



## ■ ANTECEDENTES

El Hotel Pueblo Bonito Rosé se encuentra ubicado en la Playa El Médano, Cabo San Lucas, B.C.S. Cuenta con 260 habitaciones distribuidas de la siguiente manera:

- 148 tipo Junior.
- 40 tipo Luxury.
- 10 tipo Presidencial.
- 12 tipo Master.
- 42 tipo Executive.
- 4 tipo Royal.
- 4 tipo Penthouse.

En 1997 el hotel se encontraba en construcción, motivo por el cual el FIDE brindó apoyo para instalar equipo ahorrador de energía eléctrica, financiando el costo diferencial. Debido a limitantes presupuestales, el proyecto se realizó en 2 etapas, como se describe a continuación.

## PRIMERA ETAPA

### Sistema de alta eficiencia

Con cargo a su proyecto de inversión, el usuario instaló desde su construcción un sistema de acondicionamiento ambiental constituido por 2 unidades generadoras de agua helada de alta eficiencia, invirtiendo desde su origen una cantidad superior a la que hubiera resultado de haber instalado un equipo de tecnología obsoleta y baja eficiencia.



A continuación se aprecian las características de dicho sistema:

se concluye que la potencia necesaria para generar el frío requerido es de 178.9 kW.

EQUIPO	CARGA UNITARIA (kW)	CAPACIDAD NOMINAL (TR)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	RELACION DE EFICIENCIA (kW/TR)	CARGA TOTAL (kW)
Unidad generadora de agua helada con compresores tipo tornillo	222.000	300.0	2	600	0.74	444.0
<b>Subtotal unidad generadora de agua helada</b>			<b>2</b>	<b>600</b>	<b>—</b>	<b>444.0</b>
Fan & Coil RMB 400	0.165	1.0	24	—	—	4.0
Fan & Coil RMB 600	0.220	1.6	98	—	—	21.6
Fan & Coil RMB 800	0.245	2.1	74	—	—	18.1
Fan & Coil RMB 1000	0.300	2.6	2	—	—	0.6
<b>Subtotal unidades fan &amp; coil</b>			<b>198</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>44.3</b>
<b>TOTAL</b>			<b>200</b>	<b>600</b>	<b>—</b>	<b>488.3</b>

Se consideró que en promedio, y según estadísticas del año anterior, el hotel tendría una ocupación del 70 %, de tal forma que solamente se encontrarían ocupadas 91 habitaciones por día, ya que en esta primera etapa se aplicarían acciones en sólo 130 habitaciones, en las que operan un total de 198 unidades fan & coil; consecuentemente, el número de éstas para dar servicio a 91 habitaciones sería de 138, con las siguientes capacidades de enfriamiento:



EQUIPO	CAPACIDAD NOMINAL		NUMERO DE UNIDADES <sup>1/</sup>	CAPACIDAD TOTAL DE ENFRIAMIENTO		RELACION DE EFICIENCIA (kW/TR) <sup>3/</sup>	DEMANDA TOTAL (kW)
	BTU/h	TR		(BTU/h)	(TR) <sup>2/</sup>		
Fan & Coil RMB 400	12,100	1.0	17	205,700	17.1	0.74	12.7
Fan & Coil RMB 600	19,600	1.6	68	1,332,800	111.1	0.74	82.2
Fan & Coil RMB 800	25,500	2.1	51	1,300,500	108.4	0.74	80.2
Fan & Coil RMB 1000	31,000	2.6	2	62,000	5.2	0.74	3.8
<b>TOTAL</b>			<b>138</b>	<b>2,901,000</b>	<b>241.8</b>	<b>—</b>	<b>178.9</b>

<sup>1/</sup> Considerando que solamente operan el 70 % del todas las unidades fan & coil.

<sup>2/</sup> 1 TR equivale a 12,000 BTU/h.

<sup>3/</sup> Corresponde a la eficiencia de la unidad generadora de agua helada.

