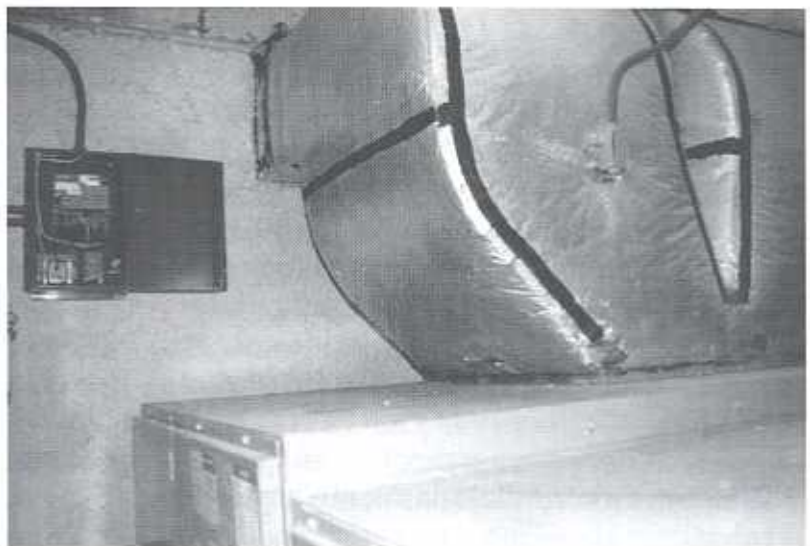




ANTECEDENTES.

El Hotel Beach Palace se encuentra ubicado en el desarrollo turístico de Cancún, Quintana Roo., en el Kilómetro 11.5 del Paseo Kukulkán. Cuenta con 229 habitaciones; es un hotel de playa categoría 5 estrellas y tiene más de 11 años prestando este servicio. Tiene un promedio mensual de ocupación del 86%, es decir 5,908 cuartos por noche al mes, con una relación de consumo de energía de 54.57 kWh/CNO y 0.10 kW/CNO. El suministro de energía eléctrica lo proporciona la Comisión Federal de Electricidad en tarifa HM, teniendo una demanda máxima promedio men-

sual de 584 kW y un consumo promedio mensual de 322,408 kWh, equivalentes a \$126,760.86 de facturación mensual, como se observa en el siguiente cuadro:



MES	AÑO 1996			
	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE S	PRECIO MEDIO S/kWh
ENERO	567	277,200	92,487.60	0.3336
FEBRERO	623	315,000	112,057.15	0.3557
MARZO	623	357,000	119,384.95	0.3344
ABRIL	623	317,800	117,766.90	0.3706
MAYO	546	305,200	115,893.55	0.3797
JUNIO	567	341,600	131,064.35	0.3837
JULIO	626	371,000	149,169.95	0.4021
AGOSTO	686	403,200	171,880.15	0.4263
SEPTIEMBRE	560	325,500	138,077.05	0.4242
OCTUBRE	553	315,700	130,295.00	0.4127
NOVIEMBRE	560	305,200	130,259.35	0.4268
DICIEMBRE	476	234,500	112,794.30	0.4810
TOTAL	-	3,868,896	1,521,130.32	-
PROMEDIO	584	322,408	126,760.86	0.3942

El suministro de aire frío a las habitaciones se logra circulando agua helada a través del serpentín y el ventilador de 3 velocidades, el cual envía el aire frío al interior del cuarto. Se cuenta con dos equipos chillers uno de 220 T.R. tipo tornillo y el otro de 350 T.R. tipo centrífugo, ubicados en la casa de máquinas.

Para el suministro de agua helada a las habitaciones, se cuenta con

3 bombas, 2 de 40 HP y una de 25 HP., el sistema de condensados opera a flujo constante utilizando 3 bombas, 2 de 40 HP y una de 15 HP., las cuales suministran agua a las 2 torres de enfriamiento, con ventilación forzada a través de ventiladores de velocidad constante.

