



CONAE

■ **Antecedentes:**

El Patronato del Ahorro Nacional, organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, concretó negociaciones con una firma de consultoría para desarrollar un proyecto de ahorro de energía eléctrica en su edificio de Paseo de la Reforma No. 77 de la Ciudad de México, empresa que diagnosticó la posibilidad de que tal ahorro podría alcanzar la cifra de \$181,000.00 anuales, incluyendo IVA, mediante la modificación del sistema de iluminación, para lo cual sería necesario desarrollar

trabajos con un costo de \$ 557,000.00 incluyendo IVA, inversión recuperable aproximadamente en 3.1 años.

Siendo uno de los objetivos del FIDE apoyar este tipo de proyectos que, por la naturaleza de las actividades de la institución, permiten obtener un efecto multiplicador importante, con fecha 14 de junio de 1995 celebró con el Patronato del Ahorro Nacional un Convenio por virtud del cual el FIDE financiaría sin intereses las dos terceras partes de la inversión.

■ Características del servicio de energía eléctrica

Para facilitar los cálculos comparativos que deberían hacerse con posterioridad, se tomaron como base las características del servicio de energía eléctrica doce meses antes de efectuarse las acciones correctivas, según se muestra a continuación:

PERIODO	DEMANDA KW	CONSUMO KWh	IMPORTE \$	PRECIO MEDIO \$KWh
AGOSTO 94	174	59,760	30,175.00	0.50494
SEPT.94	182	66,840	32,728.00	0.48965
OCTUBRE 94	183	61,740	29,091.00	0.47119
NOVIEMBRE 94	191	62,080	30,143.00	0.48555
DICIEMBRE 94	197	68,220	33,236.00	0.48719
ENERO 95	194	65,220	29,812.00	0.45710
FEBRERO 95	194	68,580	34,950.00	0.50962
MARZO 95	194	67,200	34,796.00	0.51780
ABRIL 95	193	57,660	39,784.00	0.68998
MAYO 95	192	56,160	40,793.00	0.72637
JUNIO 95	202	65,940	45,930.00	0.69654
JULIO 95	201	68,520	46,450.00	0.6770
PROMEDIO	191	63,993	35,657.33	0.5572

■ Características del sistema de iluminación

Por otra parte, se hizo un levantamiento de la carga instalada en el sistema de iluminación, habiéndose obtenido lo siguiente:

TIPO DE SISTEMA	NUMERO DE LUMINARIOS	CARGA UNITARIA WATTS	CARGA TOTAL KW
Fluorescente 4x20W	1050	110	115.6
Fluorescente 2x74W	9	168	1.5
Fluorescente 2x39W	6	93	0.6
Fluorescente 4x74W	11	336	3.7
Incandescente 60W	131	60	3.9
TOTAL	1,207		129.3

Correlacionando los dos cuadros anteriores, se observa que de los 191 KW promedio de demanda máxima, y considerando un factor de diversidad unitario, 130 KW corresponden al sistema de iluminación, lo cual significa que el alumbrado es la carga preponderante con 68% y que es aquí en donde existen las mejores posibilidades de ahorro, aún más si se toma en cuenta que el 87% de las unidades, o sea 1,050, corresponden a gabinetes de 4x20W que es el sistema más ineficiente, tanto por el bajo rendimiento lumínico en comparación con su potencia, como por el alto consumo de los balastos.

■ Diagnóstico

Analizadas las condiciones en que se encontraban los luminarios, se pudo establecer:

-Baja reflectancia de los gabinetes, debido al deterioro de la pintura originado por la mala calidad de los materiales empleados en su fabricación. Una prueba de campo demostró que el índice de reflectancia, en algunos casos, llegó a ser hasta del 40%, que es deficiente si se toma en cuenta que en la actualidad se están construyendo gabinetes con una reflectancia entre 92 y 95%.

-Baja eficiencia de las lámparas en uso, que son tipo T-12 arranque rápido de 20 watts luz de día y flujo luminoso de 1078 lúmenes, alojadas cuatro en cada gabinete con un total de 4200 lámparas que representan el 98.3% de las lámparas fluorescentes instaladas.

-Baja eficiencia de los balastos utilizados, ya que cada gabinete registró una demanda

de 110 watts, lo que proporciona una eficiencia del conjunto igual a 39 lúmenes por watt, que es inferior en cuando menos 50% con respecto a la eficiencia de equipos similares pero con tecnología de punta.

