

**NUEVAS CONSTRUCCIONES, ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL EN HOTELES****ANTECEDENTES**

Una de las actividades que realiza el FIDE para promover el ahorro de energía eléctrica, consiste en propiciar el desarrollo de proyectos en hoteles que se encuentran en su etapa de construcción o de ampliación de sus instalaciones. Dichos proyectos consideran la instalación de equipos ahorradores de energía eléctrica, con tecnología de vanguardia, evitando así la adquisición de equipos ineficientes y obsoletos cuya operación redunde en consumos excesivos de energía eléctrica.

Si bien los equipos de alta eficiencia representan ventajas por cuanto a que reducen los costos de operación, es una práctica común hacer caso omiso de este parámetro si, por contrapartida, se reducen las inversiones. Esta cultura debe ser modificada y

para ello el FIDE contribuye financiando sin intereses el costo diferencial entre un equipo convencional y otro de nueva tecnología.

El acondicionamiento ambiental en algunos hoteles está constituido generalmente por unidades generadoras de agua helada, comúnmente denominadas "chillers", existiendo en el mercado nacional una serie de opciones que el empresario debe conocer para obtener mayores índices de eficiencia. Últimamente se ha observado una tendencia a instalar unidades de ventana que requieren menores instalaciones periféricas y que son menos costosas que las unidades generadoras de agua helada. En estos casos, compiten ventajosamente las unidades minisplit.

Las unidades del tipo ventana son los equipos de menor eficiencia energética que exis

ten en el mercado nacional, son de capacidades pequeñas, entre 3/4 TR hasta 3 TR y tienen relaciones de eficiencia que van desde 1.87 kW/TR hasta 1.3 kW/TR, dependiendo de la marca. Además de su baja eficiencia y su alto consumo energético, presentan otras desventajas como:

- Trabajan indiscriminadamente en virtud de que el termostato de que disponen no tienen graduación de temperatura.
- Maneja bajo volumen de aire que provoca alta deshumidificación y ambiente seco.
- Es altamente ruidosa, ya que todos sus componentes comunican el ruido a la habitación.
- La rejilla de inyección de aire es muy reducida, lo que impide una distribución uniforme en la habitación y, en consecuencia, se presentan variaciones de temperatura dentro de la misma.
- Requiere instalarse abriendo un boquete en el muro y, además, debe colindar a un lugar altamente ventilado para dispersar el calor de condensación.
- Se requiere desmontar de su posición para efectuar un mantenimiento adecuado.
- Proporciona una imagen negativa a la fachada del inmueble, restándole categoría al negocio que, tratándose de hoteles, es importante.

Adicionalmente, las unidades minisplit participan de las siguientes ventajas:

- Son del tipo dividido, es decir, la evaporadora se instala dentro de la habitación y la condensadora en algún lugar exterior, como el jardín, la azotea, el balcón, etc., conectándose ambos elementos por medio de tubería. Su distancia no debe exceder de 20 metros para evitar pérdida de presión del líquido refrigerante.
- Se controlan a una temperatura prefijada,

por lo cual trabajan menos tiempo que las unidades de ventana.

- Son más eficientes.
- Son silenciosas.
- Tienen menor peso.
- Tienen una vida útil de 12 años, que es superior a los 5 años de los equipos de ventana.
- Existe una gran variedad de modelos, lo cual facilita su instalación, ya sea empotrados en el plafond o superpuestos en la pared.
- Son más decorativas.
- El huésped puede controlar la temperatura de confort.
- Es posible manipularlas a control remoto.
- Requieren menor espacio.
- Existe la posibilidad de controlarlas con tarjetas optoelectrónicas.

Todas estas cualidades harían que cualquier empresario no tuviera duda alguna en decidir su instalación, a no ser por su alto costo, el que puede ser hasta 3 veces superior al de una unidad de ventana. Esta es la razón por la que el FIDE ha financiado la adquisición de estos equipos y de otros que por representar avances tecnológicos disminuyen el consumo de energía eléctrica. A continuación se hace una breve descripción de cada uno de ellos, aclarándose que no puede haber un cartabón para determinar su factibilidad económica, ya que existen parámetros que no son homogéneos, como las eficiencias que determinan los fabricantes tanto de las unidades de ventana, como de las minisplit; la limitación de marcas disponibles en la localidad y la de capacidades que ofrecen estas marcas; las horas de operación que están en función del clima de la zona y del por ciento de ocupación; el precio medio de la energía eléctrica que depende de la tarifa aplicable, según la región de que se trate y del factor de carga del servicio, así como la conveniencia para el usuario de reducir costos



desarrollando la mano de obra con su personal.

## CASOS DE PROYECTOS

### 1.- HOTEL LINDO MAR RESORT, CASO CS-HM-15

El hotel de 5 estrellas Lindo Mar Resort, se encuentra ubicado en la Carretera a Barra de Navidad km. 2.5 Fraccionamiento Conchas Chinas, Puerto Vallarta, Jal. En el año de 1998 el FIDE brindó su apoyo para instalar equipos de acondicionamiento ambiental de alta eficiencia en las nuevas instalaciones.

Como se puede observar, la demanda máxima se redujo de 64 kW a 41.2 kW, lo que representa un ahorro de 22.8 kW (35.6 %) al instalar unidades minisplit, resultando evidente la conveniencia de utilizarlas. Por otro lado, la factibilidad del proyecto se dio en función de la diferencia de costos entre el sistema convencional y el de alta eficiencia, la cual ascendió a \$269,547.12, misma que se recuperó en 2.6 años con el ahorro anual obtenido de \$104,405.76.

En seguida se muestran los ahorros obtenidos, así como la diferencia de inversión y el período de recuperación de la misma:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	45.0	64.0	8,640 <sup>4/</sup>	552,960	293,068.80	165,496.50
Unidades minisplit	39.3	41.2	8,640 <sup>5/</sup>	355,968	188,663.04	435,043.62
<b>AHORRO</b>		<b>22.8</b>		<b>196,992</b>	<b>104,405.76</b>	<b>269,547.12 <sup>3/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>2.6</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.530 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Es la diferencia de inversiones, de la cual el FIDE financió \$250,000.00.

<sup>4/</sup> Corresponde a un factor de carga del 98.6 %.

<sup>5/</sup> Se considera un factor de carga igual al de las unidades de ventana, aunque en la realidad este valor disminuye.

Originalmente, se había contemplado instalar 45 unidades de ventana con capacidad unitaria de 1 TR cuyas eficiencias eran de 1.43 kW/TR, mientras que al modificar el proyecto se instalaron unidades minisplit de 3/4, 1 y 1.5 TR, con eficiencias de 0.94, 1.15 y 1.17 kW/TR, con los siguientes resultados:

### Observaciones:

-El proyecto resultó altamente redituable (la inversión se recuperó en menos de 3 años) porque el proyecto original contemplaba solamente unidades de 1 TR; sin embargo, en el nuevo proyecto se instalaron unidades tanto de 3/4 TR, como de 1 TR y de

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.00 <sup>3/</sup>	1.43 <sup>2/</sup>	1.43	45	45.0	64.0
<b>Total sistema convencional</b>				<b>45</b>	<b>45.0</b>	<b>64.0</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.705	25	18.8	17.6
Unidad minisplit	1.00	1.15	1.150	19	19.0	21.8
Unidad minisplit	1.50	1.17	1.755	1	1.5	1.8
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>45</b>	<b>39.3</b>	<b>41.2</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0.

<sup>2/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

<sup>3/</sup> Sólo disponible en esta capacidad, por lo que no son equivalentes las capacidades de las 2 alternativas.



1 1/2 TR, de acuerdo con las necesidades reales, lo que permitió instalar 5.7 TR menos. Cabe mencionar que se hizo una simulación del proyecto original con 25 unidades de ventana de 3/4 TR, con el objeto de que las 2 alternativas fueran equivalentes, habiendo resultado una demanda máxima igual a los 64 kW en virtud de que la eficiencia de éstas es de 1.78 kW/TR, además de que no se consideró la disminución del factor de carga

Calle Prolongación Central Oriente s/n y Blvd. Díaz Ordaz, en Tapachula, Chis.

De no ser por el apoyo del FIDE, el usuario habría instalado unidades de ventana con capacidad individual de 1 TR y eficiencia de 1.43 kW/TR; sin embargo, el proyecto se modificó y, finalmente, fueron instaladas unidades minisplit cuyas características se aprecian a continuación:

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.00	1.43 <sup>2/</sup>	1.43	28	28.0	40.0
<b>Total sistema convencional</b>				<b>28</b>	<b>28.0</b>	<b>40.0</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.71	22	16.5	15.5
Unidad minisplit	1.50	1.17	1.76	4	6.0	7.0
Unidad minisplit	2.00	1.13	2.26	2	4.0	4.5
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>28</b>	<b>26.5</b>	<b>27.0</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0.

<sup>2/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

por la operación de las unidades minisplit que hubiera redundado en un ahorro mayor. El ahorro anual de \$104,504.76 representó el 35.6 %.

Los ahorros obtenidos se aprecian a continuación:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	28.0	40.0	8,760 <sup>4/</sup>	350,400	185,712.00	103,603.50
Unidades minisplit	26.5	27.0	8,760 <sup>5/</sup>	236,520	125,355.60	284,587.05
<b>AHORRO</b>		<b>13.0</b>		<b>113,880</b>	<b>60,356.40</b>	<b>180,983.55 <sup>3/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.0</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.530 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

<sup>4/</sup> Corresponde a un factor de carga del 100 %

<sup>5/</sup> Se considera un factor de carga igual al de las unidades de ventana, aunque en la realidad este valor disminuye.

## 2.- HOTEL LACANTUM, CASO CS-HM-16

En el año de 1998 el FIDE brindó su apoyo a Operadora Turística Lac, S.A. de C.V. para la adquisición del equipo de acondicionamiento ambiental que habría de instalarse en su nuevo hotel denominado Lacantum, categoría de 3 estrellas, 38 habitaciones y ubicado en

Del cuadro anterior se aprecia que los ahorros obtenidos ascendieron a 113,880 kWh y 13 kW en el consumo anual y la demanda respectivamente, equivalentes a \$60,356.40 anuales, mismos que permitieron recuperar la diferencia de inversión de \$180,983.55 en tan sólo 3 años.

### Observaciones:

-El proyecto original contemplaba la instalación de 28 unidades en igual número de habitaciones, sin considerar sus necesidades particulares de enfriamiento. El nuevo proyecto consideró que algunas unidades podrían tener capacidades inferiores a la propuesta de 1 TR y otras podrían ser superiores. Por esta razón, en el proyecto modificado se instalaron 1.5 TR menos. El ahorro anual por \$60,356.40 representó el 32.5 %, aunque debe observarse que en la realidad será mayor porque no se tomó en cuenta la disminución del factor de carga que debe haber con las unidades minisplit.

### 3.-HOTEL MADAM TABASCO, CASO CS-HM-17

El hotel tiene categoría de 3 estrellas y se encuentra ubicado en la calle de Francisco I. Madero N° 408, Zona Centro en la Ciudad de Villahermosa, Tab. En el año de 1998 el hotel llevó a cabo una ampliación de sus instalaciones, solicitando al FIDE su apoyo técnico y financiero para instalar equipos eficientes en el sistema de acondicionamiento ambiental, en lugar de los convencionales que pretendía instalar inicialmente.