En la tabla anterior se determina que serían necesarias 241.8 TR para satisfacer las necesidades de las 130 habitaciones; considerando la eficiencia de la unidad generadora de agua helada de 0.74 kW/TR,

Por otro lado, aunque la potencia de las unidades fan & coil podría ser despreciable, se tomó en cuenta para obtener una mayor exactitud, siendo la siguiente:



EQUIPO	CARGA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CARGA TOTAL (kW)
Fan & Coil RMB 400	0.165	17	2.8
Fan & Coil RMB 600	0.220	68	15.0
Fan & Coil RMB 800	0.245	51	12.5
Fan & Coil RMB 1000	0.300	2	0.6
<b>TOTAL</b>		<b>138</b>	<b>30.9</b>

La potencia total sería la suma de la requerida por estas unidades y el "chiller", es decir, 209.8 kW. Para efectos prácticos, se consideró un valor de 210 kW.

Tomando en cuenta lo anteriormente establecido, fue posible determinar los siguientes índices:

- Toneladas de refrigeración por habitación = 241.8 TR / 91 hab. = 2.66 TR/hab.
- Potencia requerida por habitación = 210 kW/ 91 hab. = 2.3 kW/hab.

Considerando un período de operación de 24 horas diarias durante 365 días al año, se determinó el consumo del sistema de acondicionamiento ambiental sin las tarjetas optoelectrónicas, de acuerdo con lo siguiente:

- Consumo/habitación = 2.3 kW x 24 horas/día x 365 días/año = 20,148 kWh/año\*hab
- Consumo total anual = 20,148 kWh/hab x 91 hab = 1,833,468 kWh.

### Funcionamiento del control optoelectrónico

Es común en los hoteles que cuando un huésped sale de su habitación, deje encendidas las lámparas y el aire acondicionado queda trabajando a su máxima capacidad. Cuando el huésped regresa después de las actividades que tuvo durante el día, los equi-

pos habrán trabajado innecesariamente durante aproximadamente 12 horas.

Por medio del sistema optoelectrónico, es posible interrumpir el servicio de energía eléctrica de una habitación cuando el huésped sale de ella y volverla a conectar en el preciso momento de su regreso sin afectar el confort, permitiendo una reducción en el consumo de energía eléctrica.

Al huésped se le entrega la llave de su habitación unida por un extremo a una tarjeta codificada de plástico. Al entrar a la habitación, la tarjeta debe introducirse en la ranura de la tapa del sistema optoelectrónico, localizada cerca del apagador de la entrada, con el objeto de cerrar el circuito y disponer del servicio de energía eléctrica.

Al salir de su habitación, el huésped retirará la tarjeta codificada junto con la llave del cuarto; después de un minuto de cortesía, se cortará automáticamente la energía eléctrica, por lo que se apagarán las luces y aparatos que pudiesen haber dejado operando.

El sistema controlará electrónicamente el sistema de acondicionamiento ambiental, el cual operará en un nivel bajo (low), en ciclos de 5 minutos encendido y 5 minutos apagado, 5 minutos encendido y 15 minutos apagado, o bien en los ciclos de tiempo determinados de antemano.





Más tarde, cuando el huésped regresa a su habitación e introduce su tarjeta en el tarjetero, las luces, los aparatos eléctricos y el aire acondicionado vuelven al estado en que se encontraban al momento de salir.

Si el huésped regresa de noche, no existe incomodidad para él porque la habitación se encuentra oscura, ya que la tapa del sistema emite una luz que facilita su localización.

Es importante recordar que los consumos de energía eléctrica se presentan fundamentalmente en los sistemas de acondicionamiento ambiental y de iluminación, de manera que el control optoelectrónico constituye la mejor opción para ahorrar energía eléctrica.

### **Sistema de alta eficiencia con control optoelectrónico**

El usuario aceptó instalar el sistema de tarjetas optoelectrónicas en las habitaciones del hotel, para cuya decisión tomó en cuenta lo siguiente:

De acuerdo con la experiencia del proveedor y del FIDE en el desarrollo de proyectos en hoteles de playa, es común que el huésped permanezca fuera de la habitación por un período de 12 horas aproximadamente. La función del sistema optoelectrónico sería controlar la operación del sistema de acondicionamiento ambiental, permitiéndole operar en periodos de 5 minutos y sacándolo de operación durante 5 minutos hasta que el usuario regrese a su habitación, de tal forma que durante ese tiempo, el equipo habrá operado 6 horas y descansado 6 horas.

