



### ■ ANTECEDENTES.

El Hotel Finisterra se localiza en la parte sur de Baja California, concretamente en Cabo San Lucas; cuenta con 10 secciones o edificios con un total de 197 habitaciones de una y 2 recámaras, así como de tipo estudio, incluyendo 59 habitaciones de tiempo compartido, más 2 casas adjuntas en las mismas condiciones y 4 suites. Fue fundado en 1969 y la última renovación fue realizada en agosto de 1993, fecha en que se construyó la torre "C", en el Area de Palapas.

El Hotel Finisterra recibe energía eléctrica de C.F.E. a través de una acometida de 13,200 V, la cual alimenta a 3 subestaciones eléctricas, una de 112.5 kVA, 220 V del lado de baja tensión, que da servicio a la lavandería, área de refrigeración, 3 casas

particulares, bodegas y áreas de mantenimiento; la segunda subestación de 750 kVA, 480 V en el lado de baja tensión que alimenta a todas las secciones existentes y, la última, con 2 transformadores de 500 kVA, con 440 V en el lado de baja tensión (1 en reserva), alimentando a la sección nueva de Palapas y a la Torre "C".



En la siguiente tabla se muestran los datos de facturaciones de energía eléctrica de octubre de 1995 a agosto de 1996, período en el cual el servicio tuvo valores promedio de 465 kW, 243,273 kWh y \$ 66,701.18 por concepto de demanda, consumo e importe, respectivamente.

dería, cocina antigua, hornos, estufas eléctricas, cafeteras, extractores, secadoras, mini-refrigeradores, calentadores de agua eléctricos y elevadores; cabe mencionar que en este rubro, la firma consultora incluyó algunas unidades de acondicionamiento ambiental que se encontraron prácticamente fuera

PERIODO	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	F.C. (%)	IMPORTE (\$)	P.M. (\$/kWh)
Oct-95	528	284,400	63.99	65,635.00	0.231
Nov-95	552	264,000	61.21	59,499.00	0.225
Dic-95	480	256,800	70.39	60,723.00	0.236
Ene-96	432	188,400	78.21	48,357.00	0.257
Feb-96	408	228,000	82.81	60,594.00	0.266
Mar-96	408	204,000	82.81	58,144.00	0.285
Abr-96	384	219,600	87.99	60,137.00	0.274
May-96	456	232,800	74.10	70,046.00	0.301
Jun-96	480	244,800	70.39	75,575.00	0.309
Jul-96	456	264,000	74.10	81,708.00	0.310
Ago-96	528	289,200	63.99	93,295.00	0.323
<b>PROMEDIO</b>	<b>465</b>	<b>243,273</b>	<b>73.64</b>	<b>66,701.18</b>	<b>0.274</b>

## DIAGNOSTICO.

Del levantamiento de las cargas individuales, se pudo concluir que la mayor de las demandas máximas (552 kW) está compuesta de la siguiente manera :

de operación. Se consideró que en estas cargas no había potencial de ahorro.

El sistema de acondicionamiento ambiental ocupa el primer lugar en cuanto a carga instalada y demanda, lo cual es razonable por

TIPO DE CARGA	CARGA INSTALADA		FACTOR DE DIVERSIDAD	DEMANDA	
	(kW)	(%)		(kW)	(%)
Aire acondicionado	533.1	42.2	2.2	242.3	43.9
Iluminación	150.5	11.9	1.4	107.5	19.5
Jacuzzi y Albercas	56.0	4.4	1.9	29.5	5.3
Sistema de bombeo	30.0	2.4	1.2	25.0	4.5
Refrigeración	28.0	2.2	1.1	25.5	4.6
Otras cargas	466.9	36.9	3.8	122.3	22.2
<b>TOTAL</b>	<b>1,264.5</b>	<b>100.0</b>		<b>552.0</b>	<b>100.0</b>

Del cuadro anterior es posible observar que el rubro de otras cargas ocupa el segundo lugar en cuanto a carga instalada y demanda; la razón es que están considerados aquellos aparatos que operan en la lavan-

tratarse de un hotel ubicado en zona cálida. En tercer lugar de importancia se encuentra el sistema de iluminación, siendo estos 2 rubros a considerar para el ahorro de energía eléctrica.