• Problemática :

1. Se comprobó que la operación del sistema de acondicionamiento ambiental, se hacía de manera continua, es decir, funcionaba las 24 hrs. del día durante todo el año, sin considerar variaciones de clima ni la ocupación del hotel.

2. También se comprobó que el agua helada que alimenta a las habitaciones circulaba todo el tiempo en todos los pisos.

3. Es práctica común que cuando el huésped sale a la terraza de la habitación, deja abierta la puerta originando una carga adicional de aire caliente por enfriar.

4. La iluminación dentro de la habitación per-

■ DIAGNOSTICO.

• Distribución de cargas.

De acuerdo con las mediciones realizadas por la firma consultora que desarrolló el diagnóstico, la distribución de cargas conectadas es la siguiente :

SISTEMA	CARGA INSTALADA	
	kW	%
Aire acondicionado	570	62
Bombas y manejadoras	149	16
Iluminación	138	15
Refrigeración	23	2
Otros	46	5
TOTAL	926	100.0

De la tabla anterior se observa que las cargas más importantes son el sistema de aire acondicionado (con un 62% de la carga total); el sistema de bombeo y manejadoras de aire (con el 16%), y la iluminación (con el 15%).

• Sistema de acondicionamiento ambiental.

maneje encendida aun cuando el huésped esté ausente.

■ ACCIONES CORRECTIVAS.

Para hacer un uso más eficiente de los sistemas de acondicionamiento ambiental, bombas e iluminación, se instaló un sistema de control que permitiera supervisar y operar cada equipo de acuerdo a la temperatura de confort del cuarto, regulando el paso del agua helada a través de los serpentines en cada habitación. Con esta medida se pretendía reducir la operación de los generadores de agua helada, ya que el agua de retorno no tendría una ganancia térmica tan elevada al no estar circulando por toda la línea de retorno. Lo novedoso de este sistema consistió en lograr 3 posiciones diferentes de operación, con 3 niveles diferentes de temperatura una vez que se pudieran detectar las condiciones de la habitación, según se explica a continuación :

Habitación Sin Huésped (modo desocupado). El controlador al no sentir presencia del ocupante, mantendrá las condiciones de Modo Desocupado, que consiste en proporcionar una temperatura 2 grados arriba de la temperatura de confort, para que la válvula de agua helada se mantenga cerrada la mayor parte del tiempo, pero permitiendo mantener la habitación con una temperatura menor a la del exterior.

Habitación Con Huésped (modo Ocupado). El controlador al sentir la presencia del ocupante, ajusta la temperatura a la de confort, y permite a la válvula de agua helada que abra y mantenga ese nivel de confort. Adicionalmente, permite el encendido de la iluminación y la TV en la habitación, con excepción de la iluminación en el cuarto de baño.

Habitación con Huésped (modo Desocupado). Cuando el huésped abandona la habitación, el controlador mantiene en operación por un periodo ajustable, hasta de 30 minutos, los equipos y la iluminación; al finalizar este tiempo el sensor manda una señal de modo desocupado y, automáticamente, tanto la iluminación como la TV se apagan.

Lo anterior se logra instalando controladores digitales en cada habitación, los cuales reciben las señales de los sensores de temperatura de tuberías y de ductos; también deben instalarse sensores de temperatura para el exterior e interior del cuarto; fotoceldas, sensores de presencia tipo infrarrojo de gran angular y doble haz, así como contactos magnéticos que funcionan como supervisores de ventana abierta o puerta abierta. Los controladores, a su vez, mandan una señal a las válvulas de 3 vías con un actuador modulante para controlar el flujo de agua en el serpentín, y otra al selector de velocidades del ventilador. En su caso, la señal es enviada al controlador maestro de habitación ocupada o desocupada, el cual se encuentra instalado en la recepción del hotel.

