

UTILIZACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR EN EL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

El principio de funcionamiento del intercambiador de calor, se basa en la permuta de calor entre la línea de líquido y la línea de vapor lográndose que el refrigerante en fase líquida se subenfrie aún más (se convierta en líquido saturado) a fin de incrementar el efecto refrigerante en el evaporador. Por otra parte, el refrigerante en fase gaseosa que abandona el evaporador al circular por el intercambiador, se logra el sobrecalentamiento en el gas, por lo cual se reduce el trabajo en el compresor.

1.- HOTEL PLAZA PALENQUE

El hotel Plaza Palenque se encuentra ubicado en el km. 27 de la Carretera Catazajá-Palenque, en Palenque, Chis.; cuenta con 100 habitaciones y tiene la categoría 4 estrellas. En 1997 desarrolló un

proyecto de ahorro de energía eléctrica en sus instalaciones, solicitando para ello el apoyo técnico y financiero del FIDE.

El sistema de acondicionamiento ambiental estaba conformado por 7 unidades tipo paquete con compresores tipo recíprocante, capacidad nominal de 10 T.R. y eficiencia de 1.4913 kW/T.R. El personal del hotel detectó que este sistema presentaba los mayores consumos de energía eléctrica, debido a que la eficiencia de los equipos había disminuido hasta el valor antes mencionado. El usuario tenía conocimiento de que la eficiencia podría mejorarse con la adición de dispositivos intercambiadores de calor en dichos equipos y, decidió llevar a cabo un proyecto que implicara la instalación de los mismos.



El detalle de los equipos se aprecia enseguida:

EQUIPO	CAPACIDAD UNITARIA (T.R.)	EFICIENCIA (kW/T.R.)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (T.R.)	DEMANDA TOTAL (kW) ^{1/}	PERIODO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)
Unidad tipo paquete con compresor recíprocante.	10	1.4913	7	70	41.8	6,438	268,828
TOTAL			7	70	41.8		268,828

^{1/} Considerando un factor de diversidad de 2.5.

POTENCIAL DE AHORRO

El ahorro se determinó mediante una prueba que consistió en comparar la eficiencia medida de una unidad sin intercambiadores de calor (1.4913 kW/T.R.) y con intercambiadores (1.1930 kW/T.R.), cuyos resultados fueron determinantes para tomar la decisión de desarrollar el proyecto. El potencial de ahorro se determinó de acuerdo con lo siguiente:

	EQUIPO SIN INTERCAMBIADORES	EQUIPO CON INTERCAMBIADORES	AHORRO
CAPACIDAD PAQUETES (T.R.)	10	10	
RELACION DE EFICIENCIA (kW/T.R.)	1.4913	1.1930	0.2983
NUMERO DE EQUIPOS	7	7	
CARGA CHILLERS (kW)	104.4	83.5	20.9
FACTOR DE DIVERSIDAD	2.5	2.5	
DEMANDA MAXIMA (kW)	41.8	33.4	
FACTOR DE CARGA (%)	74.5	74.5	
OPERACION ANUAL (HORAS)	6,438	6,438	
CONSUMO ANUAL (kWh)	268,828	215,062	53,766
IMPORTE ANUAL (\$) ^{1/}	100,810.39	80,648.31	20,162.08
INVERSION (\$) ^{2/}		63,248.85	
PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS) 3.1			

^{1/} Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.375 \$/kWh

^{2/} Incluye IVA

RESULTADOS

El proyecto fue terminado en mayo de 1997, realizándose una comparación de los consumos del hotel 3 meses antes y 3 meses después de realizar el proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

CONCEPTO	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			UNITARIO	%
DEMANDA (kW)	142	135	7	4.9
CONSUMO ANUAL (kWh)	543,120	498,992	44,128	8.1
P.M. (\$/kWh)	^{1/}	0.4717	-	-
IMPORTE MENSUAL (\$)	256,189.70	235,374.53	20,815.18	8.1
INVERSION (\$) ^{2/} 63,248.85				
PERIODO DE RECUPERACION (años) 3.0				

^{1/} No se consigna cifra ya que el precio medio ha sido recalculado conforme a los precios vigentes.

