



Antecedentes

El Hotel Camino Real, ubicado en el Boulevard de Kukulkán dentro de la Zona Hotelera de Cancún Q. Roo, es un inmueble destinado al servicio turístico de alto nivel, con una capacidad de 381 cuartos, 5 centros de convenciones y 12 áreas comerciales. Su ocupación promedio es de 7,897 cuartos por noche al mes (C.N.O.). Durante el año de 1994 tuvo un consumo de energía eléctrica promedio mensual de 902,610 kWh y una demanda de 1,539 kW también promedio mensual, por lo que las relaciones de consumo de energía y demanda - cuarto - noche fueron de 114.3 kWh/C.N.O. y 0.195 kW/C.N.O., respectivamente. En el mismo año, pagó por consumo de energía eléctrica un promedio de

\$168,772.45 mensuales. En el siguiente cuadro se muestran los valores mensuales de las facturaciones extendidas por la Comisión Federal de Electricidad, cuyo servicio está contratado en tarifa HM.

MES	AÑO 1994			
	DEMANDA	CONSUMO	IMPORTE	PRECIO MEDIO
	kW	kWh	\$	\$/kWh
ENERO	1,419	798,782	141,324.19	0.176
FEBRERO	1,375	759,473	136,501.46	0.179
MARZO	1,415	810,680	145,371.19	0.179
ABRIL	1,467	886,969	162,761.87	0.183
MAYO	1,656	964,012	181,582.00	0.188
JUNIO	1,519	964,128	177,234.28	0.183
JULIO	1,682	1,032,548	197,417.78	0.191
AGOSTO	1,756	1,051,163	203,601.00	0.193
SEPTIEMBRE	1,657	953,138	187,952.46	0.197
OCTUBRE	1,588	957,208	180,833.64	0.188
NOVIEMBRE	1,457	841,410	157,337.95	0.186
DICIEMBRE	1,459	811,809	153,351.81	0.188
PROMEDIO	1,539	902,610	168,772.47	0.187

NOTA : Los importes no incluyen IVA

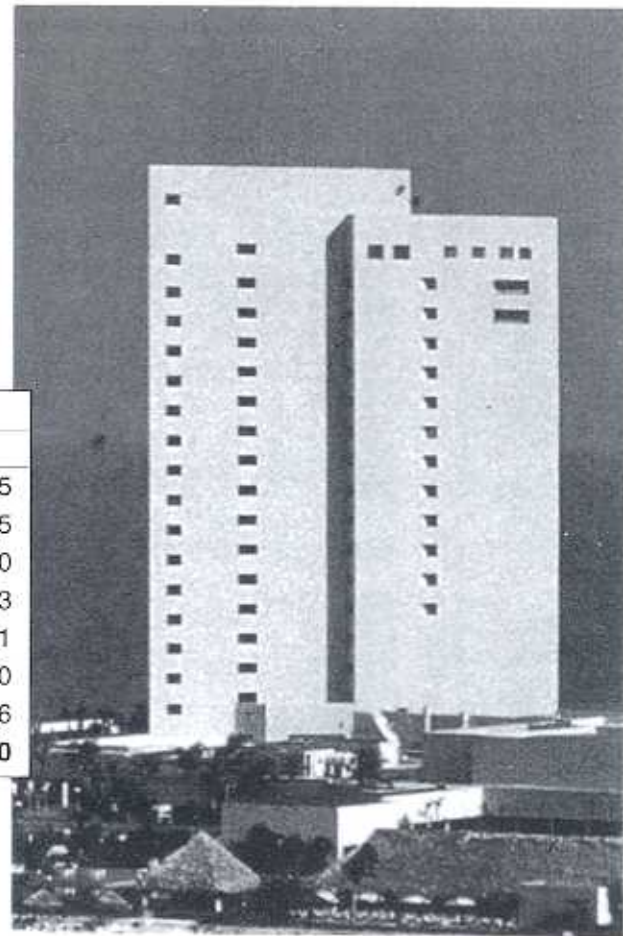
Diagnóstico

Distribución de cargas

El levantamiento de las cargas conectadas y las mediciones por circuitos, permitieron concluir que la mayor demanda máxima de 1,756 kW ocurrida durante el mes de agosto, estuvo compuesta por las siguientes cargas :