### Sistema de iluminación

A partir del diagnóstico realizado, se pudo establecer que el sistema de iluminación se conformaba de la siguiente manera :

SISTEMA	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (kW)
2X74 W fluoresc.	45	180	8.1
6X38 W fluoresc.	1	300	0.3
4X38 W fluoresc.	59	200	11.8
2X38 W fluoresc.	45	100	4.5
13 W fluoresc. compacta	655	13	8.5
<b>Subtotal fluoresc.</b>	<b>805</b>		<b>33.2</b>
100 W Incandesc.	726	100	72.6
75 W Incandesc.	76	75	5.7
60 W Incandesc.	85	60	5.1
40 W Incandesc.	575	40	23.0
25 W Incandesc.	56	25	1.4
50 W spot Incandesc.	20	50	1.0
<b>Subtotal Incandesc.</b>	<b>1,538</b>		<b>108.8</b>
Vapor de mercurio 400 W	8	455	3.6
Vapor de sodio 400 W	11	440	4.8
<b>Subtotal descarga</b>	<b>19</b>		<b>8.5</b>
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>2,362</b>		<b>150.5</b>

En los equipos de iluminación se identificó un potencial de ahorro importante, pues la mayoría de ellos es de tecnología obsoleta.

### Sistema de acondicionamiento ambiental

El sistema de aire acondicionado se compone de 4 Chillers tipo tornillo de 70 T.R., con eficiencia de 1.73 kW/TR, representando una carga instalada de 485 kW; 2 de ellos abastecen el área antigua y 2 a las nuevas instalaciones, es decir, está destinado exclusivamente al servicio de las habitaciones.

En 1993 el hotel aprovechó la entrada en operación de su nueva Torre "C" y el área de palapas, para sustituir el antiguo sistema de acondicionamiento ambiental, el cual sólo

brindaba servicio a las secciones existentes hasta ese entonces. El nuevo equipo de aire acondicionado consta de dos chillers para las habitaciones y dos chillers exteriores para las nuevas instalaciones (Torre "C" y Palapas).

Los chillers se encontraron en perfectas condiciones de operación, los aislamientos en tuberías y ductos también se encontraban en buen estado, por lo cual las oportunidades de ahorro en el sistema de aire acondicionado eran casi nulas, a menos que se sustituyeran las unidades por otras de mayor eficiencia, como lo son las del tipo tornillo.

Existen otros equipos de acondicionamiento ambiental que no están destinados al confort en las habitaciones, siendo los siguientes: en el restaurante viejo se encuentra instalada

una unidad de acondicionamiento ambiental tipo paquete de 10 T.R. y eficiencia de 1.38 kW/TR, una manejadora de aire, 1 ventilador, 8 unidades tipo minisplit de 3 T.R. y eficiencia de 1.43 kW/TR, así como una condensadora en la oficina de personal.

### ■ PROPUESTA DE ACCIONES.

Con base en la información obtenida del diagnóstico desarrollado, se detectaron las siguientes oportunidades de ahorro de energía eléctrica:

#### **Acondicionamiento ambiental**

Partiendo de la base de que los sistemas de aire acondicionado y sus instalaciones, eran

prácticamente nuevos, solamente se contemplaron las siguientes acciones :

- Convertir el sistema existente en un sistema desacoplado, pues los 2 sistemas actuales consistentes de 2 chillers para el área antigua y 2 chillers para la torre "C", trabajan en paralelo y dada su configuración, tienen necesidad de un bombeo constante de agua aún bajo condiciones de carga parcial, lo que conlleva un alto consumo de energía.
- Instalación de sistemas optoelectrónicos en las habitaciones, de tal forma que controle automáticamente el aire acondicionado al salir el huésped.
- Utilización de un sistema central de automatización de cargas, pues hasta ese entonces todo el control del aire acondicionado era manual.

### ***Iluminación.***

- De los sistemas convencionales existentes de 4X40 W, retirar 2 lámparas y un balastro electromagnético, convirtiéndolos en sistemas de 2X40 W.
- Sustituir las lámparas fluorescentes de los sistemas de 2X40 W, por igual número de lámparas ahorradoras de 34 W y balastro electromagnético de alta eficiencia de 2X34 W.
- Establecer un control horario general para el encendido y apagado de las lámparas incandescentes de 40 W, pues la totalidad de éstas permanecían encendidas aproximadamente 10 hrs. diarias durante 365 días al año.
- Sustituir las lámparas fluorescentes de los sistemas de 2X74 W, por igual número de

lámparas ahorradoras de energía de 60 W y balastos electromagnéticos de alta eficiencia de 2X60 W.

