



## ■ ANTECEDENTES

El Hotel Club del Sol se encuentra ubicado en la Av. Costera Miguel Alemán, Esq. Reyes Católicos s/n, Fraccionamiento Magallanes, Zona Dorada de la ciudad de Acapulco, Gro. Es un inmueble de cuatro estrellas destinado al servicio turístico con una capacidad de 400 suites, las cuales cuentan con cocineta totalmente equipada, aire acondicionado y televisión vía satélite; además cuenta con terraza, gimnasio, 4 albercas y chapoteadero, salón de juegos, centro comercial, canchas de squash y voleibol, jardines, lavandería, bar, agencia de viajes, servicio médico, estacionamiento, restaurante y cafetería. Está constituido por las siguientes secciones: Arcoiris A y B, Coral, Sirena y Delfines, cuya ocupación promedio anual en los últimos años ha sido del 60%.

Cuenta con tres subestaciones, facturándose estas por separado, teniéndose el servicio de energía eléctrica contratada bajo las tarifas OM en las secciones Sirena y Delfines y la tarifa H-M en la sección Arcoiris A y B. El voltaje de alimentación es de 13.2 kV y es reducido a 440 V y 220 V, con el que se alimenta a los equipos principales de servicio.

En noviembre de 1998 se celebró el primer convenio para ahorrar energía eléctrica en el sistema de aire acondicionado. Por la falta de recursos, y con la idea de ampliarlo, durante el año de 1999 se celebró un segundo convenio para complementar las acciones del primer proyecto, así como un financiamiento con una empresa de servicios energéticos para la realización total del mismo.

## DIAGNOSTICO

De acuerdo al diagnóstico realizado durante el mes de noviembre de 1999, se encontraron importantes oportunidades de ahorro, mismas que fueron consideradas para desarrollar un proyecto altamente rentable que permitiría obtener grandes beneficios económicos, un mejor servicio para los huéspedes y un importante paso para la reducción de los gastos operativos (energéticos), que aseguraría la futura competitividad del hotel en la zona.

### Indicadores energéticos.

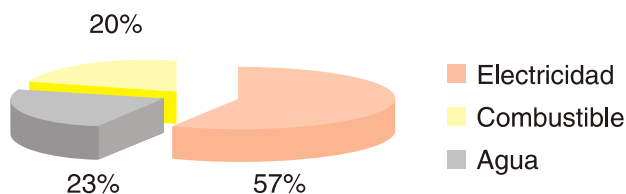
Los indicadores energéticos utilizados en el hotel se presentan en la siguiente tabla, en donde se observan los valores de consumos promedios de energéticos registrados durante 1998 y 1999, así como la cantidad de energéticos promedio utilizado por cada cuarto ocupado.

Promedio Anual	Estado del Hotel			Indicador Energético			
	Cuartos	No. De Huéspedes	% de Ocupación	Electricidad kWh/C.O.	Agua m <sup>3</sup> /C.O.	Combustible lts/C.O.	Costo \$/C.O.
1998	6,485	18,808	56.54	493.7	0.08	2.15	29.49
1999	6,961	19,852	60.77	449.9	0.34	3.26	38.41

C.O. = Cuarto Ocupado

En la siguiente gráfica se muestra la distribución promedio de los costos de los energéticos, en la cual se observa que el mayor porcentaje lo representa la energía eléctrica con el 57% seguido por el consumo de agua con un 23%.

Gráfica de Distribución de Energéticos



### Las oportunidades de ahorro de energía encontradas son las siguientes:

1. Sustitución de los equipos de aire acondicionado.
2. Precalentamiento de agua para los servicios.
3. Equipos de bajo flujo de agua.

La sustitución de los sistemas de aire acondicionado, contempla el instalar un equipo centrífugo de alta eficiencia (0.65 kW/T.R.), además de centralizar el servicio de aire acondicionado interconectando los cabezales de agua helada de los equipos centrífugos con los de los equipos reciprocantes y sustituyendo los equipos de ventana de las áreas de administración por manejadoras de aire.

