

■ ANTECEDENTES

La tienda departamental denominada "COMERCIAL VH" está ubicada en Boulevard Luis Encinas y Reforma de la Ciudad de Hermosillo, Son. La tienda está orientada en dirección norte-sur, con una superficie construida de aproximadamente 9,140 M². El horario de operación es de 8 a 22:00 Hrs. de lunes a domingo y el servicio de energía eléctrica se encuentra contratado bajo la Tarifa OM.

El personal de oficinas inicia sus labores a las 8:30 Hrs. y se retira a las 18:30 Hrs. de lunes a viernes, los sábados de 8:00 a 13:30 Hrs. y los domingos se descansa. Dependiendo de las necesidades del trabajo, un número reducido de personal labora después de las 18:30 Hrs. Asimismo el horario para tomar alimentos es de 13:30 a 15:00 Hrs.

El área de ventas cuenta con 110 empleados mientras que el área administrativa dispone de 166 empleados.

La tensión de suministro corresponde a 13,200 Volts, de donde se alimentan 4 transformadores de 440 y 220 Volts.

Durante el período de agosto a octubre de 1994, se tuvieron los siguientes valores promedios mensuales:

Demanda Máxima:	754 KW
Consumo:	393 200 kWh
Importe:	\$ 90,599.00

■ DIAGNOSTICO

Mediciones

La demanda máxima promedio de 754 KW es originada por una carga total que asciende a 931 KW, compuesta por los siguientes equipos:



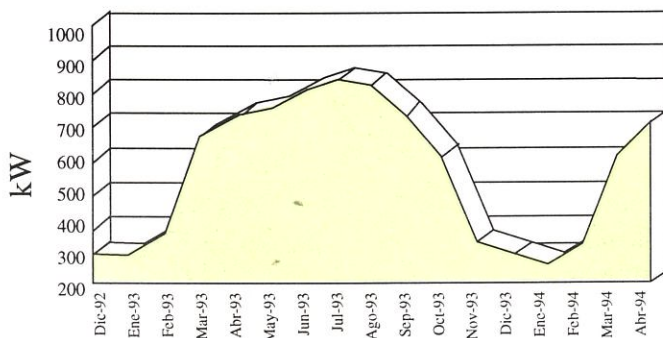
TIPO DE CARGA	CARGA	CONECTADA
	KW	%
Aire acondicionado	547	58
Iluminación	247	26
Refrigeración	93	11
Equipos de oficina	36	4
Otras cargas	8	1
Total	931	100

Del cuadro anterior, se desprende que los equipos con mayor carga son el aire acondicionado, la iluminación y la refrigeración.

Comportamiento de la Demanda Máxima

En virtud de que la tienda está ubicada en zona de clima cálido, es importante conocer el comportamiento de la demanda durante los ciclos estacionales, por lo cual se trazó la siguiente gráfica:

Distribución de la Carga Total



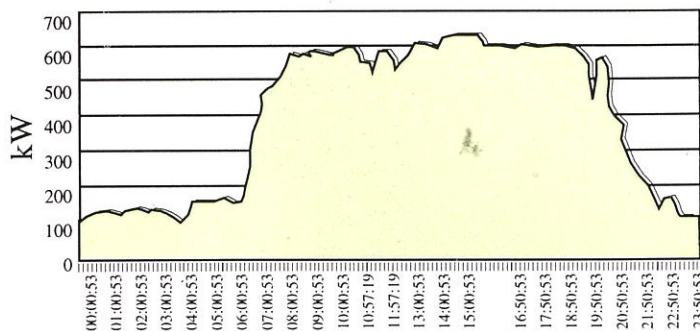
Se observó que la mayor demanda máxima ocurre en el mes de julio, mientras que la menor en el mes de diciembre. Por lo tanto, el diagnóstico debe considerar las condiciones existentes precisamente en el mes de julio.

Perfil de Carga.

Con el objeto de conocer las necesidades de energía eléctrica durante un día típico, se determinó la curva de carga, misma que se

muestra a continuación; aclarando que el día corresponde al mes de marzo.

