



■ ANTECEDENTES

La Universidad Autónoma de Tamaulipas se encuentra ubicada en Av. Universidad y Boulevard Adolfo López Mateos en la Ciudad y Puerto de Tampico, Tamps. La Universidad cuenta con una población estudiantil de aproximadamente 9,000 alumnos y alrededor de 2,000 personas más, entre profesores directivos y empleados.

El campus cuenta con las siguientes facultades: Comercio, Medicina, Odontología, Ingeniería, Arquitectura y Derecho; cuenta también con una Escuela de Música, un gimnasio, un auditorio y una Unidad Administrativa.

Este proyecto fue parte complementaria de un primer proyecto desarrollado en la Facul-

tad de Comercio y Administración en el año de 1992. En la primera etapa se sustituyeron equipos de acondicionamiento ambiental y se instalaron controladores para el sistema de iluminación y unidades generadoras de agua helada.

En el año de 1996, la Universidad decidió llevar a cabo un segundo proyecto de ahorro de energía eléctrica en las oficinas de 3 edificios, contando con el apoyo financiero del FIDE. El servicio de energía eléctrica está contratado en Tarifa HM y durante el período de abril de 1996 a marzo de 1997 presentó los siguientes valores mensuales promedio: 1,643 kW en la demanda facturable, 414,905 kWh en el consumo, un importe de \$197,778.58 con un precio medio de 0.4767 \$/kWh y factor de carga de 35.1 %, como se aprecia en la siguiente tabla:

PERIODO	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$	P.M. \$/kWh	F.C. %
Abr-96	1,740	307,646	150,345.00	0.4887	24.6
May-96	2,069	551,552	226,175.00	0.4101	37.0
Jun-96	1,772	527,040	218,937.00	0.4154	41.3
Jul-96	1,650	387,985	178,994.00	0.4613	32.7
Ago-96	2,078	621,817	267,860.00	0.4308	41.6
Sep-96	2,228	637,773	282,079.00	0.4423	39.8
Oct-96	1,984	566,597	248,220.00	0.4381	39.7
Nov-96	1,980	425,489	206,263.00	0.4848	29.8
Dic-96	850	193,440	117,027.00	0.6050	31.6
Ene-97	855	238,080	140,152.00	0.5887	38.7
Feb-97	1,077	283,200	167,790.00	0.5925	36.5
Mar-97	1,428	238,240	169,501.00	0.7115	23.2
PROMEDIO	1,643	414,905	197,778.58	0.4767	35.1

■ SISTEMAS DE UTILIZACION DE ENERGIA ELECTRICA

Iluminación

Se encontraron instaladas lámparas lineales T-12 en su mayoría de 39 W, aunque se encontraron también de 75 W y 20 W con balastos electromagnéticos convencionales. Se detectó que los gabinetes de 60X60 cm con 4 lámparas de 20 W, se encontraban completamente deteriorados como consecuencia del ambiente corrosivo, por lo que su reflectancia era prácticamente nula. Como consecuencia de lo anterior, los niveles de iluminación eran deficientes. Asimismo, se detectó que los luminarios permanecían encendidos durante todo el día puesto que carecen de circuitos independientes para su control.

Acondicionamiento ambiental

Consiste en 3 unidades tipo paquete, de las cuales 2 son de 20 TR cada una y la restante de 7.5 TR, mas 9 unidades de ventana, de las cuales 5 son de 2 TR cada una y las restantes 4 de 1.5 TR cada una. Las unidades mencionadas en primer término presentaban

problemas de mantenimiento, ya que existían fugas en las líneas de retorno; el aislante de los ductos de distribución de aire se encontraba en malas condiciones; el intercambio de calor en los condensadores era deficiente debido a dobleces en las aletas de los serpentines. Lo anterior redundaba en una baja eficiencia del sistema de acondicionamiento ambiental (relación de 2 kW/TR) aunado a que, en general, los equipos se encontraban al final de su vida útil.

Por lo que se refiere a las unidades del tipo ventana cabe mencionar que son equipos de baja eficiencia energética y, además, presentan otras desventajas como:

- Trabajan indiscriminadamente en virtud de que el termostato de que disponen no tienen graduación de temperatura.
- Manejan bajo volumen de aire lo que provoca alta deshumidificación y ambiente seco.
- Son altamente ruidosas, ya que todos sus componentes comunican el ruido al interior de las oficinas.