El proyecto consistía en la instalación de 42 unidades de ventana, con una capacidad total de 42 TR y eficiencia de 1.87 kW/TR; una firma consultora desarrolló un estudio que demostró la factibilidad de adquirir equipos tipo minisplit en lugar de las unidades de

ventana. La diferencia en la eficiencia de los equipos permitió obtener ahorros de 130,637 kWh en el consumo anual, 30 kW en la demanda y \$93,914.80 anuales, con lo cual la sobreinversión de \$389,827.00 se recuperó en un período de 4.1 años. En seguida se aprecian resumidas las características de ambos equipos, así como los ahorros conseguidos:

CONCEPTO	EQUIPO		AHORRO
	VENTANA	MINISPLIT	
CAPACIDAD UNITARIA (TR)	1	1	-
EFICIENCIA (kW/TR)	1.87 <sup>3/</sup>	1.15	-
POTENCIA UNITARIA (kW)	1.87	1.15	0.72
Nº DE UNIDADES	42	42	-
CAPACIDAD TOTAL (TR)	42	42	-
DEMANDA TOTAL (kW) <sup>6/</sup>	78.54	48.30	30.24
TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	4,320 <sup>7/</sup>	4,320 <sup>8/</sup>	-
CONSUMO ANUAL (kWh)	339,293	208,656	130,637
IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	243,917.74	150,002.80	93,914.94
INVERSION (\$) <sup>2/</sup>	187,358.00	547,185.00 <sup>4/</sup>	359,827.00 <sup>5/</sup>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>			<b>3.8</b>

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.7189 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

<sup>4/</sup> Incluye materiales y mano de obra.

<sup>5/</sup> Es el costo diferencial, del cual el FIDE financió \$350,000.00.

<sup>6/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario.

<sup>7/</sup> Corresponde a un factor de carga del 49.3 %.

<sup>8/</sup> Se considera un factor de carga igual al de las unidades de ventana, aunque en la realidad este valor disminuye.

### Observaciones:

-El precio medio de la energía eléctrica es elevado porque el factor de carga de las instalaciones existentes es de 26.8 %; sin embargo, con la ampliación del hotel se estimó incrementar este factor a 49.3 %. El período de recuperación es alto porque la inversión incluyó costo de materiales y mano de obra. El ahorro de \$93,914.94 anuales corresponde al 38.5 %, pero este valor será mayor por no haberse tomado en cuenta la disminución del factor de carga con la operación de las unidades minisplit.

#### 4.- HOTEL SUITES REAL DEL LAGO CASO, CS-HM-18

El hotel Suites Real del Lago es una empresa mexicana que pertenece al grupo Construcciones Rig, S.A. de C.V., quien a través de los años se ha consolidado como uno de los principales hoteles en la región de Villahermosa. El hotel se encuentra ubicado en Calle Sindicato de Salubridad N° 209, Col. López Mateos en la Ciudad de Villahermosa, Tab. y tiene la categoría de 3 estrellas.

Cuenta con 40 suites y habitaciones distribuidas de la siguiente manera: 16 habitaciones estándar, 13 Jr. Suites (cocineta y frigobar), 10 suites dobles (2 recámaras, estancia, cocineta y frigobar), 1 master suit (estancia, cocineta y frigobar), cuenta con servicio de restaurante bar y un salón para eventos especiales.

Durante el año de 1998, el hotel entró en una etapa de crecimiento que originó la ampliación de sus instalaciones en un 50 %, mediante el diseño y construcción de un nuevo edificio anexo que se integró al ya existente. Los directivos del hotel tuvieron la preocupación de abatir el consumo de energía eléctrica, de modo que tomaron la decisión de instalar equipos de alta eficiencia en el sistema de acondicionamiento ambiental.

Fueron instaladas 34 unidades de ventana de alta eficiencia con una capacidad individual de 1 TR y una eficiencia de 1.30 kW/TR, 18 equipos más de ventana con capacidades unitarias de 1.5 TR y eficiencia de 1.24 kW/TR, 2 unidades minisplit de 3 TR cada una y eficiencia de 1.14 kW/TR, 4 unidades minisplit con capacidades unitarias de 2 TR y eficiencia de 1.14 kW/TR y, finalmente, 4 unidades minisplit de 1.5 TR cada una y eficiencia de 1.28 kW/TR.

Con el fin de establecer el monto de los ahorros, se elaboró un cuadro comparativo entre el sistema de alta eficiencia y el convencional, el cual se hubiese conformado por equipos convencionales de ventana en las siguientes proporciones: 34 unidades de 1TR y eficiencia de 1.87 kW/TR, 18 unidades de 1.5 TR y eficiencia de 1.77 kW/TR, 2 unidades de 3.0 TR y eficiencia de 1.44 kW/TR, 4 unidades de 2.0 TR y eficiencia de 1.51 kW/TR, así como 4 unidades de 1.5 TR y eficiencia de 1.77 kW/TR.

Los resultados obtenidos reportaron ahorros de 41 kW en la demanda y de 179,280 kWh en el consumo mensual. El costo diferencial de los equipos por \$253,102.14 fue financiado por el FIDE, resultando un negocio atractivo para el usuario, pues además de que reembolsó el financiamiento en 2 años sin intereses, éste pudo recuperarse en 2.6 años con el ahorro que ascendió a \$98,783.28. Enseguida se aprecian resumidas tanto las características de los equipos convencional y ahorrador, como los ahorros conseguidos:



DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.0	1.87 <sup>2/</sup>	1.87	34	34	63.58
Unidad de ventana	1.5	1.77 <sup>2/</sup>	2.66	18	27	47.88
Unidad de ventana	3.0	1.44 <sup>2/</sup>	4.32	2	6	8.64
Unidad de ventana	2.0	1.51 <sup>2/</sup>	3.02	4	8	12.08
Unidad de ventana	1.5	1.77 <sup>2/</sup>	2.66	4	6	10.64
<b>Total sistema convencional</b>				<b>62</b>	<b>81</b>	<b>142.82</b>
Unidad ventana de alta eficiencia	1.0	1.30	1.30	34	34	44.20
Unidad ventana de alta eficiencia	1.5	1.24	1.86	18	27	33.48
Unidad minisplit	3.0	1.14	3.42	2	6	6.84
Unidad minisplit	2.0	1.14	2.28	4	8	9.12
Unidad minisplit	1.5	1.28	1.92	4	6	7.68
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>62</b>	<b>81</b>	<b>101.32</b>

1/ Considerando un factor de diversidad de 1.0.

2/ Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

#### AHORROS LOGRADOS

SISTEMA	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Convencional	81	142.82	4,320 <sup>4/</sup>	616,982	339,957.08	329,541.00
Eficiente	81	101.32	4,320 <sup>5/</sup>	437,702	241,176.80	582,646.14
<b>AHORRO</b>		<b>41.50</b>		<b>179,280</b>	<b>98,783.28</b>	<b>253,102.14 <sup>3/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>2.6</b>	

1/ Considerando un precio medio de 0.551 \$/kWh.

2/ Incluye IVA.

3/ Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

4/ Corresponde a un factor de carga del 49.3 %.

5/ Se considera un factor de carga igual al de las unidades de ventana, aunque este valor sería inferior.

#### Observaciones:

-En este proyecto no sólo se instalaron unidades minisplit, sino también unidades de ventana de última generación que son más eficientes que las convencionales de primera generación. Si bien no son tan eficientes como las minisplit, su bajo precio en relación con éstas las convierte en una opción aceptable. Por esta razón, aunque el período de recuperación fue excelente (2.6 años) el ahorro anual de \$98,783.28 sólo alcanzó el 29 %. Cabe observar que no se introdujo un ajuste por la disminución del factor de carga al operar las unidades minisplit, por lo que el ahorro será mayor al calculado.

#### 5.- HOTEL SUITES SAN ANGEL, CASO CS-HM-19

El hotel se encuentra ubicado en la Av. José Pages Llergo N° 108 Colonia Centro, en la Ciudad de Villahermosa, Tab. Tiene categoría 4 estrellas y en 1998 contaba con 9 Master Suites, cada una de las cuales consta de sala, comedor, cocina y 3 habitaciones; contaba también con 4 Junior Suites, mismas que están formadas por una pequeña estancia, cocineta baño y una habitación con 2 camas matrimoniales.

Debido a la gran demanda de huéspedes durante ese año y al desarrollo que tiene la Ciudad, el usuario decidió ampliar el número

de habitaciones. Durante la etapa de construcción de las nuevas instalaciones, se utilizaron materiales aislantes de alta calidad en paredes y techos con el fin de disminuir la ganancia de calor y la capacidad de los equipos de acondicionamiento ambiental.

Inicialmente, el usuario instalaría unidades de ventana de 1.0, 1.5 y 2.0 TR con eficiencias que oscilaban entre 1.55 y 1.9 kW/TR, pronosticando una demanda de 88 kW, un

kW/TR y 5 unidades más de 1.5 TR con relación de eficiencia de 1.28 kW/TR. La inversión ascendió a \$544,870.00.

Los ahorros obtenidos fueron de 29 kW en la demanda y 128,334 kWh en el consumo anual, equivalentes a \$85,983.78, permitiendo recuperar la diferencia de inversiones de \$346,748.00 en un período de 4.0 años. Enseguida se muestran las características de los equipos:

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.0	1.90 <sup>2/</sup>	1.90	23	23.0	43.70
Unidad de ventana	2.0	1.55 <sup>2/</sup>	3.10	10	20.0	31.00
Unidad de ventana	1.5	1.77 <sup>2/</sup>	2.66	5	7.5	13.30
<b>Total sistema convencional</b>				<b>38</b>	<b>50.5</b>	<b>88.00</b>
Unidad minisplit	1.0	1.15	1.15	23	23.0	26.45
Unidad minisplit	2.0	1.13	2.26	10	20.0	22.60
Unidad minisplit	1.5	1.28	1.92	5	7.5	9.60
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>38</b>	<b>50.5</b>	<b>58.65</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0.

<sup>2/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

consumo anual de 385,440 kWh con un importe de \$258,244.80. El costo de este equi-

Mientras que los ahorros se resumen enseguida:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	50.5	88.0	4,380 <sup>5/</sup>	385,440	258,244.80	198,122.00
Unidades minisplit	50.5	58.7	4,380 <sup>6/</sup>	257,106	172,261.02	544,870.00 <sup>3/</sup>
<b>AHORRO</b>		<b>29.3</b>		<b>128,334</b>	<b>85,983.78</b>	<b>346,748.00 <sup>4/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>4.0</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.67 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Incluye costo de materiales y mano de obra.

<sup>4/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

<sup>5/</sup> Corresponde a un factor de carga del 50 %.

<sup>6/</sup> Se considera un factor de carga igual al de las unidades de ventana, aunque este valor tendrá que disminuir por el control de las unidades minisplit.

po era de \$198,122.00. Una firma consultora propuso modificar el proyecto para incorporar equipos con tecnología de punta en lugar de los tradicionales equipos de ventana, llevándose a cabo la instalación de unidades minisplit en las siguientes proporciones: 23 unidades de 1 TR con eficiencia de 1.15 kW/TR, 10 unidades de 2 TR y eficiencia de 1.13

### Observaciones:

-Este proyecto contempló la instalación de 38 unidades minisplit con capacidad total de 50.5 TR, en lugar del mismo número de unidades de ventana con idéntica capacidad total, por lo que el análisis se hizo en igualdad de circunstancias. El período de recupera-

ción de 4 años está dado por 2 parámetros, el que se refiere a la inversión que incluyó costo de materiales y mano de obra, y el bajo factor de carga (50 %). El ahorro de \$85,983.78 anuales corresponde al 33.3 %, valor que es conservador ya que en los cálculos no se refleja el incremento de ahorro por la disminución del factor de carga.

## 6.- HOTEL MISION DE LOS ANGELES, CASO CS-HM-20

En la Ciudad de Oaxaca opera el hotel Misión de los Angeles, cuenta con categoría de 4 estrellas y se conforma por 140 habitaciones. Se encuentra ubicado en la Calz.

