



■ ANTECEDENTES.

La compañía Seguros Monterrey Aetna, tiene sus oficinas en un conjunto de dos edificios ubicados en Presidente Mazarik No. 8 y Mariano Escobedo No. 555, Colonia Bosques de Chapultepec en la Ciudad de México. En 1996 el FIDE llevó a cabo un proyecto de ahorro de energía eléctrica en el edificio mencionado en primer término, cuyo servicio se encontraba contratado bajo la tarifa N° 3 con las siguientes características:

MES	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$	P.M. \$/kWh
May-96	288	96,200	66,911.75	0.696
Jun-96	308	101,200	69,710.85	0.689
Jul-96	292	105,000	72,231.00	0.688
Ago-96	300	94,000	68,337.25	0.727
Sep-96	164	38,400	31,342.05	0.816
Oct-96	129	42,400	32,146.10	0.758
Nov-96	129	38,400	28,680.70	0.747
Dic-96	129	46,300	33,119.70	0.715
Ene-97	129	42,200	33,020.65	0.782
Feb-97	129	42,200	34,153.37	0.809
Mar-97	129	38,200	32,164.10	0.842
Abr-97	129	43,400	36,798.35	0.848
PROMEDIO	188	60,658	44,884.66	0.760

■ DIAGNOSTICO.

Para tener una idea de la importancia de las cargas conectadas, se llevaron a cabo mediciones por sistema, encontrándose lo siguiente:

SISTEMA	CARGA INSTALADA (kW)	DISTRIBUCION PORCENTUAL (%)
Equipos de oficina	1/ 423.51	57.56
Unidad generadora de agua helada tipo centrífuga de 200 T.R.	2/ 213.00	28.95
Unidad de expansión directa tipo reciprocante de 140 T.R.	153.30	20.84
Unidades periféricas de aire acondicionado	23.25	3.16
Subtotal acondicionamiento ambiental	389.55	52.95
Manejadoras de aire y torres de enfriamiento	2/ 175.07	23.79
Iluminación	90.57	12.31
Elevadores	43.27	5.88
Otros equipos	37.30	5.07
TOTAL	735.76	100.00

1/ No se considera en la carga total por estar conectada al otro edificio.

2/ Aun cuando se considera en la suma, este equipo está conectado al servicio del edificio Mariano Escobedo.

A continuación se aprecian en detalle los equipos existentes :

Unidades de acondicionamiento ambiental

DESCRIPCION	CAPACIDAD (T.R.)	EFICIENCIA (kW/TR)	CARGA (kW)
Unidad generadora de agua helada tipo centrífuga	200.00	1.065	213.00
Unidad de expansión directa tipo reciprocante	140.00	1.095	153.30
Unidad de A.A. York Mod. CA-91F-25C.	8.00	1.500	12.00
Unidad de A.A. York Mod. CAW-61-25C.	3.00	1.370	4.11
Unidad de A.A. York Mod. 38GM024-331N	2.00	1.500	3.00
Unidad de A.A. York Mod. HCM012.	2.00	1.230	2.46
Unidad de A.A. de elevadores York Mod. KAEV090A33A	1.00	1.120	1.12
Unidad de A.A. York Mod. HCE-09A25A.	0.75	0.747	0.56
TOTAL			389.55