Tomando en cuenta lo anterior, el período de operación de los equipos sería de solamente 18 horas diarias durante 365 días al año; de tal forma, que el consumo del sistema de acondicionamiento ambiental con las tarjetas optoelectrónicas se determinó de la siguiente manera:

- Consumo/habitación =  $2.3 \text{ kW} \times 18 \text{ horas/día} \times 365 \text{ días/año} = 15,111 \text{ kWh/año*hab}$
- Consumo total anual =  $15,111 \text{ kWh/hab} \times 91 \text{ hab} = 1,375,101 \text{ kWh}$ .

En la primera etapa del proyecto, desarrollada en 1997, se instaló un sistema optoelectrónico en cada una de las 130 habitaciones, el cual consta de tarjetero, control de carga y control de fan & coil. Como se tienen 198 unidades fan & coil en funcionamiento, fue necesario instalar 78 controles adicionales, 68 para las fan & coil y 10 para las cargas, con la siguiente distribución:

En 74 habitaciones tipo Junior que cuentan con 1 unidad fan & coil, se instalaron igual número de sistemas optoelectrónicos.







En 20 habitaciones tipo Luxury que cuentan con 2 unidades fan & coils, se instalaron 20 sistemas optoelectrónicos y 22 controles de fan & coil adicionales.

En 5 habitaciones tipo Presidencial que cuentan con 3 unidades fan & coil se instalaron 5 sistemas optoelectrónicos, 6 controles de carga y 10 controles de fan & coil adicionales.

En 6 habitaciones tipo Master que cuentan con 2 unidades fan & coil, se instalaron 6 sistemas optoelectrónicos y 6 controles de fan & coil adicionales.

En 21 habitaciones tipo Executive que cuentan con 2 unidades fan & coil, se instalaron 21 sistemas optoelectrónicos y 20 controles de fan & coil adicionales.

En 2 habitaciones tipo Royal que cuentan con 3 unidades fan & coil, se instalaron 2 sistemas

Amp. a 120 V AC, además de un procesador que permite operar 5 minutos y mantener apagado hasta 15 minutos al equipo de aire acondicionado.

Control de fan & coil y termostato.- Este dispositivo sirve para controlar las velocidades del motor del fan & coil, la válvula de 3 vías y las funciones del termostato.

Tarjetero optoelectrónico.- Está ubicado a la entrada de la habitación y su función es la de controlar la energización o desenergización de los equipos; asimismo, emite la señal para controlar el fan & coil y el termostato.

### Comparativo de sistemas

A continuación se presenta el comparativo entre los consumos del sistema de acondicionamiento ambiental, al operar con y sin las tarjetas optoelectrónicas:

PROYECTO	DEMANDA UNITARIA (kW/hab.)	PERIODO DE OPERACION		CONSUMO UNITARIO (kWh/año *hab)	NUMERO DE HABITACIONES OCUPADAS	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>
		(horas/día)	(días/año)				
SIN TARJETAS	2.3	24	365	20,148	91	1,833.468	770.056.56
CON TARJETAS	2.3	18	365	15,111	91	1,375,101	577,542.42
<b>AHORRO</b>				<b>5,037</b>		<b>458,367</b>	<b>192,514.14</b>
<b>INVERSION REQUERIDA (\$) <sup>2/</sup></b>					<b>374,381.45 <sup>3/</sup></b>		
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>1.9</b>		

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de 0.42 \$kWh.

<sup>2/</sup> Incluyendo IVA y gastos diversos para la instalación de los equipos.

<sup>3/</sup> Corresponde al costo diferencial, del cual el FIDE financió \$250,000.00.

optoelectrónicos, 2 controles de carga y 4 controles de fan & coil adicionales.