En las generadoras de agua helada se colocaron sensores y actuadores que envían y reciben las señales de los controladores de tipo digital, que les permitirá monitorear la temperatura y la presión entre el ramal de suministro y de retorno del agua helada, de tal forma que al disminuir el diferencial de temperatura o incrementarse la presión, manda una señal al variador de velocidad instalado en las bombas, reduciendo o aumentando la velocidad en el motor eléctrico, modulando de esta manera el flujo de agua hacia los equipos fan and coil en cada habitación. Así se logra optimizar el consumo de energía eléctrica en el equipo de bombeo y, adicionalmente, al reducirse la demanda de

agua helada en las habitaciones, las enfriadoras de agua reducen también su consumo de energía trabajando a una menor demanda en toneladas de generación de agua helada.

Al disminuir la demanda de suministro de agua helada, los condensados también disminuyen, lo cual permite apagar los ventiladores de las torres de enfriamiento y, como consecuencia, se incrementa el ahorro en el consumo de energía eléctrica.

Finalmente, se instalaron variadores de frecuencia en 4 motores de las siguientes capacidades: 10, 20, 40 y 75 HP cada uno.

Todo este sistema es supervisado por un control maestro ubicado en las oficinas de mantenimiento, con el cual se lleva un control y monitoreo de la operación de todos los equipos que se encuentran registrados en el equipo de control.



■ PRONOSTICO DE AHORROS.

De acuerdo con los parámetros anteriormente mencionados y con base en los precios de las tarifas vigentes en 1997, se pudo hacer una estimación del ahorro potencial, como se muestra a continuación:

CONCEPTO (CIFRAS MENSUALES)	VALORES CON Y SIN EQUIPO DE CONTROL
Demanda actual (kW)	584
Demanda futura (kW)	500
Ahorro pronosticado (kW)	84
Consumo actual (kWh)	322,408
Consumo futuro (kWh)	272,008
Ahorro pronosticado (kWh)	50,400
Precio medio (\$/kWh)	0.4953
Ahorro mensual (\$)	24,963.12
Importe anual del ahorro (\$)	299,557.44
Inversión (\$)	1,086,956.00 1/
Recuperación de la inversión (años)	3.6

1/ No incluye el IVA.

■ EQUIPO INSTALADO.

Una vez determinada la factibilidad del proyecto, principalmente en lo que se refiere a las expectativas de ahorro, se procedió a celebrar el contrato correspondiente con uno de los proveedores más prestigiados en materia de control, documento que pudo formalizarse en octubre de 1996, por un monto de \$1,249,999.40 incluyendo IVA, de los cuales el FIDE financiaría \$500,000.00 y el usuario los restantes \$749,999.40.

A continuación se describe de una manera somera el equipo que fue instalado:

• En estación de trabajo.

Computadora con procesador, disco duro, RAM, Floppy, tarjeta ARCNET, Monitor, sistema operativo, Windows, Designer, teclado en español, mouse serial, impresora de eventos.

Software para el control y supervisión centralizada de todos los sistemas integrados a la red. Manejo de alarmas, emisión de comandos, reportes, programas, etc.

Controlador de red con tarjetas para coordinación de la comunicación, integración de controladores, programas de ahorro de energía, secuencias de control, datos históricos, tendencias, etc.

- **En generadores de agua helada.**

Controlador para integración y supervisión de unidades generadoras de agua helada, bombas, ventiladores, cisternas, plantas de emergencia, subestaciones, etc.

Interruptor de presión diferencial para la supervisión de bombas y chillers.

Sensor de temperatura para tuberías.

Relevador auxiliar para monitoreo.

Interruptor de presión diferencial.

Interruptor para la supervisión del flujo de líquidos en tuberías.

- **En bombeo de agua de condensados.**

Controlador para unidades paquete, fan and coils, etc.

Interruptor de presión diferencial para la supervisión de bombas y chillers.

Interruptor para la supervisión del flujo de líquidos en tuberías.

Relevador auxiliar para monitoreo de contactos auxiliares, arranque y paro de equipo.