Manejadoras de aire y torres de enfriamiento

DESCRIPCION		CARGA (kW)
Turbina de manejadora	2/	55.96
Ventilador de torre de enfriamiento	2/	5.59
Bomba de torre de enfriamiento	2/	5.59
Bomba de agua fría	3/	22.38
Ventilador de torre de enfriamiento	3/	14.92
Bomba de torre de enfriamiento	3/	14.92
Equipo de aire lavado	4/	1.00
Bomba de equipo de aire lavado	4/	0.60
Unidad manejadora de aire PISO 1	5/	3.73
Unidad manejadora de aire PISO 2	5/	5.60
Unidad manejadora de aire PISO 3	5/	5.60
Unidad manejadora de aire PISO 4	5/	5.60
Unidad manejadora de aire PISO 5	5/	5.60
Unidad manejadora de aire PISO 6	5/	3.73
Unidad manejadora de aire PISO 7	5/	3.73
Unidad manejadora de aire PISO 8	5/	3.73
Unidad manejadora de aire PISO 9	5/	5.60
Unidad manejadora de aire PISO 10	5/	5.60
Unidad manejadora de aire PISO 11	5/	5.60
TOTAL		175.07

2/ Equipos complementarios de la unidad de 140 T.R.

3/ Equipos complementarios de la unidad de 200 T.R.

4/ Equipos del edificio Presidente Mazank

5/ Equipos para la distribución de aire instalados en el edificio Mariano Escobedo.

Iluminación.

TIPO DE LAMPARA	CARGA UNITARIA (W)	NUMERO	CARGA TOTAL (kW)	CONSUMO (kWh)
Fluorescente 2X39 W	94	480	45.1	14,889.6
Fluorescente 1X39 W	47	300	14.1	4,653.0
Fluorescente 2X75 W*	180	42	7.6	3,991.7
Fluorescente 2X75 W	180	62	11.2	3,682.8
Fluorescente 4X39 W	188	2	0.4	124.1
35 W tipo Dicroica	35	350	12.3	4,042.5
TOTAL		1,236	90.6	31,383.7

Se consideraron 15 horas de uso diario y 22 días por mes.

* Se consideraron 24 horas de uso diario y 22 días por mes.

PROBLEMATICA.

Dado que el equipo de acondicionamiento ambiental brindaba servicio a los dos edificios, fue necesario analizar las necesidades de ambos inmuebles.

Edificio Mariano Escobedo

*El equipo de aire acondicionado funcionaba aún sin existir personal laborando.

*Al realizar mediciones en la unidad generadora de agua helada, se encontró que tenía un índice de eficiencia real de 1.065 kW/TR, cuando su eficiencia de diseño era de 0.86 kW/T.R.

*No existía ninguna clase de instrumentación en las manejadoras de aire (termómetros, válvulas de regulación, etc.), esto es importante ya que podrían existir días o épocas del año en las cuales no fuera necesario suministrar el mismo flujo de agua para satisfacer los requerimientos de acondicionamiento en las áreas.

*El estado físico del serpentín de agua fría era deficiente, en particular las aletas de los tubos se encontraban en una etapa avanzada de corrosión debido al tiempo

que tenían operando en las manejadoras y su impacto era una transferencia de calor menor.

*La distribución del personal y oficinas había cambiado con respecto al diseño inicial de

la distribución de aire; por tal razón era común encontrar áreas con temperatura demasiado bajas, lo que en el personal repercutía como sensación de frío y otras áreas con temperaturas altas ocasionando sensaciones de calor.

*Existían fugas de aire acondicionado, pues como consecuencia de las remodelaciones de que había sido objeto el edificio, algunos difusores habían sido eliminados; sin embargo, el ducto permanecía en el mismo lugar descargando el aire acondicionado en el plafond.

Edificio Presidente Masarik

- Las manejadoras de aire de la unidad de expansión directa, cuentan con un serpentín para líquido refrigerante a través del cual circula el aire que se va a acondicionar; el aire es impulsado con una turbina acoplada a un motor eléctrico. Además de la manejadora para acondicionamiento de aire, se cuenta con otra destinada para calefacción con un serpentín por el cual puede circular agua caliente. En épocas invernales, tanto el serpentín de agua caliente como el de agua fría, operaban simultáneamente para mantener el confort, situación que implicaba consumos innecesarios de energía, ya que con una regulación adecuada de flujos (agua caliente y agua fría) podría proporcionarse confort con consumos mínimos de energía.