Los equipos por instalar tendrían una capacidad unitaria de 1TR y eficiencia de 1.54 kW/TR, originando una demanda máxima de 171 kW, un consumo anual de 615,600 kWh y estaría pagando \$326,268.00 anuales; el costo de dichos equipos era de \$807,660.00. El consultor modificó el proyecto, instalando 140 unidades del tipo minisplit con capacidad unitaria de 0.75 TR y eficiencia de 0.94 kW/TR; la demanda de estas unidades es de tan sólo 79 kW, el consumo anual de 284,400 kWh y el importe de \$150,732.00, requiriendo una inversión de \$1,231,403.59. Enseguida se aprecia el comparativo entre los equipos de ventana y las unidades minisplit:

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.0 <sup>2/</sup>	1.54 <sup>3/</sup>	1.54	140	140	171
<b>Total sistema convencional</b>				<b>140</b>	<b>140</b>	<b>171</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.71	140	105	79
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>140</b>	<b>105</b>	<b>79</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversión de 1.26.

<sup>2/</sup> Sólo disponible en esta capacidad, por lo que no son equivalentes las capacidades de las 2 alternativas.

<sup>3/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

Porfirio Díaz N° 102 Col. Reforma en la Ciudad de Oaxaca, Oax. A través de una firma

En el siguiente cuadro se aprecian los ahorros logrados en este proyecto:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	140	171	3,600 <sup>4/</sup>	615,600	326,268.00	807,660.00
Unidades minisplit	105	79	3,600 <sup>5/</sup>	284,400	150,732.00	1,231,403.59
<b>AHORRO</b>		<b>92</b>		<b>331,200</b>	<b>175,536.00</b>	<b>423,743.59 <sup>3/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>2.4</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.530 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Es la diferencia de inversiones, de la cual el FIDE financió \$350,000.00.

<sup>4/</sup> Corresponde a un factor de carga del 41 %.

<sup>5/</sup> Valor igual al de las unidades ventana, aunque en la práctica tendrá que ser menor.

consultora se tuvo conocimiento que en el año de 1998 los propietarios planeaban instalar en cada una de las habitaciones equipos convencionales de ventana para satisfacer las necesidades de aire acondicionado.

### Observaciones:

-El proyecto original contemplaba la instalación de unidades tipo ventana de 1 TR, que es la de menor capacidad ofrecida por un proveedor local. Sin embargo, las habitacio-

nes sólo requerían de una capacidad de 3/4 TR que las minisplit sí tienen. Por lo tanto, aunque el número de unidades fue el mismo, la capacidad total del nuevo proyecto fue de 35 TR menos, lo que convirtió al proyecto en altamente redituable ya que el costo diferencial por \$423,743.59 se recuperó en tan sólo 2.4 años. El ahorro de \$175,536.00 anuales corresponde al 53 % que es muy superior al estándar, aunque cabe mencionar que en caso de que hubieran estado disponibles en el mercado local las unidades de ventana de 0.75 TR (proyecto original), el ahorro hubiera sido sólo de \$131,652.00 (considerando que éstas tienen una eficiencia de 1.78 kW/TR) y la recuperación un poco mayor a los 3 años, lo cual se debe a las condiciones de ocupación del hotel que arrojan un factor de diversidad de 1.26. El nivel de ahorro determinado es conservador debido a que no se consideró la disminución del factor de carga como consecuencia de la operación de las unidades minisplit, lo que hubiera arrojado un volumen mayor de ahorro.

## 7.- HOTEL GRAN CARIBE REAL, CASO CS-HM-21

En el año de 1998 la razón social Compañía Hotelera Gran Caribe Real, S. de R.L., inició la construcción del hotel del mismo nombre, con ubicación en Boulevard Kukulkán, km. 5.5., Zona Hotelera, Cancún, Q.Roo, habiendo proyectado la instalación de 2 uni-



dades generadoras de agua helada tipo recíprocante de 120 TR c/u y otras 2 de 100 TR c/u, con una capacidad total de 440 TR. Una vez que fueron instaladas, el propietario tuvo conocimiento que no había sido la mejor opción en cuanto a eficiencia, motivo por el cual se le planteó la posibilidad de instalar intercambiadores de calor como única solución para mejorar la eficiencia de las unidades.

El intercambiador de calor es un dispositivo que permite incrementar la capacidad de enfriamiento en el ciclo termodinámico de las máquinas, intercambiando calor entre la línea de líquido proveniente del condensador (hacia la válvula de expansión) y la línea de gas proveniente del evaporador (hacia el compresor). La finalidad de este proceso es subenfriar el refrigerante que no obstante encontrarse en fase líquida contiene partículas en estado gaseoso, lo cual es nocivo para la operación del chiller, ya que reduce el efecto refrigerante y, en consecuencia, la capacidad de enfriamiento. La proporción de dichas partículas depende de una serie de variables tales como los parámetros de diseño, altitud sobre el nivel del mar, condiciones propias de operación con respecto a capacidad y necesidades de enfriamiento, etc., motivo por el cual no se puede determinar en gabinete el potencial de ahorro de energía eléctrica, siendo necesario llevar a cabo pruebas de campo.

Esta prueba se desarrolló comparando la eficiencia medida de las unidades sin intercambiadores de calor (1.34 kW/TR y 1.31 kW/TR para las de 100 y 120 TR respectivamente) y con intercambiadores (1.14 kW/TR y 1.11 kW/TR también respectivamente), con cuya información se tomó la decisión de desarrollar el proyecto, obteniéndose los siguientes resultados:

nes sólo requerían de una capacidad de 3/4 TR que las minisplit sí tienen. Por lo tanto, aunque el número de unidades fue el mismo, la capacidad total del nuevo proyecto fue de 35 TR menos, lo que convirtió al proyecto en altamente redituable ya que el costo diferencial por \$423,743.59 se recuperó en tan sólo 2.4 años. El ahorro de \$175,536.00 anuales corresponde al 53 % que es muy superior al estándar, aunque cabe mencionar que en caso de que hubieran estado disponibles en el mercado local las unidades de ventana de 0.75 TR (proyecto original), el ahorro hubiera sido sólo de \$131,652.00 (considerando que éstas tienen una eficiencia de 1.78 kW/TR) y la recuperación un poco mayor a los 3 años, lo cual se debe a las condiciones de ocupación del hotel que arrojan un factor de diversidad de 1.26. El nivel de ahorro determinado es conservador debido a que no se consideró la disminución del factor de carga como consecuencia de la operación de las unidades minisplit, lo que hubiera arrojado un volumen mayor de ahorro.

#### **7.- HOTEL GRAN CARIBE REAL, CASO CS-HM-21**

En el año de 1998 la razón social Compañía Hotelera Gran Caribe Real, S. de R.L., inició la construcción del hotel del mismo nombre, con ubicación en Boulevard Kukulkán, km. 5.5., Zona Hotelera, Cancún, Q.Roo, habiendo proyectado la instalación de 2 uni-



dades generadoras de agua helada tipo recíprocante de 120 TR c/u y otras 2 de 100 TR c/u, con una capacidad total de 440 TR. Una vez que fueron instaladas, el propietario tuvo conocimiento que no había sido la mejor opción en cuanto a eficiencia, motivo por el cual se le planteó la posibilidad de instalar intercambiadores de calor como única solución para mejorar la eficiencia de las unidades.

El intercambiador de calor es un dispositivo que permite incrementar la capacidad de enfriamiento en el ciclo termodinámico de las máquinas, intercambiando calor entre la línea de líquido proveniente del condensador (hacia la válvula de expansión) y la línea de gas proveniente del evaporador (hacia el compresor). La finalidad de este proceso es subenfriar el refrigerante que no obstante encontrarse en fase líquida contiene partículas en estado gaseoso, lo cual es nocivo para la operación del chiller, ya que reduce el efecto refrigerante y, en consecuencia, la capacidad de enfriamiento. La proporción de dichas partículas depende de una serie de variables tales como los parámetros de diseño, altitud sobre el nivel del mar, condiciones propias de operación con respecto a capacidad y necesidades de enfriamiento, etc., motivo por el cual no se puede determinar en gabinete el potencial de ahorro de energía eléctrica, siendo necesario llevar a cabo pruebas de campo.

Esta prueba se desarrolló comparando la eficiencia medida de las unidades sin intercambiadores de calor (1.34 kW/TR y 1.31 kW/TR para las de 100 y 120 TR respectivamente) y con intercambiadores (1.14 kW/TR y 1.11 kW/TR también respectivamente), con cuya información se tomó la decisión de desarrollar el proyecto, obteniéndose los siguientes resultados:

	EQUIPO SIN INTERCAMBIADORES	EQUIPO CON INTERCAMBIADORES	AHORRO
CAPACIDAD CHILLER 1 (TR)	200	200	
RELACION DE EFICIENCIA (kW/TR)	1.34	1.14	0.2
CARGA CHILLER 1 (kW)	268	228	40
CAPACIDAD CHILLER 2 (TR)	240	240	
RELACION DE EFICIENCIA (kW/TR)	1.31	1.11	0.2
CARGA CHILLER 2 (kW)	314	266	48
CARGA CHILLER 1 Y 2 (kW)	582	494	88
FACTOR DE DIVERSIDAD	1.66	1.66	
DEMANDA MAXIMA (kW)	350	298	52
FACTOR DE CARGA (%)	70	70	
OPERACION ANUAL (horas)	6,132	6,132	
CONSUMO ANUAL (kWh)	2,146,200	1,827,336	318,864
IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	1,073,100.00	913,668.00	159,432.00
INVERSION (\$) <sup>2/</sup>		430,196.80 <sup>3/</sup>	430,196.80 <sup>4/</sup>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS)</b>		<b>2.7</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.50 \$/kW.

<sup>2/</sup> Incluyendo IVA.

<sup>3/</sup> Incluyendo costos de instalación, pruebas y puesta en marcha.

<sup>4/</sup> Es el costo diferencial, del cual FIDE financio \$350,000.00.

### Observaciones:

-Se instalaron 4 intercambiadores de calor en cada una de las 2 unidades de los chiller's 1 y 2, por lo que el total fue de 16, originando un incremento en la relación de eficiencias de 0.2 kW/TR para los chiller's 1 y 2. Se obtuvo un ahorro anual de \$159,432.00 equivalente al 14.9 % que, si bien es inferior al obtenido en otros proyectos, su período de recuperación fue mejor, ya que ascendió a 2.7 años.

### 8.- HOTEL BAEZ CARRIZAL, CASO CS-HM-22

El inmueble se encuentra ubicado en Boulevard Adolfo Ruiz Cortínez N° 1,802 Colonia Centro, en la Ciudad de Villahermosa, Tab. Durante el año de 1999 el hotel construyó una ampliación a sus instalaciones, para cuyo servicio de acondicionamiento ambiental planeaba instalar 42 unidades de ventana de 1.5 TR cada una con eficiencias de 1.77 kW/TR. El costo de este equipo ascendía a \$266,616.00.

Con la asesoría técnica y apoyo económico del FIDE, se modificó el proyecto para que fuesen instaladas 42 unidades tipo minisplit con capacidad de 1.5 TR cada una y eficiencia de 1.28 kW/TR, cuyo costo fue de \$597,599.63.