- **En torres de enfriamiento.**

Controlador de aplicación específica para unidades paquete, fan and coils, etc.

Sensor de temperatura para tuberías.

Relevador auxiliar para monitoreo de contactos auxiliares, arranque y paro de equipo.

- **En interfase a enfriadoras.**

Interfase integradora de equipo periférico (chillers, calderas, monitoreo de subestaciones, etc.) a la red.

- **En controlador de iluminación.**

Controlador inteligente de iluminación con capacidad de control autónomo y de integración a la red.

- **En unidades manejadoras de aire unizona y multizona.**

Controlador de aplicación específica para unidades paquete, fan and coils, etc.

Interruptor de presión diferencial para la supervisión de ventiladores y filtros.

Sensor de temperatura para ducto, sensor de temperatura para exterior, sensor de temperatura para cuarto.

Relevador auxiliar para monitoreo de contactos auxiliares, arranque y paro de equipo.

Válvula de 3 vías con actuador modulante.

- **En variadores de frecuencia.**

Inversores de frecuencia para manejo variable de velocidad en motores; 460/3/60 de capacidad :40 HP, 10 HP, 75 HP y 20 HP.

- **En equipo de automatización para cuartos.**

Controlador digital con fan and coil, sensor de temperatura para fan and coil.

Sensor de presencia tipo infrarrojo, para supervisión de áreas.

Contacto magnético para supervisión de puertas.

Detector de humo fotoeléctrico con elemento térmico.

Relevador auxiliar para monitoreo de contactos auxiliares, arranque y paro de equipo.

■ RESULTADOS.

A partir del mes de enero de 1997 se observaron los primeros ahorros tanto en demanda como en consumo. El comportamiento del servicio de energía eléctrica durante el año de 1997, en comparación con el año anterior, se ilustra en el siguiente cuadro, el cual contiene cifras de los ahorros alcanzados en cada uno de los meses :



Ahorros reales obtenidos durante 1997.

PERIODO	DEMANDA	CONSUMO	IMPORTE	PRECIO MEDIO	RECALCULO DEL IMPORTE (\$)
	kW	kWh	(\$)	(\$/kWh)	
ENERO 96	567	277,200	92,473.92	0.3336	142,841.16
ENERO 97	448	238,070	122,677.16	0.5153	122,677.16
AHORRO	119	39,130			20,164.00
FEBRERO 96	623	315,000	112,045.50	0.3557	161,028.00
FEBRERO 97	446	223,160	114,079.39	0.5112	114,079.39
AHORRO	177	91,840			46,948.61
MARZO 96	623	357,000	119,380.80	0.3344	161,256.90
MARZO 97	453	247,030	115,583.45	0.4517	115,583.45
AHORRO	170	109,970			45,673.45
ABRIL 96	623	317,800	117,776.68	0.3706	171,167.08
ABRIL 97	464	217,490	117,140.11	0.5386	117,140.11
AHORRO	159	100,310			54,026.97
MAYO 96	546	305,200	115,884.44	0.3797	128,184.00
MAYO 97	500	296,870	124,685.40	0.4200	124,685.40
AHORRO	46	8,330			3,498.60
JUNIO 96	567	341,600	131,071.92	0.3837	162,430.80
JUNIO 97	515	297,570	141,494.53	0.4755	141,494.53
AHORRO	52	44,030			20,936.27
JULIO 96	626	371,000	149,179.10	0.4021	179,601.10
JULIO 97	534	319,620	154,728.04	0.4841	154,728.04
AHORRO	92	51,380			24,873.06
AGOSTO 96	686	403,200	171,884.16	0.4263	189,100.80
AGOSTO 97	490	317,450	148,884.05	0.4690	148,884.05
AHORRO	196	85,750			40,216.75
SEPTIEMBRE 96	560	325,500	138,077.10	0.4242	175,542.15
SEPTIEMBRE 97	460	255,080	137,564.64	0.5393	137,564.64
AHORRO	100	70,420			37,977.51
OCTUBRE 96	553	315,700	130,289.39	0.4127	158,923.38
OCTUBRE 97	516	276,920	139,401.52	0.5034	139,401.52
AHORRO	37	38,780			19,521.86
NOVIEMBRE 96	560	305,200	130,259.36	0.4268	153,607.16
NOVIEMBRE 97	521	276,990	139,409.06	0.5033	139,409.06
AHORRO	39	28,210			14,198.10
DICIEMBRE 96	476	234,500	112,794.45	0.4810	124,707.10
DICIEMBRE 97	493	259,980	138,257.36	0.5318	138,257.36
AHORRO	-17	-25,480			-13,550.26
PROM.MENSUAL 1996	584	322,408	126,759.73	0.39.42	159,688.68
PROM.MENSUAL 1997	487	268,853	133,162.89	0.4953	133,162.89
AHORRO PROMEDIO MENSUAL	97	53,555			26,525.79

