



■ ANTECEDENTES

El diseño de instalaciones sin criterios lumínotécnicos avanzados, la ausencia durante muchos años de normalización sobre eficiencia energética, la falta de observancia de las normas y recomendaciones vigentes, así como el continuo crecimiento de carga y la falta de mantenimiento adecuado son algunas de las causas del enorme consumo de energía eléctrica en los inmuebles no residenciales antiguos.

El suministro eléctrico se contrató con CFE originalmente en la tarifa OM (ordinaria en media tensión); de acuerdo con el análisis de los recibos de los últimos 36 meses, el consumo mensual de energía en CIMACO Hidalgo fue de 115.5 MWh en 1993, 124.6 MWh en 1994 y 158.9 MWh en 1995. La de-

manda alcanzó un valor promedio mensual de 441 kW, 442 kW y 614 kW en cada año respectivamente. El incremento en la demanda a partir de marzo de 1996 (690 kW) se debió principalmente a la instalación de los nuevos equipos de aire acondicionado

■ SITUACION ACTUAL

■ SISTEMAS DE ILUMINACION

La iluminación era particular para cada área, ya que algunas se habían remodelado recientemente, pero en general era a base de lámparas fluorescentes convencionales e incandescentes R20, R30 y dicroicas de 50 W. Los luminarios fluorescentes que predominaban eran empotrados en falso plafond de 60x122 m con 4 lámparas de 39 W blanco frío y 2 balastos del tipo baja

energía, mientras que los luminarios eran de una calidad aceptable, pero sin información fotométrica. En las áreas remodeladas también se tenían luminarios de 61x61 cm con 2 lámparas curvalume de 40 W blanco frío.

En total se tenían instalados 3,195 luminarios, de los cuales 2,010 son fluorescentes, representando la segunda mayor carga conectada y el mayor consumo de energía de todo el inmueble. El consumo de energía por iluminación era de 1,104 MWh al año, con una demanda media mensual de 293 kW. La carga total incluyendo vitrinas es de 334.5 kW.

CIMACO Hidalgo contemplaba luminarios de 4 lámparas de encendido instantáneo de 39 W cada una en blanco frío (F48T12/CW), con rendimiento de color de 62. El balastro de encendido instantáneo es más pesado, más caro, más voluminoso y menos eficiente que el de encendido rápido. Por si lo anterior no fuera suficiente, la mayoría de los balastros son de una versión económica de menor vida, mayor temperatura de operación y menor eficiencia que el balastro estándar. Este es el tipo de balastro que predominaba en CIMACO.

Dados los problemas anteriores era de esperarse que los índices energéticos de la



tienda no fueran satisfactorios. La densidad de carga o densidad de potencia eléctrica por alumbrado (DPEA, medida en watts por metro cuadrado) se encuentra en 32 W/m² (68 % arriba de lo recomendado por la norma NOM-007-ENER-95). El índice energolumínico (que relaciona a la densidad de carga con el nivel de iluminación en luxes) es muy alto (30.2 % superior al valor promedio en México). El Índice Energético Anual (dado en kWh/m²-año) es de 120.5, o sea 31 % superior al valor promedio para las horas de trabajo programadas.

En el área de jardinería se usan lámparas de vapor de aditivos metálicos a 5 metros de altura. Este sistema es eficiente y el proyecto original es adecuado al usar luminarios abiertos con campana de cristal y lámpara de bulbo claro en posición vertical base arriba (BU). En lo que respecta a la iluminación de estacionamientos se usan lámparas sumamente eficientes (de vapor de sodio en alta presión) y aunque existían posibilidades de disminuir el consumo, dadas las pocas horas de uso al año la inversión no resultó rentable.

■ ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

El equipo de acondicionamiento ambiental instalado originalmente en la tienda era del tipo aire lavado, incapaz de proporcionar una temperatura confortable en verano, por lo que se tuvo la necesidad de cambiarlo por equipos de aire acondicionado tipo paquete, con 1 y 2 compresores por unidad. Esta medida se realizó antes del proyecto.

Se solicitó al proveedor la memoria de cálculo para su análisis a través de software especializado, encontrándose sobredimensionado en casi 40 toneladas. Como era de esperarse, la carga conectada se incrementó

de 18 a 614 kW. Desde ese momento se propuso instalar un control para operar todo el equipo en forma automática y evitar la operación manual inadecuada con los perjuicios en el consumo, la demanda facturable, el costo medio de la energía y el monto total de la factura eléctrica.