- Sustituir las lámparas incandescentes de 60 W por lámparas fluorescentes compactas de 9 W.
- Sustituir las lámparas incandescentes de 75 W por lámparas fluorescentes compactas de 13 W.
- Sustitución de lámparas incandescentes de 100 W por lámparas fluorescentes compactas de 23 W.
- Controlar el encendido de las lámparas fluorescentes compactas de los luminarios existentes de 2X13 W, para mantener operando solamente la mitad de ellos cuando el resto no sea necesario.

Cabe mencionar que aunque se contempló la posibilidad de instalar lámparas de 32 W T-8, esta solución no se consideró viable ante la escasa oferta de este tipo de lámparas en el mercado nacional. En una segunda etapa se prevé no sólo la instalación de estas lámparas, sino la sustitución de balastos electromagnéticos por electrónicos y la colocación de reflectores especulares de aluminio para reducir el 50% de las lámparas en operación.

### ***Bombeo y otras cargas.***

- Instalar controles de tiempo en las bombas de recirculación de agua en las albercas, para reducir el tiempo de operación en 50 %, de tal forma que sólo operen durante 12 horas al día.
- Sustitución de los motores eléctricos existentes por motores de alta eficiencia.



- Dejar fuera de servicio 1 de los elevadores de huéspedes desde las 23 :00 hrs. hasta las 07 :00 hrs. del día siguiente.

## ■ ACCIONES CORRECTIVAS.

Se tomó la decisión de instalar un sistema optoelectrónico de control para automatizar la operación del aire acondicionado en 100 habitaciones.

### ***Funcionamiento del sistema optoelectrónico.***

Es común en los hoteles que cuando un huésped sale de su habitación deja 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, la energía se habrá desperdiciado 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.

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 haya podido dejar encendidos.

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 la ranura, 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 encuentre oscura, ya que la tapa del sistema emite una luz que facilita su localización.

Es importante recordar que los consumos más importantes de energía eléctrica lo constituyen los sistemas de acondicionamiento ambiental y de iluminación; con base en esta consideración, es posible vislumbrar la magnitud de la energía eléctrica ahorrada con la utilización del control optoelectrónico.

### ***Consumo de energía en habitaciones sin sistema optoelectrónico de control.***

En ausencia de un sistema de control, los equipos funcionan ininterrumpidamente las 24 horas del día durante los 365 días del año, totalizando 8,760 horas de utilización anuales.

### ***Consumo de energía en habitaciones con sistema optoelectrónico de control.***

Considerando que el huésped no estará en la habitación durante 12 horas de las 24 totales del día, e instalando el sistema optoelectrónico, los equipos de aire acondicionado operarán a baja velocidad en ciclos de



5 minutos encendidos y 15 minutos apagados por lo que funcionan de la siguiente forma:

5 minutos encendidos = 25% de 12 horas = 3 horas

15 minutos apagados = 75% de 12 horas = 9 horas

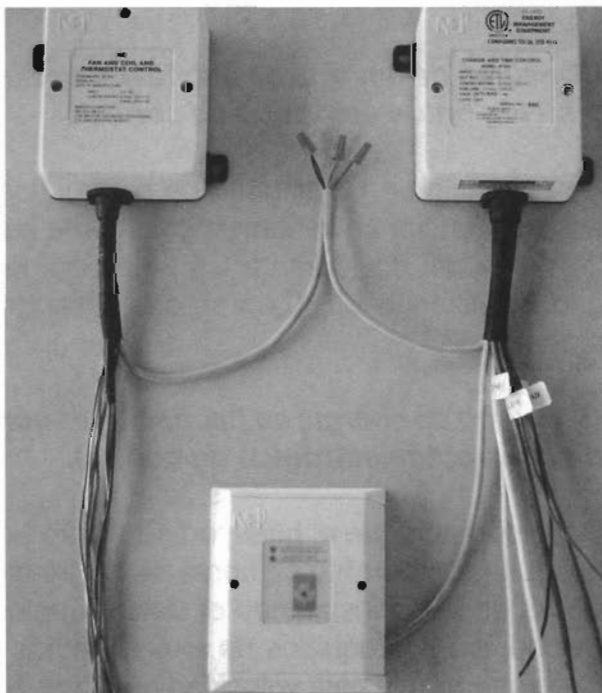
Por lo tanto, el acondicionamiento ambiental operará únicamente 15 horas al día durante los 365 días del año, totalizando 5,475 horas anuales de utilización.