Se obtuvieron ahorros anuales de 31 kW, 201,396 kWh y \$130,907.40 por concepto de demanda, consumo e importe respectivamente, con lo cual la diferencia de inversión entre el sistema convencional y el de alta eficiencia de \$330,983.63, se recuperó en un período de 2.5 años. A continuación se muestran sintetizadas las características de los equipos, así como los ahorros logrados:

CONCEPTO	EQUIPO		AHORRO
	VENTANA	MINISPLIT	
CAPACIDAD UNITARIA (TR)	1.5	1.5	-
EFICIENCIA (kW/TR)	1.77	1.28	0.49
POTENCIA UNITARIA (kW)	2.66	1.92	0.74
N° DE UNIDADES	42	42	-
CAPACIDAD TOTAL (TR)	63	63	-
DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>	111.72	80.64	31.08
TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	6,480 <sup>4/</sup>	6,480 <sup>5/</sup>	-
CONSUMO ANUAL (kWh)	723,948	522,552	201,396
IMPORTE ANUAL (\$) <sup>2/</sup>	470,566.20	339,658.80	130,907.40
INVERSION (\$) <sup>3/</sup>	266,616.00	597,599.63	330,983.63 <sup>6/</sup>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>		<b>2.5</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario.

<sup>2/</sup> Considerando un precio medio de la energía de 0.65 \$/kWh.

<sup>3/</sup> Incluye IVA.

<sup>4/</sup> Corresponde a un factor de carga del 74 %.

<sup>5/</sup> Se conserva el mismo factor de carga de las unidades de ventana, aunque el valor para las unidades minisplit es menor.

<sup>6/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

### Observaciones:

-Los parámetros considerados en las 2 alternativas fueron los mismos, tanto en capacidad total de enfriamiento (63 TR) como en número de unidades (42). El proyecto fue altamente redituable (recuperación en sólo 2.5 años) por las condiciones de ocupación del hotel que significan un factor de diversidad unitario. El ahorro de \$130,907.40 anuales representa el 27.8 %, el cual se obtendrá bajo las condiciones más desventajosas ya que se calculó considerando el mismo factor de carga de las unidades de ventana, valor que en la práctica deberá ser menor.

### 9.- HOTEL HYATT REGENCY, CASO CS-HM-23

Ubicado en Av. Juárez N° 106, Colonia Lindavista, Villahermosa, Tab., el hotel llevó a cabo durante el año de 1999 una remodelación y ampliación a sus instalaciones, confrontando la necesidad de instalar 90 TR adicionales a su sistema de acondicionamiento ambiental, para lo cual una firma consultora le presentó cotización relativa a 3 unidades paquete con compresor tipo recíprocante de 30 TR c/u, cuya eficiencia es de las más bajas (1.2 kW/TR) por ser de tecnología obsoleta. Dada la baja capacidad requerida, la alternativa más atractiva resultó la de unidades con compresores tipo scroll cuyas eficiencias son de 0.70 kW/TR.

Cabe mencionar que el costo de este tipo de sistemas es elevado por requerir ductos de inyección y de retorno de aire, así como

difusores de inyección con control de volumen de aire y los respectivos controles de temperatura. Como este equipo periférico es necesario en cualquiera de las 2 alternativas, la diferencia de costos se dio solamente en las unidades tipo recíprocante y las del tipo scroll, con los siguientes resultados:

CONCEPTO	EQUIPO PAQUETE		AHORRO
	TIPO RECÍPROCANTE	TIPO SCROLL	
CAPACIDAD UNITARIA (TR)	30	30	
EFICIENCIA (kW/TR)	1.2	0.7	0.5
POTENCIA UNITARIA (kW)	36	21	15
Nº DE UNIDADES	3	3	
CAPACIDAD TOTAL (TR)	90	90	
DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>	108	63	45
FACTOR DE CARGA (%)	50	50	
TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	4,380	4,380	
CONSUMO ANUAL (kWh)	473,040	275,940	197,100
IMPORTE ANUAL (\$) <sup>2/</sup>	260,172.00	151,767.00	108,405.00
INVERSION (\$) <sup>3/</sup>	612,421.00	814,487.50	202,066.50 <sup>4/</sup>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>			<b>1.9</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario.

<sup>2/</sup> Considerando un precio medio de 0.55 \$/kW.

<sup>3/</sup> Incluye IVA.

<sup>4/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

### Observaciones:

-Las 2 alternativas fueron similares en cuanto a número de unidades y capacidad en toneladas de refrigeración. El proyecto resultó altamente redituable porque las unidades paquete tipo scroll ofrecen casi 42 % más de eficiencia, lo que originó consumos e importes menores en la misma proporción, que permitieron recuperar la diferencia de costos en sólo 1.9 años, demostrando así que para pequeñas capacidades la mejor opción son las unidades tipo scroll. El ahorro anual de \$108,405.00 corresponde al 41.7 %.

### 10.- HOTEL SAN FELIPE, CASO CS-HM-24

Se encuentra ubicado en la Av. Jalisco N° 15, en el Fraccionamiento San Felipe del Agua en Oaxaca, Oax. Es un hotel con ca-



tegoría 4 estrellas y en 1999 contaba con 160 habitaciones, fecha en que llevó a cabo

en un período de 3.5 años, como se aprecia en los siguientes cuadros:

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.00 <sup>2/</sup>	1.54 <sup>3/</sup>	1.54	60	60	92
<b>Total sistema convencional</b>					<b>60</b>	<b>92</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.70	60	45	42
<b>Total sistema eficiente</b>					<b>45</b>	<b>42</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0.

<sup>2/</sup> Sólo disponible en esta capacidad, por lo que no son equivalentes las capacidades de las 2 alternativas.

<sup>3/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

una ampliación de sus instalaciones.

Los ahorros reportados fueron los siguientes:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	60	92	2,880 <sup>4/</sup>	264,960	201,369.60	240,960.01
Unidades minisplit	45	42	2,880 <sup>5/</sup>	120,960	91,929.60	625,678.20
<b>AHORRO</b>		<b>50</b>		<b>144,000</b>	<b>109,440.00</b>	<b>384,718.19 <sup>3/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.5</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.76 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

<sup>4/</sup> Corresponde a un factor de carga del 32.8 %.

<sup>5/</sup> En la práctica, el factor de carga será inferior a 32.8 %, pero se considera este valor para obtener resultados conservadores.

Para satisfacer las necesidades de confort en las nuevas habitaciones, el usuario había contemplado instalar 60 unidades de ventana de 1 TR cada una y eficiencia de 1.54 kW/TR, lo cual propiciaría una demanda máxima de 92 kW, un consumo anual de 264,960 kWh y un importe de \$201,369.60. La inversión ascendía a \$240,960.01.

A través de una firma consultora y con el apoyo del FIDE, el usuario decidió utilizar el mismo número de unidades del tipo minisplit, pero de 0.75 TR, con una eficiencia de 0.94 kW/TR. De esta manera se obtendrían ahorros de 50 kW en la demanda, 144,000 kWh en el consumo y de \$109,440.00 en el importe, habiéndose invertido la cantidad de \$625,678.20.

La diferencia entre la inversión requerida para el sistema convencional y el ahorrador, fue de \$384,718.19, misma que se recuperó

### Observaciones:

- Este proyecto fue muy similar al del hotel Misión de los Angeles (Nº 6), por lo que son válidas las mismas observaciones en lo que a la disponibilidad de las unidades de ventana de la capacidad requerida (0.75 TR), razón que obligó a hacer el comparativo con respecto a unidades de 1 TR, originando una reducción, en el nuevo proyecto, de 15 TR. Si bien en el hotel San Felipe se consideró un factor de diversidad unitario, que es una ventaja en comparación con aquél (1.26), el factor de carga fue inferior (32.8 % contra 41 %) lo que es una desventaja. Conviene mencionar que el factor de diversidad fue en función del número de unidades (140 en un caso y 60 en el otro), mientras que el factor de carga depende de la ocupación del hotel, que no es la misma en ambos casos. Aun cuando el precio medio se incrementó de 0.53 kWh a 0.76 \$/kWh, la paridad cam-

biaria fue de \$8.50 por USD para el Misión de los Angeles y de \$10.20 para el San Felipe, lo que originó un incremento en el período de recuperación de 2.4 años a 3.5 años. El ahorro anual de \$109,440.00 representa el 54.3 % que seguramente será mayor al operar las unidades minisplit con un factor de carga inferior al 32.8 %.

### 11.-HOTEL MIRAFLORES, CASO CS-HM-25

El hotel se encuentra ubicado en la Av. Reforma N° 304, Colonia Centro, en la Ciudad de Villahermosa, Tab. Es un hotel con categoría de 3 estrellas y cuenta con 68 habitaciones.

El usuario construyó 30 habitaciones más en 1999 y proyectaba instalar un sistema de acondicionamiento ambiental conformado por

kW/TR, representando una demanda de 51 kW y un consumo anual de 367,200 kWh, equivalente a un importe de \$203,024.88. El costo de suministro e instalación de los equipos sería de \$128,650.50.

Una firma consultora propuso al usuario la instalación de unidades minisplit con una eficiencia superior a la de los equipos de ventana. Ante las ventajas del proyecto, el usuario se decidió por la instalación de las mismas, pues no obstante que su costo era mayor, el FIDE financió la diferencia de inversión.

Finalmente se instalaron 30 unidades del tipo minisplit de 1 TR y eficiencia de 1.05 kW/TR, cuya demanda total ascendió a 31.5 kW, con un consumo anual de 226,800 kWh e importe de \$125,397.72, habiendo tenido que invertir la cantidad de \$400,868.26, como se aprecia a continuación:

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.0	1.70 <sup>2/</sup>	1.70	30	30	51.0
<b>Total sistema convencional</b>					<b>30</b>	<b>51.0</b>
Unidad minisplit	1.0	1.05	1.05	30	30	31.5
<b>Total sistema eficiente</b>					<b>30</b>	<b>31.5</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0.

<sup>2/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

equipos individuales de ventana en cada habitación. Dichos equipos tendrían una capacidad unitaria de 1 TR y eficiencia de 1.70

Los resultados del proyecto y el período de recuperación de la inversión se muestran enseguida:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	30	51.0	7,200 <sup>4/</sup>	367,200	203,024.88	128,650.50
Unidades minisplit	30	31.5	7,200 <sup>5/</sup>	226,800	125,397.72	400,868.26
<b>AHORRO</b>		<b>19.5</b>		<b>140,400</b>	<b>77,627.16</b>	<b>272,217.76 <sup>3/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.5</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.5529 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

<sup>4/</sup> Corresponde a un factor de carga del 82.2 %.

<sup>5/</sup> Se considera un factor de carga igual al de las unidades de ventana, pero en la práctica este valor será inferior.

### Observaciones:

-Las 2 alternativas fueron equivalentes tanto en el número de unidades como en la capacidad total instalada en refrigeración. Las eficiencias de las unidades de ventana y de las minisplit discreparon ligeramente de las consideradas en otros proyectos, lo cual se debe a las especificaciones que marca el fabricante y que, en última instancia, son función de los precios unitarios ofrecidos. El ahorro anual por \$77,627.16 representa el 38.2 % y corresponde a un ahorro de 140,400 kWh que se obtendrá en las condiciones más desventajosas por no haberse considerado el ahorro adicional consecuencia de la operación controlada de las unidades minisplit.

### 12.- HOTEL PALACIO AZTECA, CASO CS-HM-26

Ubicado en Boulevard Cuauhtémoc N° 213, Col. Dávila en Tijuana, B.C., el hotel construyó durante el año de 1999, 30 habitaciones adicionales para cuyo servicio de acondicionamiento ambiental tenía que instalar igual número de unidades tipo ventana, con resistencia eléctrica integrada para proporcionar la calefacción necesaria en un clima como el de la Ciudad de Tijuana.

Debido a limitaciones de espacio para instalar en el exterior y a una distancia máxima de 25 metros, las 30 unidades condensadoras que suministran el líquido refrigerante a las 30 unidades evaporadoras que se colocarían dentro de las habitaciones, el usuario tomó la decisión de instalar un novedoso sistema, representante de la más moderna tecnología y que en nuestro país nunca había sido probado, por lo que este hotel se convirtió en pionero del sistema, el cual se denomina "KX".