^{2/} El FIDE financió \$37,949.31 y el usuario los restantes \$25,299.54.

CONCLUSIONES

Se instaló 1 intercambiador de calor en cada una de las 7 unidades generadoras de agua helada, originando un incremento en la relación de eficiencias de 0.2983 kW/T.R. en dichas unidades. Se obtuvo un ahorro anual de \$20,815.18 equivalente al 8.1%, con lo cual fue posible recuperar la inversión de \$63,248.85 en 3.0 años, período ligeramente inferior al pronosticado.

operación de sus cámaras de refrigeración, la empresa decidió desarrollar un proyecto consistente en la instalación de intercambiadores de calor en los equipos existentes.

El hotel cuenta con 6 unidades tipo paquete con capacidad nominal de 60 T.R., 2 unidades de paquete de 5 T.R. y 2 unidades de refrigeración de 5 T.R.

El detalle de los equipos se muestra enseguida:

EQUIPO	CAPACIDAD UNITARIA (T.R.)	EFICIENCIA (kW/T.R.)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (T.R.)	DEMANDA TOTAL (kW) ^{1/}	PERIODO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)
Unidad tipo paquete	60	1.3330	6	360	239.9	4,320	1,036,541
Unidad de refrigeración	5	1.1180	2	10	5.6	4,320	24,149
Unidad tipo paquete	5	1.4920	2	10	7.5	4,320	32,227
TOTAL			10	380	253.0		1,092,917

^{1/} Considerando un factor de diversidad de 2.0.

2. HOTEL PARAISO PERISUR CASO CS-HM-57

En la ciudad de México, D.F., opera el hotel Paraíso Perisur, ubicado en Cúspide N° 53, Col. Parques del Pedregal, el hotel tiene la categoría 5 estrellas y cuenta con 239 habitaciones. Enterados de los apoyos que brinda el FIDE y, debido a que el confort ambiental había disminuido y a la deficiente

Es importante aclarar que un sistema de acondicionamiento ambiental consiste en un ciclo termodinámico, en donde un líquido refrigerante produce el efecto de enfriamiento al pasar de un estado líquido a un estado gaseoso, en una sección denominada evaporador en donde se retira el calor del medio a enfriar; y en sentido inverso cuando cede el calor



ganado al medio ambiente, conocido comúnmente como condensador.

En total se instalaron 26 intercambiadores de calor, en las siguientes proporciones: 10 de 3/8", 4 de 1/2" y 12 de 7/8".

■ ACCIONES CORRECTIVAS

Dadas las características del sistema, la firma de consultoría propuso incrementar la eficiencia del mismo, mediante la instalación de intercambiadores de calor

■ POTENCIAL DE AHORRO

El pronóstico de ahorro para el hotel Paraíso Perisur se determinó de acuerdo con lo siguiente:

CONCEPTO	EQUIPO SIN INTERCAMBIADORES	EQUIPO CON INTERCAMBIADORES	AHORRO
CAPACIDAD PAQUETES (T.R.)	60	60	
RELACION DE EFICIENCIA (kW/T.R.)	1.333	1.1331	0.2000
NUMERO DE EQUIPOS	6	6	
CARGA PAQUETES (kW)	479.9	407.9	71.9820
CAPACIDAD UNIDAD REFRIGERACION (T.R.)	5	5	
RELACION DE EFICIENCIA (kW/T.R.)	1.118	0.9503	0.1677
NUMERO DE EQUIPOS	2	2	
CARGA UNIDAD REFRIGERACION (kW)	11.2	9.5	1.6770
CAPACIDAD PAQUETES (T.R.)	5	5	
RELACION DE EFICIENCIA (kW/T.R.)	1.492	1.2682	0.2238
NUMERO DE EQUIPOS	2	2	
CARGA PAQUETES (kW)	14.9	12.7	2.2380
CAPACIDAD TOTAL EQUIPOS (TR)	380	380	
CARGA TOTAL EQUIPOS (kW)	506	430	
FACTOR DE DIVERSIDAD	2	2	
DEMANDA TOTAL EQUIPOS (kW)	253.0	215.0	37.9
FACTOR DE CARGA (%)	50.0	50.0	
OPERACIÓN ANUAL (HORAS)	4320	4320	
CONSUMO TOTAL ANUAL (kWh)	1,092,917	928,979	163,938
IMPORTE TOTAL ANUAL (\$) ^{1/}	513,670.90	436,620.26	77,050.63
INVERSION (\$) ^{2/}		257,494.20	
PERIODO DE RECUPERACION (años) 3.3			

^{1/} Considerando un precio medio de 0.47 \$/kWh.

^{2/} Incluye IVA.

antes de la válvula de expansión, ubicada entre el condensador y el evaporador. Con esta acción el consultor estimó reducir el consumo mensual de energía eléctrica en 13,661 kWh que corresponde al 15% del promedio mensual de 1996.

El Ahorro Anual en consumo se determinó en 163,938 kWh anuales, que considerando el precio medio de 0.47 \$/kWh equivale a un importe anual de \$77,050.63 anuales con lo cual, la inversión de \$257,494.20 sería recuperada en un período de 3.3 años.

RESULTADOS

Una vez concluidos los trabajos correspondientes a la instalación de los intercambiadores, se procedió a evaluar los resultados durante un período de tres meses, a partir de noviembre de 1997, comparando los mismos meses de 1996 contra los de 1997, encontrándose los valores mostrados en la siguiente tabla:

El ahorro en consumo anual fue de 247,992 kWh, equivalente a \$128,287.68 anuales, con lo cual, la inversión de \$257,494.20 pudo recuperarse en un período de 2.0 años, período inferior a los 3.3 años esperados.

CONCLUSIONES

De este proyecto se puede concluir lo siguiente:

PERIODO	DEMANDA MAXIMA kW	CONSUMO MENSUAL kWh	IMPORTE MENSUAL \$	PRECIO MEDIO \$/kWh	RECALCULO DEL IMPORTE \$ ^{1/}
nov-96	480	214,000	91,857.30	0.4292	108,999.34
nov-97	480	212,000	107,980.65	0.5093	107,980.65
Ahorro	0	2,000	-	-	1,018.69
díc-96	480	224,000	103,241.60	0.4609	117,353.60
díc-97	480	192,000	100,588.80	0.5239	100,588.80
Ahorro	0	32,000	-	-	16,764.80
ene-97	480	200,000	97,700.00	0.4885	103,940.87
ene-98	400	172,000	89,389.15	0.5197	89,389.15
Ahorro	80	28,000	-	-	14,551.72
Promedio 96/97	480	212,667	97,599.63	0.4589	110,010.18
Promedio 97/98	440	192,000	99,319.53	0.5173	99,319.53
Ahorro total	40	20,667	-	-	10,690.64
Inversión (\$) ^{2/}		257,494.20	P. Recuperación (años)		2.0

^{1/} Resultado de multiplicar el consumo de un mes por el precio medio del mismo mes pero del año siguiente.

^{2/} El FIDE financio \$ 128,747.10 y el usuario los restantes \$ 128,747.10.



- Aun cuando el equipo de acondicionamiento ambiental tenga índices satisfactorios de eficiencia, todavía existe la posibilidad de incrementar ésta mediante la utilización de intercambiadores de calor.
- Una vez más, se demostró que mejorar las condiciones de los equipos, sea en hábitos de operación o eficiencia, genera sustanciales beneficios económicos que resaltan las bondades de desarrollo de proyectos del ahorro de energía eléctrica.