Se recuperará calor de la máquina de aire acondicionado propuesta, para ser utilizado en el

precalentamiento del agua de servicio (38 °C) mediante un equipo de intercambio de calor integrado a la máquina. Para llegar a las temperaturas óptimas deseadas, se seguirán utilizando los equipos actuales para el calentamiento de agua para los servicios. Además, se instalarán equipos reductores de flujo de agua de alta eficiencia en las habitaciones, colocando regaderas y aereadores en los lavabos.

Asimismo, se sustituirá un generador de vapor para el calentamiento del agua de los servicios.



El acondicionamiento ambiental consta de dos unidades generadoras de agua helada con compresor tipo centrífugo de 225 y 259 T.R. c/u, una unidad del tipo reciprocante de 60 T.R. con cuatro compresores y 41 unidades del tipo ventana de 1, 1.5, 2 y 3 T.R., las cuales suman un total de 600.5 T.R.

## PRIMER PROYECTO

El servicio de aire acondicionado para las habitaciones se suministra por medio de dos unidades generadoras de agua helada enfriadas por medio de torres de enfriamiento.

Sin embargo, el sistema de bombeo de agua helada y de condensación no permite actualmente operar con las dos unidades a la vez, además de que la capacidad de las torres de enfriamiento no es suficiente para el flujo del agua de condensación de ambas unidades.

A pesar de que las dos unidades generadoras de agua helada son del tipo centrífugo, la cual es una de las tecnologías más recomendables para la generación de agua helada del sistema de aire acondicionado, éstas por su

antigüedad pueden considerarse como obsoletas por el tipo de refrigerante que utilizan (R-11), el cual se ha catalogado como dañino para la capa de ozono.

## Acciones correctivas.

Después de analizar la factibilidad técnica y económica en función del potencial de ahorro, se incrementó la eficiencia en el sistema de acondicionamiento ambiental al sustituir la unidad generadora de agua helada de 225 T.R. con compresor tipo centrífugo y con 13 años de antigüedad por una unidad remanufacturada, marca York, tipo centrífuga con una capacidad de 200 T.R., el proyecto incluye la instalación de 2 bombas y la interconexión del cabezal de agua helada. La sustitución se justifica en función de que la unidad de 225 T.R., tiene una relación de eficiencia de 0.95 kW/T.R., mientras que la unidad a instalar es de 0.65 kW/T.R., lo que permitirá obtener un ahorro de 84 kW en la demanda y de 43,550 kWh en el consumo mensual, equivalente a \$295,462.36 anuales, incluyendo IVA, por lo que la inversión total se recupera en un periodo de 2.7 años, según se aprecia en los siguientes cuadros.

### SISTEMA ACTUAL

Sistema	Capacidad Total T.R.	Relación Eficiencia kW/T.R.	Demanda Total kW	Horas de Uso Hrs/Mes	Consumo Mensual kWh/Mes
Unidad Generadora de Agua Helada Tipo Centrífuga, Mca. York, Mod. OTC2B2OJ.	225	0.95	213.8	520	111,150
<b>Total</b>	<b>225</b>		<b>213.8</b>		<b>111,150</b>

### SISTEMA PROPUESTO

Sistema	Capacidad Total T.R.	Relación Eficiencia kW/T.R.	Demanda Total kW	Horas de Uso Hrs/Mes	Consumo Mensual kWh/Mes
Unidad Generadora de Agua Helada Tipo Centrífuga, Mca. York, remanufacturada.	200	0.65	130.0	520	67,600
<b>Total</b>	<b>200</b>		<b>130.0</b>		<b>67,600</b>



## RESUMEN

Concepto	Sistema actual	Sistema propuesto	Ahorro
Demanda (kW)	213.8	130.0	83.8
Consumo Mensual (kWh)	111,150	67,600	43,550
Precio Medio (\$/kWh) <sup>1/</sup>	0.56537	0.56537	-
Importe Mensual (\$)	62,840.88	38,219.01	24,621.86
Importe Anual (\$)	754,090.51	458,628.14	295,462.36
Inversión = \$ 800,975.00		Recuperación = 2.7 Años	

<sup>1/</sup> El precio medio se tomó de las facturas con tarifa H-M

El equipo propuesto utiliza refrigerante R-123, por lo que es un equipo que no afecta al medio ambiente.