CONCEPTO	DEMANDA	
	kW	%
AIRE ACONDICIONADO	940	53.5
ILUMINACION	360	20.5
BOMBEO	140	8.0
REFRIGERACION	110	6.3
SERVICIOS AUXILIARES	90	5.1
LAVANDERIA	70	4.0
EXTRACTORES O INYECTORES	46	2.6
TOTAL	1,756	100.0

De acuerdo con lo anterior, la carga más importante es la de aire acondicionado y en seguida la de iluminación; las restantes, en lo individual, no representan valores significativos. Considerando que, para el tipo de clima de ese lugar, el aire acondicionado es fundamental, se requiere que ese sistema opere satisfactoriamente y, siendo éste el 53.5% de la carga instalada, en el diagnóstico se consideraron las condiciones de operación de esa carga y su potencial de ahorro sin afectar las condiciones de confort requeridas.



Sistema de aire acondicionado

Por ser este sistema el más importante, no sólo desde el punto de vista del confort a los huéspedes, sino por la demanda que impone, el estudio se concentró en determinar su eficiencia y las condiciones en que viene operando. A continuación se muestran sus características :

No. DE UNIDADES	TIPO	CAPACIDAD POR UNIDAD (TR)	CAPACIDAD TOTAL (TR)	EFICIENCIA (kW/TR)	CARGA (kW)
2	CENTRIFUGAS	300	600	1	600
5	RECIPROCANTES	60	300	1.4	420
2	RECIPROCANTES	120	240	1.4	336
TOTAL			1,140		1,356

El inmueble recibe agua helada a través de 3 circuitos: el N° 1 consta de un sistema central tipo centrífugo y está constituido por 2 unidades de 300 toneladas de refrigeración (TR) cada una, con una demanda de 600 kW y una eficiencia de 1.0 kW/TR; el circuito 2 corresponde al sistema central reciprocante N° 1 y está integrado por 5 unidades de 60 TR cada una, con una demanda de 420 kW y una eficiencia de 1.4 kW/TR y el circuito 3, que corresponde al sistema reciprocante N° 2, está integrado por 2 unidades de 120 TR cada una, con una demanda de 336 kW y una eficiencia de 1.4 kW/TR; el agua helada se distribuye a través de los tres circuitos hacia las áreas de habitaciones, salones, restaurantes, cocinas, sanitarios, recepción, discoteca, lobby, bar, oficinas, cubos de elevadores y tiendas comerciales, principalmente.

Problemática

Los tres circuitos de aire acondicionado operan permanentemente en circuito abierto al no funcionar los modutroles, es decir, la totalidad del agua helada atraviesa los serpentines sin variar su flujo. Por otra parte, las unidades reciprocantes, además de ser ineficientes (1.4 kW/TR), no cuentan con válvulas automáticas que impidan el paso de agua helada de retorno a través de los *Chillers* que no operan, lo que provoca una mezcla de agua helada con otra de mayor temperatura, en consecuencia el suministro de agua se realiza en condiciones de temperatura no óptima.

Otros conceptos importantes considerados dentro de la problemática, es el ruido de los FAN COILS, el estado en que se encuentran los aislamientos de los ductos del salón de fiestas y el tipo de iluminación que es incandescente. Efectivamente, de la carga

total instalada en iluminación (450 kW), se determinó que 300 kW correspondían al sistema incandescente y los restantes 150 kW al fluorescente; por lo tanto, el mayor potencial de ahorro se encontraba precisamente en el incandescente, no sólo por la carga instalada, sino por su ineficiencia en comparación con las lámparas fluorescentes compactas.

Acciones Correctivas Propuestas

A continuación se describen las acciones correctivas propuestas :

Acondicionamiento ambiental

1. Reemplazo de 2 unidades de 300 TR cada una del tipo centrífugo con una relación de 1.0 kW/TR, por 2 unidades de tornillo, cuya relación es de 0.537 kW/TR. La inversión sería de \$ 780,000.00
2. Reemplazo de 5 unidades reciprocantes de 60 TR cada una con relación de 1.4 kW/TR, por 2 unidades tipo tornillo de 125 TR cada una y relación de 0.73 kW/TR, con un costo total de \$ 492,000.00.
3. Reemplazo de 2 unidades de 120 TR cada una del tipo reciprocante con relación de 1.4 kW/TR, por otras 2 de tornillo con relación de 0.66 kW/TR y un costo de \$ 430,000.00.
4. Reemplazo de 150 unidades FAN'COILS y 7 manejadoras de aire para habitaciones y áreas generales, con una inversión de \$ 412,000.00.
5. Instalación de un sistema de cómputo inteligente para controlar la operación más eficiente de:



- Unidades centrales de aire acondicionado
- Equipo de bombeo
- Torres de enfriamiento
- Unidades manejadoras de aire y FAN-COILS
- Extractores y ventiladores
- Cámaras frigoríficas
- Iluminación

Este sistema de cómputo tendría un costo de \$ 1'900,000.00, por lo que el total de las acciones correctivas, sólo en este rubro, implicaría una inversión de \$ 4'002,000.00 que rebasaba significativamente las posibilidades financieras del FIDE para este tipo de proyectos.

Aislamiento de ductos

Con el objeto de evitar ganancias de calor del aire de retorno de las manejadoras ubicadas en el salón de fiestas, se planteó la posibilidad de aislar y así eliminar la condensación de la humedad ambiental sobre las paredes de los ductos.

Una vez desarrollados los cálculos, se llegó a la conclusión de que esta medida no era

redituable desde el punto de vista de ahorro de energía eléctrica, aunque el usuario podría obtener un beneficio derivado de la eliminación del goteo del agua sobre los plafones.

Efectivamente, considerando la instalación a base de fibra de vidrio de baja densidad con foil de vidrio de 1^{1/2} pulgada de espesor, el costo ascendería a \$ 35,000.00, inversión totalmente irrelevante para el alcance del proyecto, que permitiría aliviar la capacidad en sólo 13 TR equivalentes a 13kW, que bajo el supuesto de una operación de 8 horas diarias durante todo el año, se podría obtener un ahorro de 37,960kWh anuales, cifra también insignificante, ya que el importe del ahorro sería de sólo \$7,800.00 al año, con un periodo de recuperación de 4.5 años.

Sistema de iluminación

Sustituir el total de focos incandescentes y spots, por lámparas fluorescentes compactas, cuyo detalle se muestra a continuación:

CANTIDAD	INCANDESCENTES		FLUORESCENTES		DISMINUCION DE CARGA (W)
	POTENCIA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	POTENCIA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	
549	60	32,940	13	7,137	25,803
685	50	34,250	11	7,535	26,715
1,147	100	114,700	18	20,646	94,054
298	75	22,350	13	3,874	18,476
470	50	23,500	11	5,170	18,330
525	60	31,500	18	9,450	22,050
210	60	12,600	18	3,780	8,820
198	75	14,850	18	3,564	11,286
90	60	5,400	20	1,800	3,600
97	75	7,275	13	1,261	6,014
TOTAL		299,365		64,217	235,148



El potencial de ahorro y la consiguiente inversión se ilustran en el siguiente cuadro:

en su lugar dos unidades de tipo tornillo con una capacidad de 125 TR cada una. Esta

CALCULO DEL POTENCIAL DE AHORRO

CONCEPTO	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO	AHORRO
CARGA INSTALADA (kW)	299.3	64.2	235.1
FACTOR DE DIVERSIDAD	1.22	1.22	
DEMANDA (kW)	245.3	52.6	192.7
CARGO POR DEMANDA (\$)	24.60	24.60	
IMPORTE POR DEMANDA (\$)	6,034.38	1,293.96	4,740.42
FACTOR DE CARGA (%)	50.0	50.0	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	88,308	18,936	69,372
CONSUMO MENSUAL BASE (kWh)	58,872	12,624	
PRECIO CONSUMO BASE (\$/kWh)	0.1282	0.1282	
IMPORTE DE CONSUMO BASE (\$)	7,547.39	1,618.40	5,928.99
CONSUMO MENSUAL PUNTA (kWh)	29,436	6,312	23,124
PRECIO CONSUMO PUNTA (\$/kWh)	0.2055	0.2055	
IMPORTE CONSUMO PUNTA (\$)	6,049.10	1,297.12	4,751.98
IMPORTE TOTAL MENSUAL (\$)	19,630.87	4,209.48	15,421.39
IMPORTE TOTAL ANUAL (\$)	735,570.44	50,513.76	185,056.80
INVERSION = \$600,330.00		RECUPERACION = 3.24 AÑOS	