### PRONOSTICO DE AHORROS

En seguida se aprecian los ahorros esperados con la instalación de los sistemas optoelectrónicos de control, así como el período de recuperación de la inversión requerida,

haciéndose la aclaración que, de acuerdo a las necesidades y a la capacidad del sistema de acondicionamiento ambiental, se estimó una carga por habitación de 2.2 kW y que del total de habitaciones sólo en 100 de ellas se instaló el control optoelectrónico.

CONCEPTO	EQUIPO SIN CONTROL	EQUIPO CON CONTROL	AHORRO
Carga por habitación (kW)	2.40	2.40	---
Factor de diversidad	2.20	2.20	---
Demanda por habitación (kW)	1.09	1.09	---
Número de habitaciones	100	100	---
Demanda total (kW)	109.00	109.00	---
Utilización (hrs/año)	8,760	5,475	---
Consumo (kWh/año)	954,840	596,775	358,065
Precio medio (\$/kWh)	0.2123	0.2123	---
Importe anual (\$)	202,712.53	126,695.33	76,017.20
<b>Costo de acciones correctivas (\$)</b>		<b>261,947.00</b>	
<b>Período de recuperación (años)</b>			<b>3.4</b>



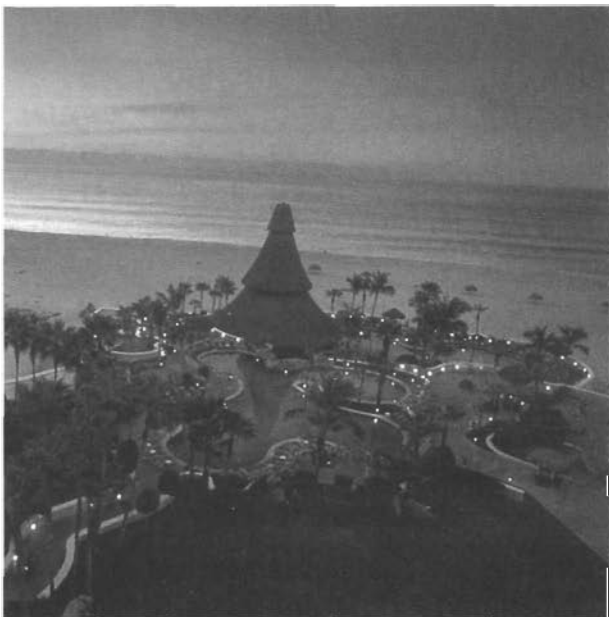
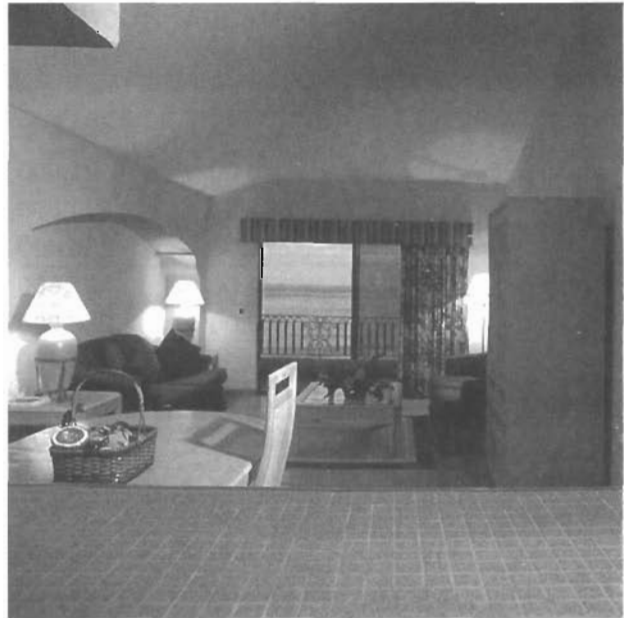
De la tabla anterior es posible notar las siguientes expectativas de ahorro: en la demanda no se esperaba una reducción, ya que no se disminuiría la carga instalada; en el consumo se esperaba una reducción de 358,065 kWh anuales, lo que equivale a 29,839 kWh mensuales; en el importe el ahorro esperado ascendía a \$ 76,017.20 anuales, equivalentes a \$ 6,334.76 mensuales, con la expectativa de recuperar la inversión en un período de 3.4 años.

### RESULTADOS OBTENIDOS.

A fines de septiembre de 1996 quedaron terminados los trabajos correspondientes. En el siguiente cuadro se muestran los ahorros promedio mensuales.