### SEGUNDO PROYECTO

Como complemento del servicio de aire acondicionado para las habitaciones, se cuenta con una unidad generadora de agua helada de 60 T.R. con cuatro compresores del tipo recíprocante. El condensador está formado por tubos de cobre enfriados por ventiladores de aire.

Además, para el acondicionamiento de área de oficinas en el hotel se cuenta con 41 equipos del tipo ventana, distribuidos de la siguiente manera: 25 de 1.5 T.R., 14 de 1 T.R., 1 de 3 T.R. y 1 de 2 T.R., que en total suman una capacidad de 56.5 T.R.

Los equipos recíprocantes con condensadores de tubos enfriados mediante aire, son la opción menos recomendable para la generación de agua helada en la zona geográfica en la que se encuentra Acapulco, ya que además de que estos equipos cuentan con la tecnología menos eficiente, la corrosión de la zona deteriora en forma excesiva y acelera el desgaste de las aletas de los condensadores disminuyendo aún más sus propiedades de transferencia de calor, y reflejándose posteriormente en altos costos de mantenimiento y operación.

El hotel en condiciones críticas de temperatura y ocupación opera con una unidad centrífuga de 259 T.R. y con una unidad recíprocante de 60 T.R., además de los equipos tipo ventana con una capacidad de 56.5 T.R., los cuales suman un total de 375.5 T.R.

La propuesta para este proyecto es que la unidad generadora de agua helada de 259 T.R., instalada hace 9 años, trabaje en conjunto con la unidad de 200 T.R., que se instaló en el primer proyecto, realizando las adecuaciones a los cabezales de agua helada y condensación, los cuales abastecerán al sistema de agua helada principal y realizando una interconexión al sistema de agua helada de la unidad recíprocante. Además se propone instalar un sistema de ductos para el suministro de aire acondicionado del área administrativa del hotel por medio de dos unidades manejadoras de aire de 15 T.R. c/u, las cuales se alimentarán de la red de agua helada general, con lo que se tendría una carga promedio total de 340 T.R.

De esta forma se mantendría operando la unidad centrífuga de 200 T.R. al 100% de carga, mientras que la unidad de 259 T.R. modularía la demanda superior a las 200 T.R. hasta 340 T.R. (operando a un 55% de carga). El enfriamiento de ambas unidades se realizará utilizando agua de 2 torres de enfriamiento nuevas de 200 T.R. c/u para cumplir con la capacidad nominal del sistema.



### Acciones correctivas.

Del análisis de las condiciones de operación se pudo determinar la factibilidad técnica de aprovechar una unidad tipo centrífuga de 259 T.R., que trabaja sólo esporádicamente por constituir un respaldo del sistema, la cual puede ser operada en forma continua con 140 T.R.

Los trabajos consistieron en la instalación de equipo y materiales para utilizar dicha unidad y dejar fuera de operación la unidad reciprocante de 60 T.R. y las unidades de ventana que en total suman una capacidad de 56.5 T.R.; el proyecto incluye la instalación de 2 torres de enfriamiento, un intercambiador de calor para incrementar la eficiencia

de la unidad generadora, un sistema de control, 2 unidades manejadoras de aire, 2 bombas y la fabricación e instalación de ductos.