Distribución de la Carga Total



De lo anterior se deduce que a las 6:30 AM el personal de seguridad y de limpieza encienden los equipos de aire acondicionado e iluminación, por lo cual la demanda llega hasta 600 KW, valor que permanece hasta las 19:00 Hrs., horario que coincide con la entrada y salida del personal. A partir de las 19:00 Hrs. se inicia el descenso de la demanda, por virtud de la disminución también del personal y de la clientela.

Se observa que no existen picos que pudieran hacer atractivo el control de la demanda.

Equipo de Aire Acondicionado

El equipo está compuesto por un Chiller Turbopack, el cual, a su vez, cuenta con una manejadora de aire de 100 TR y 10 manejadoras de 200 TR en su conjunto; un compresor recíprocante de 100 TR y 10 unidades de tipo paquete, cuyas capacidades oscilan entre 2 y 20 TR con un total de 126 TR.

A continuación se muestra la carga total del equipo de aire acondicionado:





EQUIPO	POTENCIA KW	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO T.R.
Chiller Turbopack	319.91	300
Equipo Reciprocante	117.07	100
Unidades Paquete	110.36	126
TOTAL	547.34	526

El Chiller Turbopack tiene 20 años de operación y usa refrigerante R11, lo cual es factor determinante para la toma de decisiones, pues es un refrigerante que desaparecerá del mercado en un plazo de 4 años. Con base en mediciones, se determinó que opera con una eficiencia de 1.066 KW/TR, la cual es baja si se compara con equipos de alta tecnología actualmente en el mercado. Por otra parte, la tubería que suministra agua helada se encuentra sin aislante y, en algunos tramos, parcialmente destruida o deteriorada; además está expuesta a la radiación solar.

Se observó, asimismo, que el compresor reciprocante es relativamente nuevo y está operando eficientemente, por lo que no ofrece potenciales de ahorro. Por lo que se refiere a las unidades paquete, éstas funcionan como apoyo al equipo central, de manera que su trabajo es del 50% de la carga total y, sin embargo, se pudo detectar que el consumo de energía eléctrica es superior al que debía de consumir (22% aproximadamente). Esto se debe a las malas condiciones en que se encuentran los serpentines del condensador y evaporador.

Sistema de Iluminación.

Está compuesto por 1,542 luminarios de diverso tipo con una potencia total de 247 KW, cuyo detalle se muestra en el siguiente cuadro:

Debido a la importancia que tiene la iluminación en el confort de la clientela que, a su vez, se refleja en las ventas, se hizo una comparación de los niveles de iluminación existentes y los necesarios en algunas de las principales áreas, habiéndose obtenido los siguientes resultados: Ver tabla en la página siguiente.

Como se puede observar, en algunas áreas los niveles de iluminación no eran los adecuados y aun cuando el convenio celebrado con Comercial VH comprometió al FIDE a obtener un ahorro pero no a incrementar el nivel de iluminación, debe tomarse en cuenta que una de las virtudes de los proyectos de ahorro de energía eléctrica se refiere a las ventajas que en el aspecto visual y de confort habrán de lograrse. Así, el consultor debió tomar

Nº	TIPO DE LUMINARIO	NUMERO DE LUMINARIAS	POTENCIA UNITARIA (W)	DEMANDA TOTAL (KW)
1	Fluoresc.1x75W empotrar	357	90	32
2	Fluoresc.1x39W Sobreponer	37	47	2
3	Fluoresc.4x39W Empotrar	231	187	43
4	Fluoresc.2x75W Empotrar	578	180	104
5	Fluoresc.2x39W Empotrar	22	93	2
6	Fluoresc.1x56W Empotrar/y Sobreponer	36	67	2
7	Fluoresc.2x56W Sobreponer	2	134	0.27
8	Fluoresc.4x75W Sobreponer	4	360	1
9	Fluoresc.1x20W Sobreponer	1	24	0.02
10	Inc. 64 W.	100	64	6
11	Arbotante con lámparas Incandescentes 75 W.	103	75	8
12	Incandescentes 100 W.	8	100	1
13	Incandescentes 250W.	3	250	1
14	A.M. 400 W.	42	500	21
15	V.M. 1000 W Sobreponer	18	1,250	23
T O T A L		1,542	3,422	247