- La unidad funcionaba aún sin existir personal laborando. Además, se detectó un índice de eficiencia real de 1.095 kW/TR., no obstante que su eficiencia de diseño era de 0.6 kW/ T.R.

- Un análisis de los diferentes componentes del sistema (manejadoras, válvulas de expansión, ductos de aire, etc.), permitió determinar que estaba diseñado para satisfacer una carga térmica de 140 T.R.; sin embargo, el compresor presentaba un problema, su motor demandaba 136.5 kW (aproximadamente 183 HP) y solamente entregaba 70 TR, por lo que si se requería que entregara las 130 TR de diseño, era de esperarse que la potencia demandada fuera aproximadamente 254 kW; en otras palabras, era necesario un motor mayor a los 200 HP.

- Al igual que en la unidad de 200 T.R., se observó que en épocas invernales tanto el serpentín de agua caliente como el de agua fría operaban simultáneamente para mantener el confort, con las mismas desventajas mencionadas para el edificio Mariano Escobedo.

- También en este edificio, la distribución del personal y oficinas había cambiado con respecto al diseño inicial de la distribución de aire, por lo que era común encontrar zonas con sensaciones de calor o con mucho frío.



- A consecuencia de algunas modificaciones hechas a los plafones, fueron eliminados varios difusores para la inyección de aire; sin embargo, la descarga no fue cerrada y el aire estaba siendo inyectado sobre el plafond, lo que implicaba un desperdicio de aire y consecuentemente de energía.
- Las lámparas fluorescentes eran de tecnología obsoleta (tipo Slim Line), con balastos electromagnéticos convencionales.
- Existía una cantidad importante de lámparas halógenas de bajo voltaje tipo dicroicas de 35 W, que se utilizaban para reforzar el nivel de iluminación de áreas generales.
- En algunos de los luminarios se habían instalado reflectores especulares, los cuales carecían de un diseño adecuado para las características del luminario.

■ PROPUESTA DE ACCIONES.

Edificio Mariano Escobedo

- Instalación de un ciclo economizador en cada una de las manejadoras de aire. Debe señalarse que para obtener beneficios con



la instalación de este sistema deberían calibrarse, repararse o cambiarse los controles existentes en las manejadoras.

- Eliminación de descargas de aire acondicionado en el plafond.
- Reemplazar la unidad de agua helada centrífuga existente, por otra con una relación de eficiencia superior (0.704 kW/TR).

Edificio Presidente Masarik

- Instalación de un ciclo economizador en la manejadora de aire, teniendo las mismas consideraciones hechas en el edificio Mariano Escobedo.
- Eliminar las descargas de aire acondicionado en el plafond.
- Reemplazo de la unidad de expansión directa existente, por otra con una relación de eficiencia superior (0.704 kW/TR).
- Sustitución de los sistemas fluorescentes de 2X75 W por sistemas de 2X60 W con lámpara T-12 blanco frío y balastro electromagnético de alta eficiencia.

- Modificar los sistemas de 1X75W convencionales, transformándolos en sistemas de 1X60 W con Lámpara T-12 blanco frío y balastro electromagnético de alta eficiencia.

- Retirar los equipos convencionales de 2X39 W, instalando en su lugar equipos de 2X32 W con lámpara T-8, temperatura de color de 3,000 °K y balastro electromagnético de alta eficiencia.