Del análisis del cuadro anterior, se puede observar lo siguiente :

1. En lo que se refiere a la demanda, el pronóstico de ahorro fue de 84 kW; la demanda mensual promedio de 584 kW registrada durante 1996, se redujo a 487 en 1997, lo cual arroja una disminución de 97 kW que es 16% más de lo pronosticado.
2. En cuanto al consumo de energía eléctrica, se pronosticó un ahorro de 50,400 kWh mensuales; el ahorro promedio durante 1997 fue de 53,555 kWh, que es ligeramente superior a lo esperado.
3. En algunos meses se obtuvieron ahorros que rebasaron las expectativas; sin embargo, en el mes de diciembre tanto la demanda como el consumo se incrementó con respecto al mismo mes de 1996, lo cual se debió a un aumento en la ocupación del hotel.

Los resultados del proyecto se pueden resumir en el siguiente cuadro :

Concepto	Cifra Promedio Mensual		Ahorro Mensual	
	Anterior 1996	Actual 1997	Absoluto	%
Demanda (kW)	584	487	97	16.6
Consumo (kWh)	322,408	268,853	53,555	16.6
Precio medio \$/kWh	1/	0.4953	—	
Importe (\$)	159,688.68	133,162.89	26,525.79	16.6
Inversión = \$ 1,086,956.89 2/			Recuperación 3.4 años	

1/ No se consigna cifra porque el importe ha sido recalculado conforme al precio medio de 1997.

2/ Más IVA.

CONCLUSIONES.

- El equipo instalado constituye uno de los avances tecnológicos más importantes durante el último lustro, no sólo en lo que a fabricación se refiere, sino a la de ingeniería de detalle que fue desarrollada por técnicos mexicanos.

- El sistema de control contiene un grado de sofisticación tan peculiar que hasta donde se tiene conocimiento, nunca antes había sido instalado en algún otro hotel del Continente Americano, no obstante de que los trabajos fueron desarrollados por una compañía transnacional.

- Los ahorros comprobados vía facturaciones de Comisión Federal de Electricidad, permiten confirmar el éxito del proyecto y significa la apertura del mercado de tecnología de punta, que es uno de los objetivos que persigue el FIDE.

- Si bien los hoteles deben procurar la instalación de equipo de acondicionamiento ambiental de alta eficiencia, esto no significa que hayan agotado otras posibilidades para ahorrar, ya que la operación de equipo de control reditúa ahorros adicionales.

- Se pudieron reducir los índices energéticos de consumo y demanda por cuarto noche ocupado, hasta 45.5 kWh/CNO y 0.08 kW/CNO, lo que equivale a una disminución del 16.6% y 20% respectivamente. En cuanto a la operación del hotel, significa un mayor aprovechamiento de la energía eléctrica, sin demeritar las condiciones de confort del huésped.





FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
León Tolstoi No. 22, 4^o piso. Col. Anzures. México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Consulte nuestra hoja webb:
<http://www.fide.org.mx>