde a la operación de las unidades de acondicionamiento ambiental sin intercambiadores de calor.

ACTUAL corresponde a la operación de las unidades de acondicionamiento ambiental con intercambiadores de calor.

El importe del periodo se recalcula con base en el precio medio del periodo anterior.

## ■ CONCLUSIONES

De este proyecto, se puede concluir lo siguiente:

- Aun cuando el equipo de acondicionamiento ambiental tenga índices satisfactorios de eficiencia, todavía existe la posibilidad de incrementar ésta mediante la utilización de intercambiadores de calor. En este caso el equipo tenía una eficiencia de 0.87 kW/T.R. y 1.03 kW/T.R. que se elevó en aproximadamente 10 por ciento.
- Para lograr lo anterior no se requiere de grandes inversiones, ya que en este caso los intercambiadores de calor tuvieron un costo de \$72,284.00 incluyendo instalación. El ahorro generado asciende a \$30,420.00 anuales, por lo que el periodo de recuperación será de 2.4 años.
- Dados los recursos tan bajos aplicados a este proyecto, no se requirió de un diagnóstico formal, ya que la misma firma consultora que proveyó el equipo, se hizo cargo del estudio correspondiente.
- Una vez más, se demostró que mejorar las condiciones de operación de los equipos, sea en hábitos de operación o eficiencia, genera sustanciales beneficios económicos que resaltan las bondades del desarrollo de proyectos de ahorro de energía eléctrica.







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