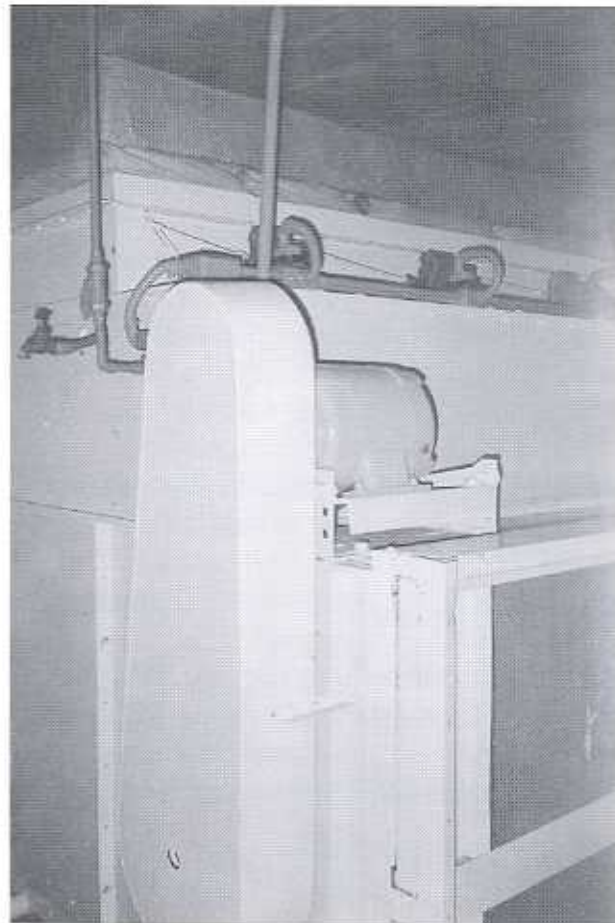
- Utilización de sistemas de 1X32 W con lámpara T-8, temperatura de color de 3,000 °K y balastro electromagnético de alta eficiencia, en lugar de los sistemas convencionales existentes de 1X39 W.
- Sustituir las lámparas dicroicas de 35 por lámparas fluorescentes compactas SL de 15 W.

Ambos edificios

- Adicional a las acciones para ahorro de energía descritas para los edificios de Mariano Escobedo y Presidente Mazarik, fueron propuestas otras alternativas que por sus características, era posible aplicarlas a ambos edificios en conjunto y se describen a continuación :

- Reemplazar tanto la unidad generadora de agua helada, como la unidad de expansión directa, por una unidad generadora de agua helada tipo centrífuga de 350 T.R., de alta eficiencia (0.704 kW/TR).

- Implementación de un sistema de almacenamiento térmico (Bancos de Hielo) con capacidad de 184 TR-hr, empleando los equipos centrales existentes como complemento.



- Implementación de un sistema de almacenamiento térmico (Bancos de Hielo) con capacidad de 184 TR-hr, empleando un sistema central nuevo de alta eficiencia y 300 T.R.

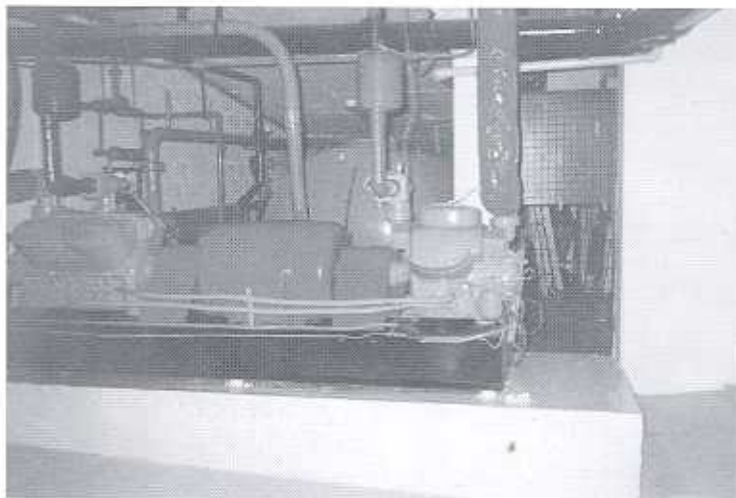
- Implementación de un sistema de almacenamiento térmico (Bancos de Hielo) con una capacidad de 1,226 TR-hr, empleando como complemento los equipos centrales existentes.