Para el caso particular del hotel Palacio Azteca, el sistema KX consistió en instalar 3 unidades condensadoras de 10 TR c/u, las cuales alimentan de refrigerante a las evaporadoras tipo minisplit, ubicadas en el interior de cada una de las 30 habitaciones. Estas unidades cubren las necesidades de aire frío en la temporada de verano y calefacción en el invierno, ya que pueden operar como bombas de calor, lo que representa una ventaja con respecto a las unidades convencionales cuya calefacción es a base de una resistencia eléctrica.

Cabe mencionar que si bien el principio de funcionamiento del sistema KX es muy similar al de las unidades minisplit, la diferencia estriba en que al depender 10 evaporadoras de una sola condensadora, la eficiencia se incrementa porque ésta consta de 2 compresores tipo scroll, de los cuales sólo uno opera con una capacidad fija de 5 TR, mientras que el otro, de la misma capacidad, toma sólo la carga adicional, ya que trabaja a velocidad variable. Además, debe tomarse en cuenta que la demanda está en función de la capacidad total de las evaporadoras que, para el caso del hotel que nos ocupa, fueron 30 de 3/4 TR c/u, por lo que las necesidades máximas fueron de 22.5 TR.

La decisión del usuario para instalar este sistema, se apoyó también en la conveniencia de modernizar el hotel, tanto en su operación como en su apariencia, ya que los minisplits requieren que por cada evaporadora, ubicada en las habitaciones, se tenga una condensadora que comúnmente se instala en la azotea, las fachadas o en la parte posterior de los cuartos; sin embargo, no se disponía del espacio donde ubicarlas y además, el aspecto arquitectónico del inmueble no lo permitía, de ahí que el sistema KX fue una alternativa atractiva y rentable, participando,

además, de la ventaja que significa poder instalar la evaporadora a una distancia hasta de 50 metros con respecto a la condensadora, condición que es fundamental para evitar disminuciones en la presión del líquido refrigerante.

En el siguiente cuadro se muestra el análisis comparativo entre el sistema KX y las unidades de ventana:

es 5.3 veces mayor al obtenido en verano (\$27,594.00 anuales), lo cual se explica por la diferencia de potencias para la calefacción, que es de 3.4 kW de una resistencia eléctrica y de 0.7 kW correspondiente al sistema KX trabajando como bomba de calor, lo cual explica que el ahorro de \$173,880.00 anuales haya sido del 73 %.

CONCEPTO UNIDADES DE VENTANA	SISTEMA CONVENCIONAL KX MINISPLIT		SISTEMA AHORRADOR	
	REFRIGERACION	CALEFACCION	REFRIGERACION	CALEFACCION
Capacidad unitaria (TR)	1.0	1/	0.75	1/
Relación de eficiencia (kW/TR)	1.43	1/	0.93 2/	1/
Potencia unitaria (kW)	1.43	3.4	0.70	0.70
Unidades (N°)	30	30	30	30
Capacidad total (TR)	30	1/	22.5	1/
Demanda Máxima (kW) 3/	42.9	102.0	21.0	21.0
Tiempo de operación (horas/año) 4/	2,100	3,010	2,100	3,010
Consumo anual (kWh)	90,090	307,020	44,100	63,210
Importe anual (\$) 5/	54,054.00	184,212.00	26,460.00	37,926.00

1/ No se consigna dato porque es energía calorífica.

2/ Se refiere a la relación de eficiencia del conjunto condensadoras y evaporadoras.

3/ Considerando un factor de diversidad de 1.0.

4/ Corresponde a un factor de carga de 58.3 % para las épocas de calor y de frío.

5/ Considerando un precio medio de la energía de 0.60 \$/kWh.

Las conclusiones se indican a continuación:

### 13.- HOTEL VICTORIA, CASO CS-HM-27

CONCEPTO	UNIDADES DE VENTANA	SISTEMA KX MINISPLIT	AHORRO
Demanda Máxima en Verano (kW)	42.9	21.0	21.9
Demanda Máxima en Invierno (kW)	102.0	21.0	81.0
Consumo anual (kWh)	397,110	107,310	289,800
Importe anual (\$)	238,266.00	64,386.00	173,880.00
Inversión (\$)	161,053.20	601,544.84	440,491.64 1/
<b>PERIODO DE RECUPERACION</b>		<b>2.5</b>	

1/ Es el costo diferencial, del cual el FIDE financió \$ 400,000.00.

#### Observaciones:

-Independientemente de las limitaciones existentes para instalar unidades individuales tipo minisplit, que obligaron a contemplar como única alternativa el sistema KX, se comprobó la bondad de éste en regiones cuyo clima impone la necesidad de utilizar calefacción, ya que el ahorro logrado en época de invierno (\$146,286.00 anuales)

El hotel Victoria se encuentra localizado en Carretera Internacional km. 545 en la Ciudad de Oaxaca, Oax. Tiene categoría de 5 estrellas y cuenta con

150 habitaciones, un edificio principal acondicionado con suites, junior suites y un espacio destinado a villas.

Debido al clima y a que el hotel está ubicado en una de las partes más altas de la ciudad, nunca se consideró el acondicionamiento ambiental como una necesidad. Sin embargo, por cuestiones de competitividad, el propietario contempló la posibilidad de instalar

unidades de ventana en cada una de las habitaciones, en las siguientes proporciones: 62 de 1 TR con una capacidad total de 62 TR y eficiencia unitaria de 1.43 kW/TR, así como 18 de 1 1/2 TR con capacidad total de 27 TR y eficiencia unitaria de 1.33 kW/TR. El sistema tendría una demanda de 113.3 kW, un consumo de 571,032 kWh al año con un importe de \$367,915.92, requiriendo de una inversión de \$390,551.91. El usuario modificó su decisión a fin de reducir el costo de energía eléctrica, aprovechando el ofrecimiento del FIDE consistente en otorgar un financiamiento hasta de \$400,000.00 reembolsables sin intereses, para cubrir la diferencia de inversiones. El nuevo proyecto consistió en instalar 62 unidades minisplit con eficiencia de 0.94 kW/TR y capacidad de 0.75 TR cada una y



En el siguiente cuadro se aprecian los ahorros logrados en este proyecto:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	89	113.3	5,040 <sup>4/</sup>	571,032	367,915.92	390,551.91
Unidades minisplit	74	68.5	5,040 <sup>5/</sup>	345,240	222,438.12	871,497.60
<b>AHORRO</b>		<b>44.8</b>		<b>225,792</b>	<b>145,477.80</b>	<b>480,945.69 <sup>3/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.3</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.6443 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Es la diferencia de inversión, de la cual el FIDE financió \$400,000.00

<sup>4/</sup> corresponde a un factor de carga de 57.5 %.

<sup>5/</sup> Aun cuando se considera igual al factor de carga de las unidades de ventana, el valor real es menor.

18 unidades más con eficiencia de 1.16 kW/TR y 1.5 TR. Los ahorros anuales obtenidos ascendieron a 44.8 kW en la demanda, 225,792 kWh y \$145,477.80, permitiendo recuperar la diferencia de inversión en 3.3 años, como se aprecia a continuación:

Con el objeto de determinar si la consideración de unidades de 1.0 TR en el proyecto original podría incidir negativamente en la decisión de modificar el proyecto, se desarrolló un análisis bajo el supuesto de que dichas unidades hubieran sido de 0.75 TR,

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.00	1.43 <sup>2/</sup>	1.43	62	62	80.6
Unidad de ventana	1.50	1.33	2.00	18	27	32.7
<b>Total sistema convencional</b>				<b>80</b>	<b>89</b>	<b>113.3</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.71	62	47	40.0
Unidad minisplit	1.50	1.16	1.74	18	27	28.5
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>80</b>	<b>74</b>	<b>68.5</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.1.

<sup>2/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

introduciendo, además, una ligera variación del factor de carga derivado de una operación controlada de las unidades minisplit, obteniéndose los siguientes resultados.

petitivo. Para comprobar la consistencia de los cálculos, se simuló que en el proyecto original hubiese sido factible instalar unidades de ventana de 0.75 TR, y además se

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	0.75	1.78 <sup>2/</sup>	1.335	62	46.5	75.2
Unidad de ventana	1.50	1.33	1.995	18	27.0	32.6
<b>Total sistema convencional</b>				<b>80</b>	<b>73.5</b>	<b>107.8</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.705	62	46.5	39.7
Unidad minisplit	1.50	1.16	1.74	18	27.0	28.5
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>80</b>	<b>73.5</b>	<b>68.2</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.1.

<sup>2/</sup> Valor considerado en proyectos similares.

Con los datos de las demandas máximas calculadas, se obtuvieron los siguientes ahorros:

consideró la disminución del factor de carga de 57.5 % a 50.0 % por la operación controlada de las unidades minisplit, habiéndose

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Sistema convencional	73.5	107.8	5,040 <sup>3/</sup>	543,312	350,055.92	390,551.91
Sistema eficiente	73.5	68.2	4,380 <sup>4/</sup>	298,716	192,462.72	871,497.60
<b>AHORRO</b>				<b>244,596</b>	<b>157,593.20</b>	<b>480,945.69 <sup>5/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.0</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.6443 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Corresponde a un factor de carga de 57.5 %.

<sup>4/</sup> Corresponde a un factor de carga de 50.0 %.

<sup>5/</sup> Es la diferencia de inversión de la cual el FIDE financió \$ 400,000.00.

### Observaciones:

-Como la capacidad disponible en unidades de ventana es de 1.0 TR y las necesidades de cada habitación fueron de 0.75 TR, la comparación no fue equivalente, por lo que en el nuevo proyecto se redujeron 15 TR. Al igual que en otros proyectos, la única posibilidad de suministrar el servicio de acondicionamiento ambiental era a través de unidades de ventana, ya que el hotel se encontraba operando y no había sido construido para alojar un sistema central. En estas condiciones la instalación de unidades minisplit constituyó la mejor alternativa para ahorrar energía eléctrica y al mismo tiempo elevar la categoría del hotel haciéndolo más com-

obtenido mejores resultados, ya que el ahorro anual resultó de 244,596 kWh en lugar de 225,792 kWh y el importe fue de \$157,593.20, equivalente al 45 %, en lugar de \$145,477.80, equivalente al 39.5 %.

### 14.- HOTEL Y VILLAS PACIFICA, CASO CS-HM-28

El inmueble se ubica en Paseo de la Colina s/n, Col. Vista Hermosa, en Ixtapa Zihuatanejo, Gro. En el año de 1999 el hotel se encontraba en etapa de construcción, cuyo sistema de acondicionamiento ambiental había sido seleccionado en función del costo más bajo que resultó ser el conformado por unidades tipo ventana.

El sistema estaría compuesto por 65 unidades de 0.75 TR cada una y eficiencia de 1.78 kW/TR, así como por 3 unidades de 1.0 TR y eficiencia de 1.3 kW/TR, por lo que el sistema completo tendría una demanda máxima de 82 kW, un consumo anual de 387,860 kWh con un importe de \$269,834.20.

ascendieron a 38 kW en la demanda máxima, 179,740 kWh en el consumo anual y a \$125,045.12 también anual, con lo cual la diferencia de inversión de \$414,596.16 se recuperó en 3.3 años, como se aprecia en los siguientes cuadros:

#### COMPARATIVO DE EQUIPO CONVENCIONAL VS EFICIENTE

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)
Unidad de ventana	0.75	1.78 <sup>3/</sup>	1.34	65	49	78 <sup>1/</sup>
Unidad de ventana	1.00	1.30 <sup>3/</sup>	1.30	3	3	4 <sup>2/</sup>
<b>Total sistema convencional</b>				<b>68</b>	<b>52</b>	<b>82</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.71	65	49	41 <sup>1/</sup>
Unidad minisplit	1.00	0.99	0.99	3	3	3 <sup>2/</sup>
<b>Total sistema eficiente</b>					<b>52</b>	<b>44</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.12.