Acciones Correctivas Aplicadas

Dado el monto del presupuesto asignado, se tomó la decisión de ejecutar la acción propuesta en el punto No. 2 de acondicionamiento ambiental, consistente en retirar 5 unidades recíprocantes de 60 TR cada una e instalar

decisión se tomó con base en las condiciones de operación del hotel en temporada baja que corresponde al 90% en los 365 días del año. A continuación se muestra el cuadro comparativo correspondiente:



TIPO	EQUIPO INSTALADO RECIPROCANTE	EQUIPO POR INSTALAR TORNILLO
No. UNIDADES	5	2
CAPACIDAD POR UNIDAD (TR)	60	125
CAPACIDAD TOTAL (TR)	300	250
RELACION (kW/TR)	1,4	0,73
POTENCIA (kW)	420	183
FACTOR DE DEMANDA	0,55	0,65
DEMANDA MAXIMA (kW)	231	119
FACTOR DE CARGA	0,60	0,45
CONSUMO ANUAL (kWh)	1,214,136	469,098

En cuanto al pronóstico del ahorro y su correspondiente periodo de recuperación, se pueden observar éstos en el siguiente cuadro.

equipo inició su funcionamiento normal en julio de 1995, los resultados se comprobaron mediante la comparación de las

PRONOSTICO DE AHORRO

CONCEPTO	AHORRO	CARGO POR UNIDAD	AHORRO ANUAL(\$)
DEMANDA (kW)	112	24.60 (\$/kW)	27,552.00
CONSUMO BASE (kWh)	581,518	0.1282 (\$/kWh)	74,550.60
CONSUMO PUNTA (kWh)	163,520	0.2051 (\$/kWh)	33,537.95
CONSUMO TOTAL (kWh)	745,038		
AHORRO			135,640.55
IVA			13,564.05
AHORRO TOTAL			149,204.60
INVERSION = \$491,608.88 (INCLUYE IVA)		RECUPERACION = 3.3 AÑOS	

Resultados

El contrato con el proveedor se celebró en noviembre de 1994, correspondiendo al FIDE aportar \$187,000.00 y al usuario los restantes \$304,608.80. En virtud de que el

facturaciones de 1996 con respecto a las de 1994, según se aprecia en el siguiente cuadro.



PERIODO	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	IMPORTE \$	PRECIO MEDIO (\$/kWh)	RECALCULO DEL IMPORTE (\$) 1/
ENERO 94	1,419	798,782	141,324.19	0.176	239,634.60
ENERO 96	1,367	735,073	220,692.10	0.300	220,692.10
AHORRO	52	63,709			18,942.50
FEBRERO 94	1,375	759,473	136,501.46	0.179	242,271.88
FEBRERO 96	1,318	680,403	217,347.05	0.319	217,347.05
AHORRO	57	79,070			24,924.83
MARZO 94	1,415	810,580	145,371.19	0.179	257,796.24
MARZO 96	1,459	779,563	248,104.85	0.318	248,104.85
AHORRO	-44	31,117			9,691.39
ABRIL 94	1,487	866,969	162,761.87	0.183	312,213.08
ABRIL 96	1,194	554,871	195,574.70	0.352	195,574.70
AHORRO	293	332,098			116,638.38
MAYO 94	1,656	964,012	181,582.00	0.188	323,908.03
MAYO 96	1,508	931,385	312,806.40	0.336	312,806.40
AHORRO	148	32,627			11,101.63
JUNIO 94	1,519	964,128	177,234.28	0.183	340,337.18
JUNIO 96	1,554	938,835	331,257.65	0.353	331,257.65
AHORRO	-35	25,293			9,079.53
JULIO 94	1,682	1,032,548	197,417.78	0.191	371,008.04
JULIO 96	1,570	1,007,563	362,030.60	0.359	362,030.60
AHORRO	112	24,985			8,977.44
AGOSTO 94	1,756	1,051,163	203,601.00	0.194	393,499.98
AGOSTO 96	1,599	1,001,688	374,979.15	0.374	374,979.15
AHORRO	157	49,475			18,520.83
SEPTIEMBRE 94	1,667	953,138	187,952.46	0.197	366,394.82
SEPTIEMBRE 96	1,546	845,994	325,207.70	0.384	325,207.70
AHORRO	111	107,144			41,187.12
OCTUBRE 94	1,588	957,208	180,833.64	0.189	352,304.15
OCTUBRE 96	1,337	780,587	287,298.10	0.368	287,298.10
AHORRO	251	176,621			65,006.05
NOVIEMBRE 94	1,457	841,410	157,337.95	0.187	307,058.76
NOVIEMBRE 96	1,348	755,204	275,599.30	0.365	275,599.30
AHORRO	109	86,206			31,459.46
DICIEMBRE 94	1,459	811,809	153,351.81	0.189	312,066.68
DICIEMBRE 96	1,546	845,994	325,207.70	0.384	325,207.70
AHORRO	-87	-34,185			-13,141.02
TOTAL AHORRO 1996	94	974,160		0.351	342,388.04