Cabe observar que la unidad reciprocante de 60 T.R. tiene una relación de eficiencia de 1.65 kW/T.R., y que las unidades tipo ventana van de 1.08 hasta 1.44 kW/T.R., mientras que la unidad de 259 T.R. es de 0.76 kW/T.R., de manera que el retiro de aquéllos y la utilización de ésta, permitirá obtener un ahorro de 72 kW en la demanda y de 32,861 kWh en el consumo mensual, equivalente a \$259,464.93 anuales, incluyendo IVA, por lo que la inversión total se recupera en un período de 3.9 años, según se aprecia a continuación:

### SISTEMA ACTUAL

Sistema	Cant.	Capacidad unitaria T.R.	Capacidad total T.R.	Relación eficiencia kW/T.R.	Demanda total kW	Horas de Uso hrs/mes	Consumo Mensual kWh/mes
Unidad Generadora de Agua Helada Tipo Reciprocante, Mca. Carrier de 60 T.R.	1	60	60	1.65	99.0	720	71,280
Unidad tipo ventana de 1.0 T.R.	14	1	14	1.41	19.7	240	4,738
Unidad tipo ventana de 1.5 T.R.	25	1.5	37.5	1.44	54.0	240	12,960
Unidad tipo ventana de 2.0 T.R.	1	2	2	1.08	2.2	240	518
Unidad tipo ventana de 3.0 T.R.	1	3	3	1.14	3.4	240	821
<b>Total</b>			<b>116.5</b>		<b>178.3</b>		<b>90,317</b>

### SISTEMA PROPUESTO

Sistema	Cant.	Capacidad unitaria T.R.	Capacidad total T.R.	Relación eficiencia kW/T.R.	Demanda total kW	Horas de Uso hrs/mes	Consumo Mensual kWh/mes
Unidad Generadora de Agua Helada Tipo Centrífuga, Mca. York, Mod. YTC3C3B2.	1	259	140 <sup>1/</sup>	0.76	106.4	540	57,456
<b>Total</b>			<b>140</b>		<b>106.4</b>		<b>57,456</b>

<sup>1/</sup> Corresponde a la parte proporcional de una unidad de 259 T.R., la cual operará a carga parcial.

## RESUMEN

Concepto	Sistema actual	Sistema propuesto	Ahorro
Demanda (kW)	178.3	106.4	71.9
Consumo Mensual (kWh)	90,317	57,456	32,861
Precio Medio (\$/kWh) <sup>1/</sup>	0.65799	0.65799	-
Importe Mensual (\$)	59,427.55	37,805.47	21,622.08
Importe Anual (\$)	713,130.61	453,665.68	259,464.93
Inversión = \$ 1'017,250.00		Recuperación = 3.9 Años	

<sup>1/</sup> El precio medio se tomó de las facturas con tarifa OM

Es importante resaltar que la incorporación de estas tecnologías de punta en el hotel, además de generar importantes beneficios económicos que los colocará en una posición de competitividad más favorable, también disminuirá el mantenimiento derivado de la centralización del aire

### Síntesis de ahorros pronosticados e inversiones.

Tomando en cuenta el total de las acciones correctivas que se desarrollaron en las instalaciones del hotel, se espera tener un ahorro de energía eléctrica como sigue:

Concepto	Sistema actual	Sistema propuesto	Ahorro	%
Demanda (kW)	392.1	236.4	155.7	60.3
Consumo Mensual (kWh)	201,467	125,056	76,411	62.1
Importe Anual (\$)	1'467,221.12	912,293.82	554,927.30	62.2
Inversión (\$) = 1'818,225.00		Promedio de Recuperación = 3.3 Años		

acondicionado, y producirá un importante beneficio al medio ambiente, mismo que es vital para mantener la belleza natural de la zona, lo cual es un importante argumento de Imagen Corporativa.