<sup>2/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0.

<sup>3/</sup> Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

#### AHORROS OBTENIDOS

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	52	82	4,730 <sup>3/</sup>	387,860	269,834.20	301,149.12
Unidades minisplit	52	44	4,730 <sup>4/</sup>	208,120	144,789.08	715,745.28
<b>AHORRO</b>		<b>38</b>		<b>179,740</b>	<b>125,045.12</b>	<b>414,596.16 <sup>5/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.3</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.6957 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Corresponde a un factor de carga de 54.0 %.

<sup>4/</sup> Se considera igual al factor de carga de las unidades de ventana, aun cuando en la práctica este valor se verá disminuido.

<sup>5/</sup> Es la diferencia de inversiones, de la cual el FIDE financió \$400,000.00.

La decisión de instalar dichos equipos, como se mencionó, estaba apoyada en su bajo costo, pues éste era de solamente \$301,149.12.

A través de una firma consultora, el usuario solicitó apoyo del FIDE para instalar un sistema de alta eficiencia, el cual consistía en 65 unidades minisplit con eficiencia de 0.94 kW/TR y capacidad unitaria de 0.75 TR, más 3 unidades de 1.0 TR con relación de eficiencia de 0.99 kW/TR. El sistema de alta eficiencia tuvo una demanda máxima de 44 kW, un consumo anual de 208,120 kWh e importe de \$144,789.08, con una inversión de \$715,745.28. Los ahorros obtenidos

#### Observaciones:

-El análisis comparativo fue equivalente tanto en el número de unidades como en la capacidad instalada, debido a que el usuario ya había obtenido de un proveedor cotización de unidades de ventana de 3/4 TR, aun cuando su eficiencia era inferior a las de 1.0 TR (1.78 kW/TR en contra de 1.3 kW/TR), no obstante lo cual, el proyecto fue redituable pues el costo diferencial se recuperó en 3.3 años. El ahorro anual por \$125,045.12 representa el 46.3 % que corresponde a 179,740 kWh que será, en la práctica, más elevado por no haberse

considerado la disminución del factor de carga consecuencia de la operación controlada de las unidades minisplit.

## 15.- HOTEL SAN LUIS, CASO CS-HM-29

El Hotel San Luis está ubicado en Av. Las Palmas No. 1, Col., Guadalupe en Culiacán, Sin. En el año 2000 el hotel construyó el salón de eventos "El Gran Conquistador", para cuyo servicio de acondicionamiento ambiental solicitó de varios proveedores las respectivas propuestas, habiendo resultado la más económica la referente a una unidad tipo paquete con capacidad de 45.3 TR y compresor recíprocante. Sin embargo, la mejor opción desde el punto de vista del ahorro de energía eléctrica estaba constituida por una unidad chiller con compresor tipo scroll, la cual representa el inconveniente del alto costo debido a la necesidad de construir la correspondiente red de agua helada. El costo de la unidad convencional era de \$224,732.97 incluyendo IVA y el de la unidad generadora de agua helada \$632,360.51, por lo que la decisión de apoyar la instalación de esta última estaba en definir si con la diferencia de eficiencias y el ahorro por obtener se pagaba el costo diferencial en un plazo razonable, habiéndose obtenido los siguientes resultados.

## Observaciones:

-Cualquier alternativa supera a las unidades con compresor tipo recíprocante. En este caso la unidad chiller con compresor tipo scroll fue mejor no obstante el alto costo no sólo de la unidad sino del sistema de agua helada que fue necesario instalar, resultado que se dio fundamentalmente por la baja eficiencia de aquel (1.5 kW/TR). La diferencia tan marcada de eficiencias se obtuvo por la versatilidad del compresor scroll que a una carga del 80 % es de 0.95 kW/TR. Aun cuando la diferencia de inversiones se recupera en 4 años, el ahorro anual por \$98,707.21 representa el 37.1 % que es muy similar al de otros proyectos, aunque debe observarse que las peculiaridades del local por acondicionar hacía inviable la instalación de unidades minisplit.

## 16.- HOTEL QUALTON CLUB, CASO CS-HM-30

Ubicado en Costera Miguel Alemán N° 159, Acapulco, Gro., durante el año 2000 el hotel construyó nuevas habitaciones y remodeló las instalaciones en donde se alojan el Teatro de las Estrellas, el Restaurante La Cava, el

CONCEPTO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA AHORRADOR	AHORRO
	UNIDAD PAQUETE TIPO RECÍPROCANTE	UNIDAD CHILLER TIPO SCROLL	
Capacidad unitaria (TR)	45.3	47.8	
Capacidad efectiva	38.5 <sup>1/</sup>	38.24 <sup>2/</sup>	
Relación de eficiencia (kW/TR)	1.5	0.95 <sup>3/</sup>	0.55
Demanda máxima (kW) <sup>4/</sup>	57.75	36.33	21.42
Factor de carga (%)	78	78	
Tiempo de operación (horas/año) <sup>5/</sup>	6,833	6,833	
Consumo anual (kWh)	394,606	248,243	146,363
<b>Importe anual (\$) <sup>6/</sup></b>	<b>266,122.29</b>	<b>167,415.08</b>	<b>98,707.21</b>
<b>Inversión (\$) <sup>7/</sup></b>	<b>224,732.97</b>	<b>632,360.51</b>	<b>407,627.54</b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION</b>		<b>4.0</b>	

1/ Trabajando al 85 % de carga.

2/ Trabajando al 80 % de carga.

3/ Trabajando al 80 % de carga. El valor es de 1.23 kW/TR trabajando al 100 %.

4/ Considerando un factor de diversidad unitario.

5/ Corresponde a un factor de carga de 78 %.

6/ Considerando un precio medio de la energía de \$0.6744.

7/ Es la diferencia de inversiones, de la cual el FIDE financió \$400,000.00.

Salón Coral, la Discoteca La Lagarta y Kidds Club, confrontando la necesidad de instalar un nuevo sistema de acondicionamiento ambiental, para la cual una empresa proveedora le cotizó 2 unidades generadoras de agua helada de 42 TR c/u con compresores tipo reciprocante, que implicaba una inversión de \$580,411.76 incluyendo IVA. Habiendo tenido conocimiento del sistema KX instalado en el Hotel Palacio Azteca, solicitó el apoyo del FIDE para determinar la viabilidad del nuevo proyecto y, en su caso, obtener el respectivo financiamiento.

El sistema KX estaba compuesto por 7 uni-

por lo que el análisis comparativo se hizo suponiendo que las unidades generadoras de agua helada de la primera alternativa trabajarían al 80 % de su capacidad (67.2 TR totales), aunque en la práctica esto podría no suceder por las condiciones de trabajo de un compresor reciprocante, en cuyo caso el ahorro sería mayor al calculado. Las 7 condensadoras del sistema KX suministrarían el líquido refrigerante a las 25 unidades evaporadoras, las cuales, en conjunto no podrían trabajar a una capacidad superior a las 62.7 TR.

El resultado del análisis fue el siguiente:

CONCEPTO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA AHORRADOR		TOTAL SISTEMA AHORRADOR
	UNIDAD CHILLER TIPO RECIPROCANTE	SISTEMA KX MINISPLIT	UNIDADES MINISPLIT	
Capacidad unitaria (TR)	33.6 <sup>1/</sup>	62.7 <sup>4/</sup>	3.0	-
Relación de eficiencia (kW/TR)	1.574 <sup>2/</sup>	0.930 <sup>5/</sup>	1.17	-
Potencia unitaria (kW)	52.9	58.3	3.5	-
Unidades (Nº)	2	1 <sup>6/</sup>	2	3
Capacidad total (TR)	67.2	62.7	6.0	68.7
Demanda Máxima (kW) <sup>3/</sup>	105.8	53.0	6.4	59.4

<sup>1/</sup> Trabajando al 80 % de su capacidad nominal (42 TR).

<sup>2/</sup> Este valor sería de 1.43 si trabajara al 100 % de su capacidad nominal (42 TR).

<sup>3/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0 para el sistema convencional y de 1.1 para el eficiente.

<sup>4/</sup> Capacidad requerida por las unidades evaporadoras, 4 de 4 TR, 8 de 3.2 TR, 5 de 2 TR, 5 de 1.6 TR, 1 de 1.3 TR, 1 de 1 TR y 1 de 0.8 TR.

<sup>5/</sup> Se refiere a la relación de eficiencia del conjunto condensadoras y evaporadoras.

<sup>6/</sup> Se refiere a un sistema con 7 condensadoras y 25 evaporadoras.

dades condensadoras y 25 unidades evaporadoras con capacidad total de 62.7 TR,

Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidad Chiller tipo reciprocante	67.2	105.8	5,400 <sup>3/</sup>	571,320	323,938.44	580,411.76
Sistema KX-minisplit	68.7	59.4	5,400 <sup>3/</sup>	320,760	181,870.92	1,047,222.71
<b>AHORRO</b>		<b>46.4</b>		<b>250,560</b>	<b>142,067.52</b>	<b>466,810.95 <sup>4/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.3</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.567 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Corresponde a un factor de carga de 61.6 %.

<sup>4/</sup> Es la diferencia de inversiones, de la cual el FIDE financió \$400,000.00.

más 2 unidades minisplit de 3 TR c/u, cuya suma era de 68.7 TR, capacidad que se determinó como la estrictamente necesaria para satisfacer las necesidades de los locales,

### Observaciones:

-El proyecto original consistía en instalar 2 unidades generadoras de agua helada, que

si bien representaban un costo elevado, no cabía la alternativa de las unidades tipo ventana, de más bajo costo, por las características de los locales a enfriar. La comparación con respecto al sistema KX se hizo en igualdad de condiciones en cuanto a la capacidad de refrigeración necesaria (67.2 TR de los chillers y 68.7 TR del sistema KX más 2 unidades minisplit), aun cuando un compresor del tipo recíprocante no podría trabajar al 80 % de su capacidad, de tal manera que si en el análisis se hubiera considerado el 100 % de ésta (84 TR) el proyecto hubiera resultado más ventajoso reduciéndose el período de recuperación. El ahorro anual obtenido de \$142,067.52 representa el 43.9 %.

## 17.- HOTEL ALAMEDA, CASO CS-HM-31

Se encuentra ubicado en Av. Madero Pte. N° 313, Morelia, Mich., en donde construyó una ampliación consistente en 36 habitaciones que deberían operar en el año 2000, para lo cual pretendía instalar igual número de unidades tipo ventana de 1 TR c/u, con una inversión de \$151,027.20. La relación de eficiencia era de 1.8 kW/TR, por lo que existía la posibilidad de instalar un sistema alternativo que, si bien implicaba una mayor inversión,

podría fácilmente superar dicho valor de eficiencia. Bajo la perspectiva de que el FIDE financiaría la diferencia de costos, el usuario seleccionó de entre varias alternativas un equipo del tipo dividido, que aunque trabaja con compresor tipo recíprocante, su relación de eficiencia es de 1.2 kW/TR. Este equipo consta de una condensadora que se instala en alguna parte del exterior y se conecta a una evaporadora del tipo fan and coil ubicada dentro de la habitación; compete ventajosamente con las unidades minisplit en cuanto a costo, no así en lo que se refiere a eficiencia y otras características como son el costo de materiales y de mano de obra, control individual que permite al huésped seleccionar la temperatura de confort y diseño arquitectónico.