El sistema de aire acondicionado cuenta con 42 unidades tipo paquete (entre 4 y 20 toneladas). El control es manual a través de termostatos locales, con un elevado consumo de energía en los períodos de calor. Aplicando los factores de demanda, la carga total instalada es de 617.2 kW con una demanda máxima de 555.5 kW.

Esta es la mayor carga conectada en la tienda.

■ ACCIONES CORRECTIVAS

■ MEDIDA SIN INVERSION

Controlar el encendido-apagado de las principales áreas durante las horas de comida. Los perfiles de carga y ocupación mostraron que el desperdicio de energía entre las 14:00 horas y las 16:00 horas es excesivo. Dados los valores medios de ambos perfiles (0.593



y 0.299) el ahorro potencial de energía es altísimo (260 kWh al día). Este potencial es difícil de alcanzar, pero un control manual programado permitió de inmediato reducciones importantes en el consumo.

■ MEDIDA DE BAJA INVERSION

Instalar en las PC's de 1 año o más de uso un software que permita reducir las funciones y el consumo de energía en CPU y monitor (como WESU o alguno de los del programa Smart Energy promovidos por EPA como Pollution Preventer). La potencia del monitor puede reducirse a 5 W y la del CPU a 15 en modo Suspend.

■ MEDIDA DE INVERSION MEDIA

El seccionamiento de circuitos en áreas generales se mejoró en áreas de 12 luminarios, ya que cada interruptor controlaba de 6 a 8 luminarios. Actualmente cada apagador controla 4 luminarios máximo.

■ MEDIDA DE INVERSION ALTA

La sustitución del sistema de 4x39 W T12 Encendido Instantáneo con balastro electromagnético (EI) por el sistema 2x32 W T8 Encendido Rápido (ER) ofreció ahorros de energía sobre su propia base entre 59% y 64%.

a) Dependiendo del balastro existente. Se recomendó usar balastos híbridos con factor de balastro de 0.85 en pasillos y balastos electromagnéticos de alta eficiencia con factor de balastro de 0.925 combinados con reflector especular en áreas de ventas. La inversión era recuperable en 1.6 y 3.1 años respectivamente.

- b) Sustitución de lámparas Incandescentes Convencionales R30 de 75 W por Halógenas de 50 W CAP/PAR30/NSP para iluminación de acento y CAP/PAR30/FL para baño de pared con parábolas superpuestas en las áreas de damas, juniors y caballeros (ahorro de 33 %).
- c) Sustitución de lámparas R30 Convencionales de 75 W por Compactas Fluorescentes Reflectoras de 15 W con balastro electrónico para luminarios empotrados tipo downlight y de 20 W en rieles en el área de salas (ahorro de 78% y 70.6% respectivamente). Así como sustitución de sistemas de 1x39 y 2x39 W en faldones de vitrinas, canaletas ó cajillos para baño de pared y gavilanes en bodegas, por 2x32 W ER con balastro de alta eficiencia compartido en el primer caso (ahorro de 18.2% promedio).
- d) Reemplazo de 4 luminarios con 6 lámparas de 75 W F96T12/CW cada uno por 6 candiles con 8 lámparas fluorescentes compactas cada uno de 4 tubos gemelos (8 piernas) 28 W con balastro electrónico, para el área de perfumería (ahorro de 37.7 %).
- e) Sustitución de 12 proyectores con lámpara de tungsteno halógeno de 500 W por 12 proyectores para uso interior con lámparas tipo HQI de 150 W para iluminación de aparadores y área de alfombras en interiores.
- f) Sustitución de 22 sistemas fluorescentes F20T12/D por microfluorescentes F13T2/841 con balastro electrónico en vitrinas de perfumería.
- g) La instalación de sensores de presencia de tecnología dual permite evitar desperdicios de energía. La tecnología dual combina las cualidades de los sensores infrarrojos con las de los ultrasónicos, dando excelentes resultados.
- h) Instalación de intercambiadores de calor por condensación en 9 máquinas de aire acondicionado. Estos equipos permiten transportar fluido gaseoso del condensador al intercambiador donde un conjunto de orificios genera caída de presión y una expansión parcial del refrigerante que al chocar con la línea integral de succión absorbe calor cedida por el refrigerante para lograr su condensación y subenfriamiento, obteniendo así un líquido 100% saturado. En resumen, se mejora el coeficiente de rendimiento del compresor y se aumenta la capacidad del sistema.
- i) Dado que el control manual de termostatos es inadecuado y que los hábitos de consumo no son óptimos, es recomendable la instalación de un control central que controle las principales cargas como iluminación, aire acondicionado y escaleras eléctricas que permita administrar la demanda, reducir el consumo de energía y monitorear los parámetros eléctricos y energéticos más útiles (aún a distancia). Esta alternativa presentaba un TSR alto (7.3 años) pero ofrece un alto valor agregado.
- j) Performance Control en escaleras eléctricas.- La instalación de un equipo tipo PWM permite ajustar el valor rms de la onda de corriente de los motores a su mínima expresión con cada período y magnitud de la carga, es decir, en función del número y peso de los usuarios, se controla el consumo de energía a su valor más bajo para cada condición de carga, con el consiguiente ahorro de energía. En mediciones preliminares, el ahorro de energía fue de 12 %, con un TSR de 3.5 años.