### RESULTADOS

En el mes de noviembre de 2000 se terminó el cambio de las unidades de aire acondicionado señaladas con anterioridad, se realizaron las pruebas correspondientes y se pusieron en operación, de tal forma que a partir de diciembre del mismo año se empezaron a comprobar los ahorros pronosticados, lo cual se puede apreciar en el cuadro siguiente; cabe hacer mención de que la última columna contiene un recálculo del importe que hipotéticamente debería estar cubriendo el usuario de no haberse realizado el proyecto, ya que en este caso, el consumo anterior debería verse afectado por los nuevos precios de la tarifa que incluye un ajuste en los precios del combustible.





Periodo de Consumo	Demanda Máxima kW	Consumo Mensual kWh	Importe Mensual (\$)	Precio Medio (\$/kWh)	Recálculo del importe (\$) <sup>1/</sup>
Dic 99 – Feb 00	559.3	276,640	159,465.30	0.5764	175,417.42
Dic 00 – Feb 01	389.3	196,640	124,689.42	0.6341	124,689.42
<b>Ahorro Total</b>	<b>170.0</b>	<b>80,000</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>50,728.00</b>
Inversión (\$) <sup>2/</sup> = 1'818,225.00			P. Recuperación (Años) = 3.0		

<sup>1/</sup> Resultado de multiplicar el consumo de 276,640 kWh por el precio medio 0.6341 \$/kWh.

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

## CONCLUSIONES.

Tratándose de equipos con 13 años de antigüedad, resultó sumamente importante la sustitución de los compresores recíprocos por otros de tipo centrífugo, los resultados obtenidos implican que existe un amplio potencial de ahorro en todos los casos similares, bien sean hoteles, edificios de oficinas, centros comerciales, hospitales, etc., que a la fecha siguen operando con una antigüedad igual o mayor a la mencionada.

No obstante que la sustitución de las unidades generadoras de agua helada, pueden resultar una medida costosa, los ahorros obtenidos son a tal punto atractivos, que la inversión se recupera en menos de tres años, además de otras ventajas tales como la disminución en los gastos de mantenimiento, generados por el uso del equipo obsoleto.

En adición al beneficio por concepto de ahorro de energía eléctrica, el hotel recibirá otros beneficios que trae consigo la implementación del mismo sistema, lo que eleva el nivel de funcionalidad y competitividad del hotel, algunos de estos beneficios son:

- El cuarto de máquinas de aire acondicionado se centralizará, obteniéndose un mayor control y menos puntos de mantenimiento.
- Habrá mayor capacidad de enfriamiento, y por consecuencia, se tendrá un mejor

nivel de confort en las habitaciones de los huéspedes, áreas generales y oficinas administrativas.

- Así también, el proyecto cuenta con beneficios atractivos, lo que permite la renovación de equipos del área de servicios del hotel, como es la sustitución de equipo de bombeo de agua helada y bombas de agua de torre de enfriamiento, así como la sustitución de las torres de enfriamiento y el arreglo de los cabezales de las unidades de aire acondicionado.
- El tipo de refrigerante en los equipos de aire acondicionado actuales (R-11) será cambiado, por ser catalogado como dañino para la capa de ozono, por lo tanto, al poner el nuevo refrigerante (R-123), no se afectará al medio ambiente.
- Se disminuirán considerablemente los consumos de agua y de combustible, esto producirá un importante beneficio al medio ambiente, lo cual es vital para mantener la belleza natural de la zona y representa un importante argumento para la Imagen Corporativa.
- El calor de desecho de los equipos de aire acondicionado será utilizado por medio de un intercambiador de calor para precalentar el agua de servicios, con lo cual podemos obtener temperaturas de hasta 38 °C, misma que equivale al 50% de la energía necesaria para el calentamiento de agua del hotel.
- El hotel disminuirá el costo de operación por habitación, lo que le permitirá ser un hotel más competitivo en una de las zonas turísticas más atractivas del País.



**FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**  
**Mariano Escobedo No. 420, 1er piso. Col. Anzures. México, D.F.**  
**C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Llame sin costo: 01800 5086 417**  
**Consulte nuestra página web: <http://www.fide.org.mx>**