En 2 habitaciones tipo Penthouse que cuentan con 4 unidades fan & coil, se instalaron 2 sistemas optoelectrónicos, 2 controles de carga y 6 controles de fan & coil adicionales

El sistema optoelectrónico consta de 3 partes:

Control de carga.- Este sistema cuenta con 2 circuitos, cada uno tiene un soporte de 16

### SEGUNDA ETAPA

Una vez terminados los trabajos de la primera etapa y habiéndose comprobado el cumplimiento de las expectativas de ahorro, en el año de 1998 se desarrolló la segunda etapa del proyecto, consistente en instalar el mismo equipo en las 130 habitaciones restantes, por lo que el ahorro fue idéntico al obtenido, con la diferencia de que el consultor contratado pudo reducir costos en la mano de obra, transportación y hospedaje, por lo que el segundo proyecto resultó con un





monto ligeramente inferior, como se muestra a continuación:

• El sistema optoelectrónico proporcionó al hotel Pueblo Bonito Rosé una imagen de

PROYECTO	DEMANDA UNITARIA (kW/hab.)	PERIODO DE OPERACION		CONSUMO UNITARIO (kWh/año *hab)	NUMERO DE HABITACIONES OCUPADAS	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>
		(horas/día)	(días/año)				
SIN TARJETAS	2.3	24	365	20,148	91	1,833,468	770,056.56
CON TARJETAS	2.3	18	365	15,111	91	1,375,101	577,542.42
<b>AHORRO</b>				<b>5,037</b>		<b>458,367</b>	<b>192,514.14</b>
<b>INVERSION REQUERIDA (\$) <sup>2/</sup></b>					<b>340,699.02 <sup>3/</sup></b>		
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>1.8</b>		

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de 0.42 \$kWh.

<sup>2/</sup> Incluye IVA.

<sup>3/</sup> Corresponde al costo diferencial, del cual el FIDE financió \$250,000.00.

## ■ RESULTADOS

El proyecto concluyó en junio de 1998, habiéndose obtenido, en forma global, los resultados que se resumen en el siguiente cuadro:

PROYECTO	AHORRO ANUAL		IMPORTE (\$)
	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	
PRIMERA ETAPA	—	458,367	192,514.14
SEGUNDA ETAPA	—	458,367	192,514.14
<b>TOTAL</b>	<b>—</b>	<b>916,734</b>	<b>385,028.28</b>
<b>Inversión total (\$)</b>		<b>715,080.47</b>	
<b>Período de recuperación (años)</b>		<b>1.9</b>	

## ■ CONCLUSIONES

- La instalación del sistema optoelectrónico es una opción de nueva tecnología para abatir costos, fundamentalmente porque una gran proporción del consumo energía eléctrica, está dada por la carga de los equipos de acondicionamiento ambiental que, en la mayoría de los casos, trabajan ininterrumpidamente esté o no ocupada la habitación.
- Quedó demostrado que no obstante haber instalado un sistema eficiente de acondicionamiento ambiental, existen otras alternativas para obtener reducciones adicionales en los costos por concepto de energía eléctrica.

mayor categoría, al brindar a sus huéspedes los más altos niveles de confort sin necesidad de operar a plena carga el sistema de acondicionamiento ambiental, factores determinantes para la competitividad y éxito de un hotel de playa.

- De no haberse desarrollado el proyecto, el consumo de energía eléctrica en acondicionamiento ambiental sería de 305,578 kWh al mes, equivalente a \$128,342.76. Con la instalación del sistema de control el usuario consiguió disminuir el consumo mensual hasta un valor de 229,183 kWh y el importe a \$96,257.07 mensuales, lo que significa un ahorro de 76,395 kWh con un importe de \$32,085.69 mensuales y \$385,028.28 anuales.
- El éxito de este proyecto puede establecerse en función de que los ahorros obtenidos permitieron recuperar la inversión total por \$715,080.47 en tan sólo 1.9 años, período a todas luces ventajoso, aún más si se considera que el FIDE financió la cantidad de \$500,000.00, los cuales fueron reembolsados en 2 años sin intereses.

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 página web:  
<http://www.fide.org.mx>