AREA	NIVEL (LUXES)		AREA	NIVEL (LUXES)	
	ACTUAL	NECESARIO		ACTUAL	NECESARIO
PASILLO PRINCIPAL	40	150	VITRINAS CARNES	400	450
CAJAS Y ACCESO	400	400	ABARROTOS	410	520
PAQUETERIA	150	300	SALCHICHONERIA	400	520
PAGO DE SERVICIOS	420	420	CAMARAS DE REFRIGERACION	40	80
DEPTO. CABALLERO	320	470	BODEGAS	60	60
ZAPATERIA	320	540	OFNA. RECURSOS HUMANOS	220	300
BLANCOS	300	430	SALA DE JUNTAS	80	300
AREA CENTRAL	320	480	OFNA. MERCADERIA	260	290
ART. DEL HOGAR	380	490	OFICINA ADMINISTRATIVA	280	400
DEPTO. DAMAS	420	640	FARMACIA	400	500
NIÑAS Y BEBES	300	540	FERRETODO	400	500
VERDURAS	300	350	ELECTRO IMPORTS	200	350
FRUTAS	280	530			

en cuenta una serie de acciones correctivas que, además de lograr un ahorro de energía eléctrica atractivo, contemplara la posibilidad de incrementar el nivel de iluminación.

Bajo estas premisas, se desarrollaron pruebas para determinar las condiciones de eficiencia en que se encontraban los luminarios (gabinete, lámparas fluorescentes, balastro y difusor), habiéndose detectado lo siguiente:

- a) Aun cuando el gabinete fue objeto de una limpieza total, su índice de reflexión siguió siendo del orden del 40% que se considera bajo en relación con productos similares construidos a base de nueva tecnología.
- b) Las lámparas de 39W instaladas en algunos gabinetes, son de tipo arranque instantáneo (SlimLine) color luz de día, cuyo flujo luminoso es de 2,500 lúmenes, pero que a la fecha se encontraban a tal punto depreciados que, de acuerdo con la curva proporcionada por el fabricante, dicho flujo apenas llegaba a 2,000 lúmenes.

c) Las lámparas de 75 W también eran del tipo arranque instantáneo luz de día con un flujo luminoso de 5,200 lúmenes, pero también depreciado a aproximadamente 4,800 lúmenes.

e) Los arbotantes tipo colonial, ubicados en el exterior, operan con lámparas incandescentes de 75W con acrílicos color amarillo habiéndose determinado una eficiencia de 10 lúmenes/Watt que

es baja en relación con un sistema a base de luz fluorescente (70 lúmenes/Watt).

- f) Los balastos de 2x75W, 1x75 W y 4x39W, son del tipo de baja energía con un consumo elevado, en relación con los balastos de alta eficiencia.

ACCIONES CORRECTIVAS MEDIATAS

Debido a las limitaciones presupuestales, las acciones correctivas mediatas serán efectuadas con recursos del usuario y conforme a la propuesta de la firma consultora, mismas que a continuación se detallan:

Instalación de Aislamiento térmico en el techo de lámina.

Esta acción consiste en aislar el techo de dos aguas del área de ventas, que corresponde a la mayor ganancia térmica; la inversión a realizar es de \$ 122,318.50 que generaría un ahorro anual de \$ 43,080.92, por lo que la inversión se recuperaría en 2.8 años.



Cabe observar que para implementar esta acción es necesario laborar en el área de ventas de la tienda, por lo cual se afectarían de alguna manera las operaciones normales del inmueble durante aproximadamente 45 días hábiles.

Aislamiento de la tubería principal de agua helada

La firma consultora analizó la viabilidad de aislar la línea de distribución de agua helada generada por el equipo "Chiller", lográndose ahorros anuales de \$ 28,588.24, siendo necesario invertir \$ 121,762.50, recuperables en 4.2 años.