El material del aislamiento elegido por la Universidad fue Poliuretano espumado de 1" de espesor, recubierto de impermeabilizante acrílico elastomérico de color blanco, y fue aplicado en las siguientes áreas y proporciones:

UBICACION	SUPERFICIE m ²	COSTO \$/m ² 1/
Facultad de arquitectura	1,870.8	75,195.70
Edificio administrativo	2,694.8	108,315.89
Gimnasio multidisciplinario	3,479.4	139,852.42
TOTAL	8,045.0	323,364.00

1/ Incluye IVA.

Por otro lado, la implementación de esta medida permitiría reducir la capacidad total de los equipos en 25 TR, debido a que la temperatura en el interior de los edificios sería inferior. A continuación se muestra el análisis de carga térmica con y sin aislamiento:

CONCEPTO	SIN AISLANTE	CON AISLANTE	DIFERENCIA
Valor de R (m ² °C/W)	0.394	1.46	
Valor de U (W/m ² °C)	2.54	0.68	
Area techo (m ²)	8045	8045	
Diferencial de temperatura (°C)	6	6	
Ganancia de calor (W)	122,513	33,062	89,451
Factor de conversión (1 BTU/h = 0.293 W)	0.293	0.293	
Ganancia de calor (BTU/h)	418,132	112,838	305,294
Factor de conversión (1 TR = 12,000 BTU/h)	12,000	12,000	
Capacidad (TR)	35	9	25

b) Sustitución de unidades de acondicionamiento ambiental.

De acuerdo con el análisis de la carga térmica realizado previamente, se determinó la factibilidad de sustituir las unidades tipo ventana de 1.5 TR y 2 TR, así como las unidades tipo paquete de 20 TR, por unidades tipo paquete de 18 TR y unidades minisplit de 1.5 TR; así como dejar fuera de operación una unidad tipo paquete de 7.5 TR. A continuación se muestra el esquema de sustituciones:

EQUIPO	CAPACIDAD UNITARIA TR	RELACION EFICIENCIA kW/TR	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL TR	DEMANDA TOTAL kW 1/	CONSUMO ANUAL kWh 2/
SISTEMA CONVENCIONAL						
Unidad de ventana	2.0	2.0	5	10	20	116,800
Unidad de ventana	1.5	2.0	4	6	12	70,080
Unidad tipo paquete	20.0	2.0	2	40	80	467,200
Unidad tipo paquete	7.5	2.0	1	8	15	87,600
Total			12	64	127	741,680
SISTEMA EFICIENTE						
Unidad tipo paquete	18.0	1.1	2	36	39.6	231,264
Unidad minisplit	1.5	1.1	2	3	3.3	19,272
Total			4	39	42.9	250,536
AHORRO			8	25	84.1	491,144

1/ Considerando un factor de diversidad unitario.

2/ Considerando un factor de carga de 66.6 %, equivalente a 5,840 horas de operación anual.



Las expectativas de ahorro, así como el período de recuperación de la inversión requerida se muestran enseguida:

SISTEMA	PARAMETROS ANUALES		
	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$ 1/
Convencional	127.0	741,680	353,558.86
Alta eficiencia	42.9	250,536	119,430.51
AHORRO	84.1	491,144	234,128.34
INVERSION (\$) 2/			646,728.00
PERIODO DE RECUPERACION (años)			2.8

1/ Considerando un precio medio de la energía de 0.4767 \$/kWh.

2/ Incluye la cantidad de \$323,364.00 que la Universidad invirtió en la aplicación del aislamiento.

■ ACCIONES CORRECTIVAS

- En el techo de diversos edificios se aplicó un total de 8,045 m² de aislante térmico. Cabe mencionar que esta acción se realizó con recursos propios del usuario, como aportación al proyecto financiado por el FIDE.
- Fueron retiradas 5 unidades de ventana de 2 TR con eficiencia de 1.5 kW/TR, así como 4 unidades más de 1.5 TR y la misma relación de eficiencia.
- De igual forma, se desmontaron 2 unidades tipo paquete de 20 TR y eficiencia de 1.5 kW/TR.
- Fue retirada la totalidad de los ductos de distribución de aire.
- Se instalaron 2 unidades tipo paquete de 18 TR c/u y eficiencia de 1.1 kW/TR, marca Carrier, mod. 50HJ025.
- Se instalaron 2 unidades minisplit de 1.5 TR c/u y eficiencia de 1.1 kW/TR, marca Carrier, con unidad manejadora de aire mod. 40QH018-503 y unidad condensadora mod. 38ML018.
- Fue instalado también un sistema de ductos de inyección de aire.
- Se desmanteló una unidad paquete de 7.5 TR y eficiencia de 2 kW/TR.