- Implementación de un sistema de almacenamiento térmico (Bancos de Hielo) con capacidad de 1,226 TR-hr, empleando un sistema central nuevo de alta eficiencia de 200 T.R.



■ ACCIONES CORRECTIVAS Y EXPECTATIVAS DE AHORRO.

Después de haber analizado la viabilidad para llevar a cabo las acciones propuestas, las acciones correctivas estuvieron encaminadas esencialmente a la corrección del sistema de aire acondicionado, ya que resultaba imperante tanto por las condiciones de confort requeridas en los edificios como por su rentabilidad.



Las acciones desarrolladas, fueron implementadas para ambos edificios, y fueron las siguientes :

Se desmantelaron los equipos centrales de 200 y 140 T.R., con su ductería, serpentín y su torre de enfriamiento.

Se instaló una unidad generadora de agua helada tipo centrífuga de 350 T.R. para satisfacer las necesidades de ambos edificios, con una eficiencia de 0.704 kW/T.R. operando al 75 %.

Fue instalado un serpentín para la unidad central de aire acondicionado.

Se instaló una torre de enfriamiento con ventilador de 20 H.P. para la unidad central de aire acondicionado.

Se instalaron cajas de volumen de aire variable en 6 pisos.

Se instalaron termostatos.

Fueron instalados nuevos ductos para la distribución del aire.

A continuación se observa el comparativo entre los sistemas existente y propuesto :

CONCEPTO	EQUIPO INSTALADO			EQUIPO PROPUESTO	AHORRO
	Unidad generadora de agua helada	Unidad de expansión directa	TOTAL		
CAPACIDAD (T.R.)	200	140	340	350	
RELACION DE EFICIENCIA (kW/TR)	1.065	1.095		0.704	
CARGA (kW)	213.0	153.3	366.3	246.4	119.9
CONSUMO MENSUAL (kWh) ^{1/}	51,546	37,098	88,644	59,628	29,016
PRECIO MEDIO (\$/kWh) ^{2/}	0.848	0.848	0.848	0.848	
IMPORTE MENSUAL (\$)	43,711.00	31,459.10	75,170.10	50,564.54	24,605.56
IMPORTE ANUAL (\$)	524,532.00	377,509.20	902,041.20	606,744.48	295,266.72
INVERSION DEL FIDE (\$)	312,594.24				
INVERSION USUARIO (\$)	653,325.76				
INVERSION TOTAL (\$) ^{3/}	965,920.00				PERIODO DE RECUPERACION (años) 3.3

^{1/} Considerando 242 horas mensuales de utilización.

^{2/} Correspondiente al mes de abril de 1997.

^{3/} Corresponde al costo de la unidad generadora de agua helada de 350 T.R. tipo centrífuga marca Carrier.

Cabe mencionar que Seguros Monterrey absorbió otros costos como fueron ductería y materiales diversos, así como mano de obra, inversiones que no se consideran en el cuadro anterior por considerar que su propósito sería mejorar las condiciones de confort de los 2 edificios.

■ RESULTADOS.

Una vez terminado el proyecto, se realizó una comparación de los consumos del período de mayo a diciembre de 1997 y el mismo período del año anterior, obteniéndose los siguientes resultados :