Como la eficiencia del equipo tipo dividido disminuye conforme aumenta la temperatura ambiente, fue necesario establecer 2 condiciones para desarrollar el análisis comparativo, una con 25 °C y la otra con 35 °C, como a continuación se ilustra, debiendo aclararse que en el nuevo proyecto se instaló un termostato Honeywell T87F para reducir el tiempo de operación, lo que permitió que el proyecto fuera viable.

CONCEPTO	SISTEMA CONVENCIONAL UNIDADES DE VENTANA	SISTEMA AHORRADOR		AHORRO	
		CONDICION 1	CONDICION 2	CONDICION 1	CONDICION 2
CAPACIDAD UNITARIA (TR)	1.0	1.0	1.0		
EFICIENCIA (kW/TR)	1.8	1.2	1.52	0.6	0.36
POTENCIA UNITARIA (kW)	1.8	1.2	1.52	0.6	0.36
Nº DE UNIDADES	36	36	36		
CAPACIDAD TOTAL (TR)	36	36	36		
DEMANDA MAXIMA (kW) 1/	64.8	43.2	54.7	21.6	10.1
TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	5,256 2/	3,504 3/	3,504 3/	1,752	1,752
CONSUMO ANUAL (kWh)	340,589	151,373	191,669	189,216	148,920
IMPORTE ANUAL (\$) 4/	235,006.41	104,447.37	132,251.61	130,559.04	102,754.80
INVERSION (\$) 5/	151,027.20		601,714.96 6/		450,687.76 7/
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>		<b>Condición 1= 3.4</b>		<b>Condición 2 = 4.4</b>	

Condición 1: Temperatura ambiente de 25 °C.

Condición 2: Temperatura ambiente de 35 °C.

1/ Considerando un factor de diversidad de 1.0.

2/ Corresponde a un factor de carga de 60 %.

3/ Corresponde a un factor de carga de 40 %.

4/ Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.69 \$/kWh.

5/ Incluye IVA.

6/ Incluye costo de materiales diversos y mano de obra para instalación.

7/ Es la diferencia de inversiones, de la cual el FIDE financió \$400,000.00.

### Observaciones:

-En este proyecto se instalaron unidades del tipo dividido con evaporadora fan and coil, cuyo funcionamiento es similar a las unidades minisplit sólo que menos eficientes, entre otros inconvenientes. Aun cuando este equipo supera a las unidades de ventana en eficiencia, lo que permitirá recuperar la inversión en 3.4 años bajo la condición más optimista y en 4.4 años bajo la más pesimista, se pudo comprobar que esta solución aunque no es mejor que las unidades minisplit, se justifica por las necesidades particulares del hotel. En el proyecto N° 11 (Hotel Miraflores) para 30 unidades de la misma capacidad fue necesario invertir \$400,868.26, lo que significa que para las 36 unidades del Hotel Alameda el costo hubiera sido de \$481,041.60, más aproximadamente \$78,660.00 por concepto de materiales diversos y mano de obra, lo que arroja un total de \$559,701.60, mientras que la inversión en el equipo dividido ascendió a \$601,714.96, sobreprecio que corresponde a un tramo de ductería de lámina con rejilla de inyección para cada habitación, necesaria para acoplar los fan and coils. La viabilidad del proyecto se dio en función de que las unidades de ventana trabajan indiscriminadamente (disponen de un termostato sin graduación de temperatura) mientras que el equipo dividido puede controlarse a una temperatura prefijada, lo que originó una disminución de operación de 1,752 horas el año, aunque debe observarse que esta solución sólo puede darse en climas como los de la Ciudad de Morelia, Mich. El ahorro anual obtenido bajo la condición N° 1 por \$130,559.04 representa el

55.5 %, mientras que bajo la condición N° 2 por \$102,754.80 representa el 43.7 %.

### 18.- HOSTAL DE LA NORIA, CASO CS-HM-32

Se encuentra ubicado en Av. Hidalgo N° 918 en el Centro de la Ciudad de Oaxaca, Oax., y aunque es un establecimiento que ya cuenta con el servicio de energía eléctrica por estar en funcionamiento, durante el año 2001 el propietario tomó la decisión de ofrecer condiciones de confort tales que hicieran al negocio más competitivo, para lo cual obtuvo cotización de 52 unidades de acondicionamiento ambiental tipo ventana por su bajo costo. Sin embargo, contempló la posibilidad de modificar el proyecto para dar cabida a unidades tipo minisplit, solicitando para ello el apoyo del FIDE.

La inversión inicial, con unidades de ventana, ascendía a \$218,270.00 incluyendo IVA, mientras que el proyecto modificado implicaba una inversión de \$549,562.00, es decir, se tenían que invertir \$331,292.00 adicionales. Por contrapartida, la eficiencia de aquellas, para una capacidad de 3/4 TR, era de 1.78 kW/TR y la de unidades minisplit, para la misma capacidad, se incrementaba a 0.94 kW/TR, por lo que la viabilidad del proyecto consistía en determinar si con los ahorros por obtener, el costo diferencial se podría recuperar en menos de 4 años.

El esquema planteado se describe a continuación:

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION EFICIENCIA (kW/TR)	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>2/</sup>
Unidad de ventana	0.75	1.78 <sup>1/</sup>	1.34	52	39	58.1
<b>Total sistema convencional</b>				<b>52</b>	<b>39</b>	<b>58.1</b>
Unidad minisplit	0.75	0.94	0.70	52	39	30.3
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>52</b>	<b>39</b>	<b>30.3</b>

1/ Valor consignado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

2/ Considerando un factor de diversidad de 1.2.

Mientras que el ahorro y el período de recuperación del costo diferencial, se indican en el siguiente cuadro:

de \$464,878.30, lo que significaba una diferencia de \$331,823.00 que podría ser financiada por el FIDE, de resultar ahorros tales

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Unidades de ventana	39	58.1	3,241 <sup>3/</sup>	188,302	220,689.94	218,270.00
Unidades minisplit	39	30.3	3,241 <sup>4/</sup>	98,202	115,092.74	549,562.00
<b>AHORRO</b>		<b>27.8</b>		<b>90,100</b>	<b>105,597.20</b>	<b>331,292.04 <sup>5/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>				<b>3.1</b>		

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 1.172 \$/kWh (Tarifa 03).

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

<sup>3/</sup> Corresponde a un factor de carga de 37 %.

<sup>4/</sup> Se considera igual al factor de carga de las unidades de ventana, pero en la práctica este valor será inferior.

<sup>5/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

### Observaciones:

-El análisis comparativo se hizo en igualdad tanto de capacidad instalada en TR, como de número de unidades, y aunque se estimaron condiciones de operación pesimistas, como un factor de diversidad igual a 1.2 y un factor de carga igual al 37 %, derivados de la baja ocupación del hotel, el proyecto fue redituable debido al alto costo de la energía eléctrica (1.172 \$/kWh) que corresponde a las condiciones del servicio contratado en Tarifa 03. El ahorro anual de \$105,597.20 representa el 47.8 % y corresponde a 90,100 kWh que seguramente se incrementará por la disminución del factor de carga, el cual se estimó igual al de las unidades de ventana.

### 19.- HOTEL CANTERA REAL, CASO CS-HM-33

Este hotel se encuentra ubicado en la calle de Libres N° 404, en el centro de la Ciudad de Oaxaca, cuyo propietario proyectaba instalar 26 unidades de ventana de varias capacidades y 2 unidades tipo paquete de 4.0 TR, con una capacidad total de 44 TR, para lo cual debía invertir \$133,055.00 de acuerdo con la cotización obtenida de un proveedor local, mientras que la instalación de equipo más eficiente implicaba una inversión

que ésta pudiera recuperarse en menos de 4 años.

Para determinar la viabilidad del proyecto, se tomó en cuenta que las relaciones de eficiencia de las unidades de ventana oscilaban entre 1.55 y 1.725 kW/TR, y las de alta eficiencia entre 1.2 y 1.238 kW/TR, las cuales serían del tipo dividido con evaporadora tipo fan and coil (24) y minisplit (4), habiéndose obtenido los siguientes resultados.



DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION DE EFICIENCIA	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>2/</sup>
Unidad de ventana	1.0	1.55 <sup>1/</sup>	1.55	10	10	15.5
Unidad de ventana	1.5	1.60 <sup>1/</sup>	2.40	12	18	28.8
Unidad de ventana	2.0	1.675 <sup>1/</sup>	3.35	4	8	13.4
Unidad tipo paquete	4.0	1.725 <sup>1/</sup>	6.90	2	8	13.8
<b>Total sistema convencional</b>				<b>28</b>	<b>44</b>	<b>71.5</b>
Unidad dividida tipo fan and coil	1.0	1.20	1.20	10	10.0	12.0
Unidad dividida tipo fan and coil	1.5	1.233	1.85	12	18.0	22.2
Unidad dividida tipo fan and coil	2.0	1.25	2.50	2	4.0	5.0
Unidad minisplit	2.0	1.23	2.45	2	4.0	4.9
Unidad minisplit	4.0	1.238	4.95	2	8.0	9.9
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>28</b>	<b>44.0</b>	<b>54.0</b>

<sup>1/</sup> Valores consignados en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

<sup>2/</sup> Considerando un factor de diversidad unitario.

Del cuadro anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

la variación de eficiencia (16 %) es compensada ampliamente con la disminución del factor

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Sistema convencional	44	71.5	6,351 <sup>3/</sup>	454,096	406,870.02	133,055.00
Sistema eficiente	44	54.0	6,351 <sup>4/</sup>	342,954	307,286.78	464,878.30
<b>AHORRO</b>		<b>17.5</b>		<b>111,142</b>	<b>99,583.24</b>	<b>331,823.30 <sup>5/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>				<b>3.3</b>		

<sup>1/</sup> Considerando un precio de la energía eléctrica de 0.896 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Corresponde a un factor de carga de 72.5 %.

<sup>4/</sup> Se considera igual al factor de carga de las unidades de ventana, aunque realmente este valor será inferior.

<sup>5/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

## Observaciones:

-En este proyecto se instalaron 24 unidades del tipo dividido con evaporadora fan and coil y 4 unidades minisplit. Aun cuando las unidades mencionadas en primer término no son tan eficientes como estas últimas, ni ofrecen las mismas comodidades, como ya se mencionó en el proyecto del Hotel Alameda (N° 17), se pudo comprobar que aún así el del Cantera Real resultó viable. En el esquema descrito se omite el cálculo del ahorro potencial por virtud de la disminución de eficiencia de las evaporadoras fan and coil al incrementar el valor de la temperatura ambiente, por considerar que

de carga derivado del control de las mismas y que rebasa el 20 %, si bien el costo de éstas se vio afectado por los termostatos, materiales diversos y mano de obra en \$150,108.00. El ahorro de \$99,583.24 anuales representa el 24.5 % que es inferior al obtenido en proyectos a base exclusivamente de unidades minisplit, lo que viene a demostrar la bondad de éstas en lo que a eficiencia se refiere.

## 20.- HOTEL SUITES COLIBRI, CASO CS-HM-34

Se ubica en la calle 1 Sur N° 102 en el centro de la Ciudad de Tehuacán, Pue., cuyo pro

pietario decidió incrementar las condiciones de confort de los huéspedes mediante la instalación de 27 unidades tipo ventana de 1, 1.5 y 2 TR, con un costo de \$130,985.00 según proyecto elaborado por una empresa contratista local, quien además le ofreció un proyecto alternativo a base de unidades minisplit que implicaba una inversión de \$365,251.50. La diferencia de \$234,266.50 fue financiada por el FIDE debido a los ahorros que podrían lograrse en función de la diferencia de eficiencias, según el siguiente esquema:

mentos con valores desventajosos para el usuario, como son 1.2 de factor de diversidad y 55 % de factor de carga, el proyecto resultó viable por la diferencia de eficiencias entre las unidades de ventana y las minisplit, así como por el alto costo de la energía eléctrica que se factura en Tarifa 03 por ser un hotel pequeño. El período de recuperación de 3.5 años es aceptable, aunque los cálculos fueron conservadores al no considerar la disminución del factor de carga por la operación controlada de las unidades minisplit.