- Una opción para que los equipos de acondicionamiento ambiental trabajen sólo el tiempo requerido por el huésped, según resultados satisfactorios obtenidos, consiste en instalar sistemas optoelectrónicos de control para automatizar su operación en función de la ocupación de la habitación.
- Los pronósticos de ahorro fueron ampliamente rebasados, pues se esperaban ahorros por 29,839 kWh mensuales y se obtuvieron 31,560 kWh, lo que significó una desviación positiva de 5.76 %; el ahorro en importe esperado era de \$ 6,334.76 mensuales y se obtuvieron ahorros de \$ 12,785.09 razón por la cual la inversión realizada de \$ 299,101.04 fue recuperada en tan sólo 1.9 años considerando el costo del diagnóstico, período menor a la expectativa de 3.4 años, si bien esto se debió al incremento en el costo de la energía eléctrica.



- Se demostró que la instalación de este equipo de control representa una alternativa ventajosa para ahorrar energía eléctrica, sin necesidad de sustituir las unidades de acondicionamiento ambiental por otras de nueva tecnología, lo que implica mayores inversiones.
- Este proyecto es considerado como pionero en la instalación de sistemas optoelectrónicos, cuyos resultados espectaculares permiten comprobar la rentabilidad de dichos sistemas, convirtiéndose en un ejemplo a seguir por usuarios que estén interesados en reducir sus costos por concepto de energía eléctrica, quienes también pueden tener acceso al apoyo que brinda el FIDE, por demás atractivo, ya que el financiamiento no causa intereses.



MES	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	IMPORTE (\$)	P.M. (\$/kWh)	RECALCULO DEL IMPORTE (\$)
Oct-95	528.00	284,400	65,635.00	0.2308	105,304.84
Oct-96	480.00	262,800	97,307.00	0.3703	97,307.00
<b>Ahorro</b>	<b>48.00</b>	<b>21,600</b>			<b>7,997.84</b>
Nov-95	552.00	264,000	59,499.00	0.2254	131,086.50
Nov-96	576.00	236,400	117,382.00	0.4965	117,382.00
<b>Ahorro</b>	<b>-24.00</b>	<b>27,600</b>			<b>13,704.50</b>
Dic-95	480.00	256,800	60,723.00	0.2365	93,869.33
Dic-96	460.00	224,400	82,026.00	0.3655	82,026.00
<b>Ahorro</b>	<b>20.00</b>	<b>32,400</b>			<b>11,843.33</b>
Ene-96	432.00	238,200	48,357.00	0.2030	94,963.83
Ene-97	384.00	200,400	79,894.00	0.3987	79,894.00
<b>Ahorro</b>	<b>48</b>	<b>37,800</b>			<b>15,069.83</b>
Feb-96	408.00	228,000	60,594.00	0.2658	90,902.97
Feb-97	360.00	189,600	75,593.00	0.3987	75,593.00
<b>Ahorro</b>	<b>48</b>	<b>38,400</b>			<b>15,309.97</b>
<b>Promedio 95/96</b>	<b>480</b>	<b>254,280</b>	<b>58,961.60</b>	<b>0.2323</b>	<b>103,225.49</b>
<b>Promedio 96/97</b>	<b>452</b>	<b>222,720</b>	<b>90,440.40</b>	<b>0.4059</b>	<b>90,440.40</b>
<b>AHORRO TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>31,560</b>			<b>12,785.09</b>

Los resultados obtenidos se muestran resumidos en el siguiente cuadro:

costos a fin de conservar las mismas utilidades.

CONCEPTO	ANTEL DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			UNITARIO	PORCENTUAL
DEMANDA (kW)	480	452	28	5.83
CONSUMO (kWh)	254,280	222,720	31,560	12.41
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	1/	0.4059	---	---
IMPORTE MENSUAL (\$)	103,225.49	90,440.40	12,785.09	12.39
IMPORTE ANUAL (\$)	1,238,705.88	1,085,284.80	153,421.08	12.39
COSTO DE LAS ACCIONES (\$)			261,947.00	
COSTO DEL DIAGNOSTICO (\$)			37,154.04	
COSTO TOTAL (\$)			299,101.04	
<b>INVERSION (\$)</b>	<b>299,101.04</b>		<b>P.RECUPERACION (años)</b>	<b>1.9</b>

1/ No se consiga cifra ya que el precio medio se ha recalculado conforme a los precios vigentes

## CONCLUSIONES.

- La hotelería es un negocio con costos crecientes, pero con tarifas al huésped difíciles de incrementar, situación que aunada al nivel de competencia en zonas turísticas de playa, origina la necesidad de reducir los
- Uno de los costos más fáciles de abatir corresponde al de energía eléctrica, fundamentalmente porque una gran proporción 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.