■ RESULTADOS

El proyecto fue terminado los primeros días de abril de 1996, iniciándose la evaluación de los ahorros obtenidos, mediante la comparación de los consumos mensuales promedio del plantel antes y después de realizado el proyecto, vía facturaciones por el servicio de energía eléctrica, como se muestra a continuación:

PERIODO	DEMANDA PROMEDIO kW	CONSUMO PROMEDIO kWh	IMPORTE PROMEDIO \$	P.M. PROMEDIO \$/kWh	RECALCULO DEL IMPORTE PROMEDIO (\$) 1/
Abr 96/Mar 97	1,643	414,905	197,778.58	0.4767	203,427.92
Abr 97/Mar 98	1,560	377,900	185,284.37	0.4903	185,284.37
AHORRO	83	37,005	-	-	18,143.55
INVERSION (\$) 2/					646,728.00

1/ Resultado de multiplicar el consumo de 414,905 kWh por el precio medio de 0.4903 \$/kWh.

2/ Incluye IVA.



Enseguida se muestra el resumen de los ahorros obtenidos:

61,806 kWh y 29,463.24 mensuales, es decir, el 14.9 % del total de la Universidad.

CONCEPTO	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			UNITARIO	%
DEMANDA (kW)	1,643	1,560	83	5.1
CONSUMO (kWh)	414,905	377,900	37,005	8.9
P.M. (\$/kWh)	1/	0.4903	-	-
IMPORTE (\$)	203,427.92	185,284.37	18,143.55	8.9
INVERSION (\$) 2/			646,728.00	
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 \$323,364.00 y el usuario los restantes \$323,364.00.

CONCLUSIONES

- El clima imperante en localidades como Tampico, Tamps., implica consumos elevados de energía eléctrica por la necesidad de operar, entre otras cargas, equipos de acondicionamiento ambiental. En el caso de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, el gasto por este concepto ascendía a un promedio mensual de \$197,778.58 durante el último año. Si bien las oportunidades de ahorro son manifiestas, tanto en iluminación como en acondicionamiento ambiental, las inversiones son de tal magnitud que rebasan el monto del financiamiento que el FIDE puede otorgar.
- El objetivo del proyecto descrito, consistió en aplicar acciones con el mínimo de inversión, para que una vez demostrada su rentabilidad, el usuario dispusiera de elementos y experiencia para proseguir, con recursos propios, la aplicación de acciones similares.
- Por esta razón, se seleccionaron solamente las oficinas de 3 edificios que pudieran ser representativos, cuyos consumos, sólo por lo que hace al acondicionamiento ambiental, eran de 741,680 kWh anuales con un importe de \$353,558.85, equivalentes a 61,806 kWh y 29,463.24 mensuales, es decir, el 14.9 % del total de la Universidad.
- En la primera etapa, la Universidad instaló, con recursos propios y en cumplimiento de su compromiso pactado en el convenio para aportar el 50 % del costo del proyecto, material aislante en 3 inmuebles, acción que generó una disminución de 6 °C en el interior de los mismos, lo que a su vez permitió reducir la capacidad de enfriamiento, ya que de 64 TR instaladas, sólo fueron necesarias 39 TR, con lo cual se ahorraron 25 TR.
- En la segunda etapa, el FIDE financió la sustitución de las unidades de acondicionamiento ambiental por otras de mayor eficiencia, obteniéndose ahorros comprobados vía facturaciones por el servicio de energía eléctrica, de 37,005 kWh y \$18,143.55 mensuales que, si bien sólo representan el 8.9 % del total, corresponden al 59.9 % y 61.6 %, respectivamente, de los consumos e importes con respecto a los ocasionados por los equipos antes de ser sustituidos. El ahorro anual ascendió a \$217,722.60, lo cual permitió recuperar la inversión de \$646,728.00 en 3.0 años.
- Con el desarrolló de este proyecto se pudo demostrar que al aplicar acciones por muy sencillas que sean, se obtienen ahorros que permiten recuperar la inversión en un plazo que resulta más atractivo que cualquier otra inversión, en donde 3 años sería inusitado.

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