Substitución del equipo generador de agua helada de 300 TR

Debido a las condiciones del equipo actual, el consultor propuso retirar este equipo y sustituirlo por otro de la misma capacidad, pero con compresor tipo tornillo y una eficiencia de 0.67 KW/TR. El costo de esta medida es de \$ 558,721.20 con un ahorro anual de \$ 48,605.00, por lo cual la inversión se recupera en 11.5 años, período que no es atractivo desde el punto de vista financiero.

Combinación de acciones

Cabe mencionar que es posible combinar las acciones 3.1 y 3.3, para lo cual se requiere invertir \$ 681,040.00 que contribuirá a producir un ahorro anual de \$ 91,686.00, en cuyo caso el tiempo de recuperación se acortaría a 7.4 años.

Sistema de Refrigeración

En virtud de las condiciones actuales del sistema que presenta elevadas temperaturas de descarga en los compresores, daños en los mismos y equipos en mal estado, se propuso darle mantenimiento correctivo a los compresores, condensadores y unidades evaporativas de las cámaras de refrigeración y vitrinas, así como aislar tuberías de succión. El costo de esta medida asciende a \$ 105,031.20,

lográndose un ahorro anual de \$ 45,826.90, por lo que la inversión se amortiza en 2.3 años.

Arbotantes

Substituir los luminarios por otros con lámparas fluorescentes compactas de 23W, las cuales no están disponibles en el mercado.

ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAS

Los recursos del FIDE fueron aplicados al desarrollo de acciones correctivas exclusivamente en el sistema de iluminación, para lo cual se destinó un presupuesto de \$ 333,405.00 incluyendo IVA. Dichas acciones consistieron en:

Conversión del sistema 2x75W a 1x60W

De los 578 gabinetes de 0.30x2.44 M, sistema de 2x75W, se cancelaron 6 de ellos y en los 572 restantes, se instaló un reflector de aluminio de una curva, con una lámpara de 60W, tonalidad blanco frío y se conectó un balastro de 2x60W alta eficiencia, por cada dos gabinetes.

Conversión del sistema 4x39 a 2x34W

En cada uno de los 219 luminarios de 4x39W, se instaló un reflector de dos curvas para albergar dos lámparas de 34W, tonalidad blanco frío, así como un balastro de 2x34W, por cada gabinete, retirándose los 4 tubos de 39W.

Conversión del sistema 4x39W A 3x34W

En 12 gabinetes fluorescentes de 4x39W, se retiraron los tubos de 39W, tonalidad luz de día y los balastros, instalando en



su lugar un reflector de aluminio de tres curvas, 3 lámparas ahorradoras de 34W y balastro ahorrador de 2x34W por cada 2 lámparas.

RESULTADOS

En el nivel de iluminación

Una vez concluido el proyecto, se verificaron los niveles en 8 áreas de las más importantes y representativas de la tienda, mediante la medición de 10 puntos diferentes en cada una de ellas, los cuales sirvieron de base para obtener un promedio final. A continuación se mencionan los valores correspondientes:

AREA DE VENTA	NIVEL DE ILUMINACION Lx.
CABALLEROS	512
AREA CENTRAL	366
DAMAS	500
BEBES	515
VERDURAS	493
ABARROTES	520
SALCHICHONERIA Y LACTEOS	520
ZAPATERIA	330

Como se puede observar, si bien no se alcanzaron los niveles necesarios, se pudo comprobar que en algunas áreas fue ostensible el incremento en dicho nivel con respecto a lo original, de manera que en el aspecto de confort visual el proyecto resultó exitoso.

En el aspecto económico

A partir del mes de junio de 1995 se inició el proceso de evaluación de los resultados alcanzados en las facturaciones de energía eléctrica posteriores a la conclusión de los trabajos. Después de haber analizado las facturaciones de energía eléctrica durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 1995, con respecto a los mismos meses del año anterior, se han determinado ahorros mensuales de 94 KW en la demanda, 116 000 kWh en el consumo y \$ 13,105.00 en el importe, como se muestra en el siguiente cuadro, lo que, en principio, permitiría recuperar la inversión de \$ 333,405.00 en un período de 2.1 años. Ver tabla página siguiente.