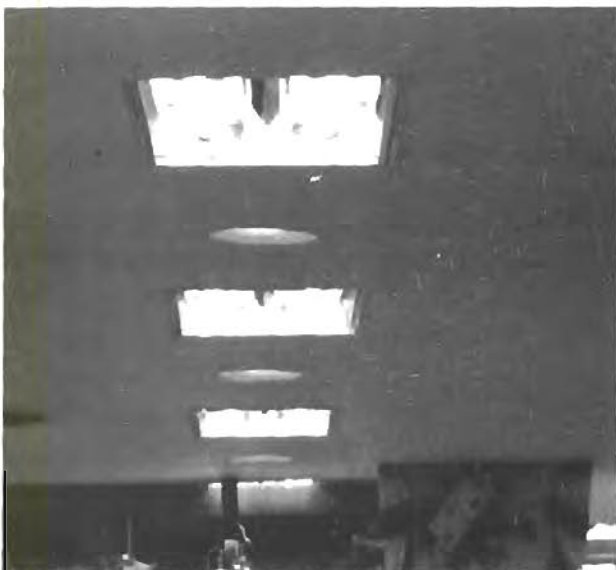
CUADRO RESUMEN DE AHORROS E INVERSIONES

MEDIDA	AHORRO DE ENERGIA (kWh)*	AHORRO DE ENERGIA (%)	AHORRO DE ENERGIA (\$)	REDUCCION EN DEMANDA (kW)*	REDUCCION EN DEMANDA (%)	REDUCCION EN DEMANDA (\$)	AHORRO ANUAL (\$)	INVERSION REQUERIDA (\$)	T.S.R (AÑOS)
ILUMINACION	451,354.4	21.4	113,438.9	1,294.1	17.03	39,226.8	152,665.7	438,716.8	2.87
AIRE ACONDICIONADO	76,043.4	3.6	19,112.0	174.9	2.30	5,300.1	24,412.0	56,494.0	2.31
SENSORES DE PRESENCIA	760.0	0.038	191.0	12.7	0.17	383.4	574.5	3,300.0	5.74
CONTROL CENTRAL	124,895.4	5.9	31,390.0	742.8	9.78	22,515.8	53,905.7	385,814.0	7.16
SUPERVISION	—	—	—	—	—	—	—	18,000.0	—
TOTALES	653,053.2	30.9	164,131.9	2,224.5	29.3	67,426.1	231,557.9	902,324.8	—

*Los valores son anuales.

BENEFICIOS TANGIBLES

El establecimiento de una gran cantidad de propuestas de ahorro de energía y un análisis técnico-económico detallado permite la óptima selección de las mejores opciones para el usuario. En este proyecto, se obtuvo una reducción de 21 % en el consumo de energía, 28 % en la demanda facturable y un incremento superior a 30 % de las ventas totales, con los consiguientes beneficios en las ganancias. Además de lo anterior, fue evidente una notable mejora en la imagen de la tienda en general.



BENEFICIOS ADICIONALES

Como es el caso de todos los estudios de ahorro de energía, la implementación de las medidas recomendadas en el presente estudio también presenta beneficios adicionales tanto para CIMACO como la empresa suministradora, para el país y la sociedad en su conjunto. Entre los más importantes podemos citar los siguientes:

- Reducción de Pérdidas en la Instalación.-** El uso de equipos eficientes y una mejor filosofía de operación de los mismos permite la reducción de corriente en diversos puntos de la instalación. Los efectos inmediatos son: disminución de las pérdidas por efecto Joule en cables y tableros, liberación de KVA's de transformador, operación más fría del equipo en general y reducción de carga térmica.
- Mejoras en la Calidad del Servicio.-** En la medida en que se ahorra energía, es posible mejorar la regulación de tensión y el control de frecuencia tanto desde el punto de vista del suministrador como desde el propio usuario.