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION DE EFICIENCIA	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>2/</sup>
Unidad de ventana	1.0	1.55 <sup>1/</sup>	1.55	5	5	6.5
Unidad de ventana	1.5	1.60 <sup>1/</sup>	2.40	14	21	28.0
Unidad de ventana	2.0	1.68 <sup>1/</sup>	3.35	8	16	22.3
<b>Total sistema convencional</b>				<b>27</b>	<b>42</b>	<b>56.8</b>
Unidad minisplit	1.0	1.20	1.20	5	5	5.0
Unidad minisplit	1.5	1.27	1.90	14	21	22.2
Unidad minisplit	2.0	1.23	2.45	8	16	16.3
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>27</b>	<b>42</b>	<b>43.5</b>

<sup>1/</sup> Valores consignados en el catálogo de marca que se pretendía instalar.

<sup>2/</sup> considerando un factor de diversidad de 1.2.

El ahorro y el período de recuperación de la diferencia de inversiones, se muestran en el siguiente cuadro:

El ahorro anual por \$67,283.37 representa el 23.4 %.

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Sistema convencional	42	56.8	4,818.0 <sup>3/</sup>	273,662	287,345.52	130,985.00
Sistema eficiente	42	43.5	4,818.0 <sup>4/</sup>	209,583	220,062.15	365,251.50
<b>AHORRO</b>		<b>13.3</b>		<b>64,079</b>	<b>67,283.37</b>	<b>234,266.50 <sup>5/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>					<b>3.5</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía de 1.05 \$/kWh (Tarifa 03).

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

<sup>3/</sup> Corresponde a un factor de carga del 55 %.

<sup>4/</sup> Se considera igual al factor de carga de las unidades de ventana, aunque en la práctica este valor será inferior.

<sup>5/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

## Observaciones:

-El análisis comparativo se hizo considerando el mismo número de unidades y la misma capacidad total para las 2 alternativas. Aun cuando en los cálculos se introdujeron 2 ele-

## 21.- HOTEL ROBERT'S PALACE, CASO CS-HM-35

El hotel se encuentra ubicado en Paseo Usamacinta N° 1027, Col., Lindavista en Villa

hermosa, Tab., y con el objeto de modernizar sus instalaciones decidió instalar 48 unidades de ventana de 2 TR c/u con un costo total de \$302,399.95 según propuesta de un proveedor local. El FIDE ofreció apoyo financiero sobre una alternativa de equipo más eficiente, por lo que se contempló la instalación de unidades minisplit con un costo más elevado pero con menores consumos de energía eléctrica, habiéndose determinado la viabilidad del proyecto en función de lo siguiente:

de 3.4 años que representa un magnífico negocio, aún más si se toma en cuenta que dicha cantidad fue financiada por el FIDE sin intereses y a reembolsar en un plazo de 2 años, como todos los proyectos descritos con anterioridad. El ahorro anual por \$113,771.60 equivale al 20.7 % que es inferior al de otros proyectos debido a las características de las unidades de ventana y minisplit que fueron de la preferencia del usuario, aunque debe tomarse en cuenta que los cálculos fueron conservadores al no considerar la disminución del factor de carga

DESCRIPCION	CAPACIDAD UNITARIA (TR)	RELACION DE EFICIENCIA	POTENCIA UNITARIA (kW)	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW) <sup>2/</sup>
Unidad de ventana	2.0	1.55 <sup>1/</sup>	3.10	48	96	135.3
<b>Total sistema convencional</b>				<b>48</b>	<b>96</b>	<b>135.3</b>
Unidad minisplit	2.0	1.23	2.46	48	96	107.3
<b>Total sistema eficiente</b>				<b>48</b>	<b>96</b>	<b>107.3</b>

<sup>1/</sup> Valor con signado en el catálogo de la marca que se pretendía instalar.

<sup>2/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.1.

Con los valores de demanda máxima determinados en el cuadro anterior, se obtuvieron los siguientes ahorros:

derivada de una operación controlada de las unidades minisplit.

DESCRIPCION	CAPACIDAD TOTAL (TR)	DEMANDA MAXIMA (kW)	TIEMPO DE OPERACION (horas/año)	CONSUMO ANUAL (kWh)	IMPORTE ANUAL (\$) <sup>1/</sup>	INVERSION (\$) <sup>2/</sup>
Sistema convencional	96	135.3	5,475 <sup>3/</sup>	740,767	549,760.60	302,399.95
Sistema eficiente	96	107.3	5,475 <sup>4/</sup>	587,467	435,989.00	694,436.39
<b>AHORRO</b>		<b>27.7</b>		<b>153,300</b>	<b>113,771.60</b>	<b>392,036.44 <sup>5/</sup></b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>				<b>3.4</b>		

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de la energía eléctrica de 0.74215 \$/kWh.

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

<sup>3/</sup> Corresponde a un factor de carga de 62.5 %.

<sup>4/</sup> Se considera igual al factor de carga de las unidades de ventana aunque en la práctica este valor será inferior.

<sup>5/</sup> Es la diferencia de inversiones, cantidad financiada por el FIDE.

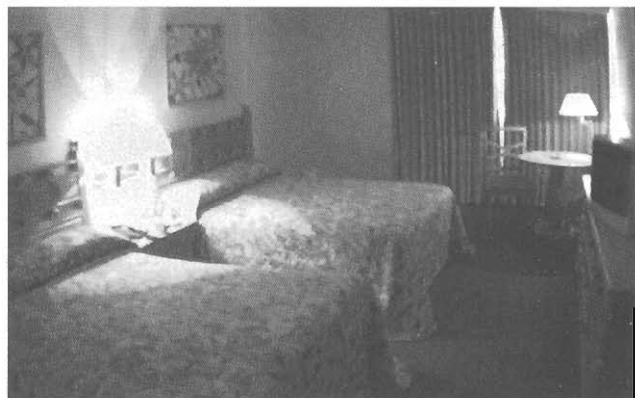
## Observaciones:

-No obstante de que la instalación de unidades minisplit significó una inversión adicional del 129 % que podría ser oneroso para el propietario del hotel, los resultados demuestran que la diferencia está bien aplicada porque además de las ventajas de confort obtenidas, la cantidad de \$329,036.44 será recuperada en un período



## CONCLUSIONES

1. Se presentan 21 casos de proyectos desarrollados en igual número de hoteles, bajo el principio de instalar equipo de acondicionamiento ambiental más eficiente que el considerado por los usuarios en un proyecto original. De los 21 hoteles, 7 están ubicados en Villahermosa, Tab.; 5 en Oaxaca, Oax., y uno en cada una de las siguientes Ciudades: Pto. Vallarta, Jal., Tapachula, Chis., Cancún, Q.Roo, Tijuana, B.C., Ixtapa, Gro., Culiacán, Sin., Acapulco, Gro., Morelia, Mich., y Tehuacán, Pue., localidades con diversidad de clima.
2. De los 21 casos descritos, en 13 hoteles se instalaron unidades minisplit en lugar de unidades de ventana, en 2 se instaló el denominado sistema KX que representa lo más avanzado en tecnología con el mismo principio de las unidades minisplit; en 2 más se instalaron unidades minisplit combinadas con otro tipo de unidades (ventana de última generación, en un caso, y divididas con evaporador tipo fan and coil en otro) mientras que en los restantes 4 se instaló lo siguiente: unidades también divididas (Hotel Alameda), paquete tipo scroll (Hotel Hyatt Regency), chiller tipo scroll (Hotel San Luis) y finalmente, intercambiadores de calor para incrementar



la eficiencia del equipo ya instalado (Hotel Gran Caribe Real).

3. En 15 proyectos se instalaron un total de 714 unidades minisplit, de las cuales 426 fueron de 0.75 TR; 122 de 1.0 TR; 88 de 1.5 TR; 74 de 2.0 TR; 2 de 3.0 TR y 2 de 4.0 TR; lo que es indicativo de las necesidades de una habitación típica de hotel, ya que el 77 % correspondió a las capacidades más bajas como son las de 0.75 y 1.0 TR.
4. Considerando los otros 6 proyectos, el financiamiento total del FIDE ascendió a \$6,960,238.05, con lo cual los usuarios se están beneficiando con ahorros equivalentes a \$2,384,106.50 anuales, parámetros indicativos de que las inversiones realizadas vía financiamientos habrán de recuperarse en un período promedio de 2.9 años, valor que supera al de cualquier otra inversión y viene a demostrar la bondad de los proyectos que tengan como objetivo fundamental ahorrar energía eléctrica.
5. Las relaciones de eficiencia consideradas en los cálculos correspondieron a las indicadas en los catálogos y variaron según las diversas marcas. Para las unidades de ventana de 0.75 TR fueron de 1.78 kW/TR; para 1.0 TR oscilaron entre 1.9



kW/TR (la más ineficiente) hasta 1.3 kW/TR (la más eficiente), aunque también hubo valores de 1.87, 1.80; 1.70; 1.55; 1.54; 1.43 y 1.30 TR. Para 1.5 TR se manejaron sólo 3 valores: 1.77; 1.60 y 1.33 kW/TR, mientras que para 2 TR fueron de 1.68; 1.675; 1.55 y 1.51 kW/TR. Solamente en un caso se comparó con unidades de ventana de 3 TR y la relación de eficiencia fue de 1.44 kW/TR.

6. En lo que se refiere a las unidades minisplit, las relaciones de eficiencia consideradas en los cálculos también correspondieron a las ofrecidas por los diversos fabricantes. Para 0.75 TR en 7 casos fue el valor de 0.94 kW/TR y sólo en uno fue 0.93 kW/TR. Para 1.0 TR los valores fueron de 1.2 kW/TR (la más ineficiente) y de 0.99 kW/TR (la más eficiente), aunque también se manejaron valores de 1.17, 1.15 y 1.05 kW/TR. Para 1.5 TR, las relaciones de eficiencia fueron de 1.28; 1.27; 1.17 y 1.16 kW/TR, mientras que para 2.0 TR fueron de 1.23; 1.14 y 1.13 kW/TR. Cabe mencionar que sólo en un proyecto se instalaron unidades de 3.0 TR con una relación de 1.14 kW/TR y en otro de 4.0 TR con una relación de 1.238 kW/TR. Mención especial merece el sistema KX instalado en 2 proyectos, cuya relación de eficiencia del conjunto condensadoras

evaporadoras fue de 0.93 kW/TR, habiendo sido éstas de 0.75, 0.8, 1.0, 1.3, 1.6, 2.0; 3.2 y 4.0 TR.

7. Las diferencias de inversiones entre las unidades convencionales y las eficientes, resultaron altamente redituables, ya que con los ahorros obtenidos éstas se pudieron recuperar en menos de 2 años (1 proyecto); en menos de 3 años (6 proyectos); entre 3.0 y 3.5 años (11 proyectos) y entre 3.5 y 4 años solo 3 proyectos.
8. Con la información contenida en los casos descritos, el FIDE espera que los propietarios de hoteles dispongan de suficientes elementos de juicio para decidir acertadamente sobre el equipo de acondicionamiento ambiental que deban instalar en los hoteles de nueva construcción, en la inteligencia de que, como ha quedado demostrado, el bajo costo de las unidades no es un factor determinante, siendo necesario analizar el costo por consumo de energía eléctrica.