1/ Resultado de multiplicar el consumo del mes por el precio medio del mismo mes del año posterior

Es interesante observar que el pronóstico del ahorro en el importe (\$149,204.60 anuales) se determinó en función de los precios de las tarifas vigentes en 1994, que para el pronóstico de ahorro (745,038 kWh anuales) arrojó un precio medio de 0.20 \$/kWh, inferior al promedio del precio medio de servicio en 1996 (0.35 \$/kWh), lo que

explica, en buena medida, la desviación en beneficio del usuario, misma que se consigna en el siguiente cuadro:





AHORROS ANUALES PRONOSTICADOS Y REALES

CONCEPTO	PRONOSTICO	REAL	DESVIACION	
			ABSOLUTA	%
DEMANDA (kW)	112	94	-18	-16.1
CONSUMO (kWh)	745,038	974,160	+229,122	+30.7
IMPORTE (\$)	149,204.60	342,388.14	+193,183.54	+129.5

Se observa que si bien el pronóstico del ahorro en la demanda no se cumplió, ya que hubo una desviación de menos 16.1%, el del consumo fue superado ampliamente (+30.7%) y el del importe también en más del doble, debido a que, como ya se dijo, el precio medio se incrementó de 0.20 \$/kWh en 1994 a 0.351 \$/kWh en 1996.

En cuanto a las cifras promedio mensuales, los resultados se pueden resumir en el siguiente cuadro:

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	AHORRO	
			ABSOLUTO	%
DEMANDA (kW)	1,539	1,445	94	6.1
CONSUMO (kWh)	902,610	821,430	81,180	9.0
IMPORTE (\$)	318,207.79	289,675.44	28,532.35	9.0
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	1/	0.351		
FACTOR DE CARGA (%)	81.5	78.9		
INVERSION = \$491,608.88			RECUPERACION = 1.4 AÑOS	

1/ No se consigna cifra por que el importe ha sido recalculado conforme a los precios vigentes en 1996.

Conclusiones

- La decisión del Hotel Camino Real para sustituir 5 unidades recíprocantes por 2 del tipo tornillo, fue tomada con toda oportunidad, ya que la recuperación que originalmente se estimó en 3.3 años, se logró efectivamente en sólo 1.4 años, debido al incremento en el precio de las tarifas, que no guarda proporción con el incremento de los costos del equipo que es cotizado en dólares.

- Se demostró una vez más, que la sustitución de equipo obsoleto por otro de nueva tecnología, no solamente implica incrementar la eficiencia, sino mayor versatilidad en la operación del equipo, que en un hotel de la magnitud del Hotel Camino Real, con un índice de ocupación que no llega al 70% promedio anual, tiene que combinar otro tipo de unidades, como las centrifugas, en beneficio del confort del usuario.

- Los índices de eficiencia del hotel mejoraron de 114.3 kWh/C.N.O. a 104.0 kWh/C.N.O. y de 0.195 kW/C.N.O. a 0.183 kW/C.N.O.

- En la actualidad es imperativo, en la mayoría de los hoteles con más de 10 años de servicio, modernizar el equipo de acondicionamiento ambiental, lo que permitirá ahorros sustanciales de energía eléctrica, objetivo al que coadyuva el FIDE otorgando financiamientos sin intereses.