MES	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$	P.M. \$/kWh	RECALCULO DEL IMPORTE (\$)
May-96	288	96,200	66,911.75	0.6955	82,681.32
May-97	129	40,600	34,894.61	0.8595	34,894.61
Ahorro	159	55,600	32,017		47,786.71
Jun-96	308	101,200	69,710.85	0.6888	87,314.10
Jun-97	129	37,800	32,613.37	0.8628	32,613.37
Ahorro	179	63,400	37,097		54,700.73
Jul-96	292	105,000	72,231.00	0.6879	91,026.87
Jul-97	129	40,400	35,023.67	0.8669	35,023.67
Ahorro	163	64,600	37,207		56,003.20
Ago-96	300	94,000	68,337.25	0.7270	81,451.77
Ago-97	129	37,800	33,131.62	0.8665	32,754.01
Ahorro	171	56,200	35,583		48,697.76
Sep-96	164	38,400	31,342.05	0.8162	33,657.52
Sep-97	129	37,800	33,131.62	0.8765	33,131.62
Ahorro	35	600	(1,790)		525.90
Oct-96	129	42,400	32,146.10	0.7582	37,597.11
Oct-97	129	40,200	34,582.25	0.8867	34,582.25
Ahorro	---	3,400	(2,436)		3,014.86
Nov-96	129	38,400	28,680.70	0.7469	34,212.35
Nov-97	129	40,200	35,816.05	0.8909	35,816.05
Ahorro	---	(1,800)	(7,135)		(1,603.70)
Dic-96	129	46,300	33,119.70	0.7153	41,767.11
Dic-97	129	39,000	35,181.80	0.9021	35,181.80
Ahorro	---	7,300	(2,062)		6,585.31
PROMEDIO 96	217	70,238	50,309.93	0.7295	61,213.52
PROMEDIO 97	129	39,075	34,249.67	0.8765	34,249.67
AHORRO	88	31,163	16,060.25		26,963.85
INVERSION (\$)	965,920.00		RECUPERACION (años)		3.0

En el siguiente cuadro se aprecian resumidos los resultados del proyecto :

yó con el restante 32.4 %, sin considerar otros costos que absorbió el propio usuario.

CONCEPTO	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			UNITARIO	%
DEMANDA (kW)	217	129	88	40.55
CONSUMO (kWh)	70,238	39,075	31,163	44.37
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	4/	0.8765		
IMPORTE MENSUAL (\$)	61,213.52	34,249.67	26,963.85	44.05
IMPORTE ANUAL (\$)	734,562.24	410,996.04	323,566.20	44.05
INVERSION (\$)	965,920.00	P.RECUPERACION (años)	3.0	

4/ No se consigna cifra ya que el precio medio ha sido recalculado conforme a los precios vigentes.

■ CONCLUSIONES.

- Aun cuando el clima de la Ciudad de México es templado, existen edificios que por su construcción y orientación, utilizan el sistema de acondicionamiento ambiental durante 8 horas diarias promedio durante todo el año, a fin de proporcionar el confort adecuado a los trabajadores, por lo que esta carga constituye el consumidor más importante de energía eléctrica.
- Se pudo comprobar que equipos con más de 20 años de servicio han llegado a un punto de obsolescencia tal, que su índice de eficiencia es del 50 % más bajo que el de los equipos de nueva tecnología, por lo que resulta más conveniente sustituirlos. En el caso que nos ocupa, el costo de una unidad generadora de agua helada tipo centrífuga se pudo recuperar en 3 años con los ahorros.
- Empresas con visión de lo que significa para sus intereses mantener un ambiente de confort dentro del inmueble, y al mismo tiempo obtener ahorros importantes en la energía eléctrica, no escatiman la aportación de recursos. En este caso, Seguros Monterrey aportó el 67.6 % del costo de la nueva unidad, mientras que el FIDE lo apo-

- Un elemento importante de decisión es el precio de la energía eléctrica derivado de la tarifa aplicable. El edificio de Presidente Mazarik N° 8 está contratado bajo tarifa N° 3 (baja tensión) que contiene precios superiores a los del edificio Mariano Escobedo, a cuyo servicio se aplica la tarifa HM. Por lo tanto, cualquier cambio que se introduzca en inmuebles contratados bajo tarifa N° 3 (generalmente los que se encuentran ubicados en el centro de la Ciudad de México), redituará ahorros substanciales en el importe de la energía eléctrica.





FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
León Tolstoi No. 22, 4° piso, Col. Anzures, México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 5546 2757 Consulte nuestra hoja web:
<http://www.fide.org.mx>