Es importante recalcar que para Comercial VH, el proyecto le resultó altamente redituable, pues de no haberlo desarrollado, la facturación por concepto de energía eléctrica sería, según se observa en el cuadro anterior, del orden de 754 KW y 393 200 kWh que, a un precio medio actual de 0.27934 \$/kWh, estaría pagando \$109,836.00 mensuales, cuando realmente el promedio mensual de los 3 meses analizados arroja una cifra de \$ 77,494.00 que representa un ahorro de \$ 32,342.00 mensuales y, por lo tanto, un período de recuperación de sólo 10 meses. Sin embargo, había que tomar en cuenta dos circunstancias, una, que el negocio denominado "Electroimport", perteneciente al conjunto comercial, dejó de operar, retirándose una carga de 11 KW, con un uso de operación de 15 horas diarias durante 30 días al mes; la otra, que durante el año



CONCEPTO	PERIODO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	PROMEDIO
DEMANDA (KW)	ANTERIOR	792	816	654	754
	ACTUAL	684	660	636	660
	AHORRO	108	156	18	94
	%	13.6	19.1	2.7	11.8
CONSUMO (kWh)	ANTERIOR	409 200	387 600	382 800	393 200
	ACTUAL	308 400	272 400	250 800	277 200
	AHORRO	100 800	115 200	132 000	116 000
	%	24.6	29.7	34.4	29.56
IMPORTE (\$)	ANTERIOR	94,617.00	90,984.00	86,196.00	90,599.00
	ACTUAL	86,671.00	75,958.00	69,855.00	77,494.00
	AHORRO	7,946.00	15,026.00	16,341.00	13,105.00
	%	8.4	16.51	18.95	39.82
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	ANTERIOR	0.23122	0.23473	0.22517	0.23037
	ACTUAL	0.28103	0.27847	0.27852	0.27934
	INCREMENTO	0.04981	0.04374	0.05335	0.04896
	%	21.5	18.63	23.69	21.27

de 1995, en la Ciudad de Hermosillo, Son., se observaron condiciones climatológicas más benignas que en el año de 1994, motivo por el cual se procedió a hacer un ajuste en los ahorros, determinándose 83KW, 80 558 kWh y \$ 22,441.00 en la demanda, consumo e importe respectivamente, como se observa en el siguiente cuadro. Tales ahorros representan el 11%, 20% y 20%.





CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	AHORRO	CARGA RETIRADA 1/	AHORRO TOTAL	AJUSTE CONDICIONES CLIMATICAS	AHORRO REAL
CONSUMO (kWh)	393 200	277 200	116 000	4 950	111 050	30 492	80 558
DEMANDA (KW)	754	660	94	11	83	0	83
IMPORTE (\$)	109,836.00	77,494.00	32,342.00	1,383.00	30,959.00	8,518.00	22,441.00
2_/INVERSION: \$ 333,405.00				PERIODO DE RECUPERACION: 1.2 AÑOS			

1_/ Carga total retirada en Electroimport

2_/ Considerando valor de precio medio de 0.27934 \$/kWh.

CONCLUSIONES.

Con los ahorros comprobados hasta octubre de 1995, la inversión se podría haber recuperado en un período de 2.1 años, que es una cifra aceptable:

Considerando el precio medio del servicio de energía eléctrica durante el período agosto-octubre de 1995, que obviamente es superior al precio medio de 1994, la recuperación de la inversión se reduce a sólo 1.2 años, lo cual supera cualquier expectativa en proyectos de ahorro de energía eléctrica.

Se demuestra que un proyecto de esta naturaleza es ventajoso para el usuario, no sólo por el ahorro obtenido, sino por las mejoras en el sistema de iluminación tanto en el nivel como en el confort visual, que es fundamental en una tienda departamental.