Por lo anterior, la firma consultora propuso las siguientes acciones correctivas:

- a) Incrementar el índice de reflectancia de los gabinetes mediante la instalación de reflectores de aluminio en la parte superior de dichos gabinetes. El diseño y construcción de los reflectores debería hacerse conforme a las características del sistema actual, es decir, tomando en cuenta la altura de montaje sobre el plano de trabajo y el espaciamiento entre gabinetes, con el objeto de que la curva de distribución fotométrica del reflector adaptado, proporcionara la misma uniformidad y así evitar zonas más oscuras que otras.
- b) Retirar de cada gabinete las 4 lámparas de 20 watts y en su lugar instalar solamente 2 de 17 watts del tipo T-8.
- c) Substituir los balastos por otros de mayor eficiencia que en el mercado se conocen como "híbridos" o "electrónicos de baja frecuencia".
- d) Convertir los 9 luminarios de 2x74 watts a 1x60 watts T-12; los 6 luminarios de 2x39 watts a 1x34 watts T-12; los 11 luminarios de 4x74 watts a 2x60 watts T-12 y substituir las 131 lámparas incandescentes de 60 watts por igual número de lámparas fluorescentes compactas de 13 watts.



Bajo este esquema, se determinó que el ahorro, sólo por lo que a la potencia se refiere, era el siguiente:

SISTEMA ACTUAL		SISTEMA PROPUESTO		DIFERENCIA DE CARGA WATTS	No. DE LUMINARIAS	AHORRO EN KW
TIPO	CARGA EN WATTS	TIPO	CARGA EN WATTS			
4x20W	110	2x17W	44	66	1050	69.3
2x74W	168	1x60W	70	98	9	0.9
2x39w	93	1x34W	41	52	6	0.3
4x74W	336	2x60W	140	196	11	2.1
1x60W	60	1x13W	13	47	131	6.2
TOTAL					1,207	78.8

Para conocer en qué magnitud la disminución de 78.8 KW en la carga, influye en la disminución de la demanda, era necesario aplicar valores de factor de diversidad en cada uno de los alimentadores. Puesto que la carga principal consistía en los gabinetes de 4X20W, se supuso a las demás cargas con factor de diversidad unitario, mientras que aquella se discriminó por pisos, resultando los siguientes valores:



AREA	No. DE GABINETES	DISMINUCION DE CARGA 1_/ KW	FACTOR DE DIVERSIDAD	DISMINUCION DE DEMANDA (KW)
MEZZANINE	70	4.6	1.1	4.2
1er. NIVEL	1,220	8.1	1.2	6.7
2do NIVEL	97	6.4	1.2	5.3
3er NIVEL	182	12.0	1.3	9.2
4ª NIVEL	152	10.0	1.4	7.1
5ª NIVEL	212	14.0	1.4	9.3
6ª NIVEL	215	14.2	1.5	9.5
TOTAL	1,050	69.3		50.5

1_/ Resultado de considerar una disminución de 66 watts por gabinete.



En consecuencia, el potencial de ahorro en el consumo de energía eléctrica resultó atractivo, ya que fue el siguiente:

TIPO DE SISTEMA	AHORRO EN DEMANDA KW	HORAS DE USO AL MES	AHORRO EN CONSUMO MENSUAL kWh	AHORRO EN EL IMPORTE ^{1/}	
				MENSUAL	ANUAL
4 X 20 W	50.5	350	17,675	11,966.00	143,592.00
2 X 74 W	0.9	600	540	365.00	4,380.00
2 X 39 W	0.3	290	87	59.00	708.00
4 X 74 W	2.1	600	1,260	853.00	10,236.00
1 X 60 W	6.2	450	2,790	1,889.00	22,668.00
TOTAL	60.1		22,352	15,132.00	181,584.00

1_/ Considerando un precio medio de \$ 0.677 por kWh, que corresponde al precio medio del mes de julio de 1995.

■ Acciones correctivas

En virtud de que tal pronóstico permitía establecer la factibilidad del proyecto, ya que la inversión de \$ 557,000.00 podría recuperarse en un periodo de 3.1 años, con fecha 21 de julio de 1995 el FIDE y el Patronato del Ahorro Nacional celebraron contrato mancomunado con una firma consultora para que ésta desarrollara los trabajos previamente propuestos y los cuales consistieron en:

- Retirar 4,200 lámparas de 20w T-12 y 2,100 balastos de baja energía en 1,050 gabinetes de 0.60x0.60 m., instalando un reflector especular de aluminio en cada uno de dichos gabinetes; asimismo, colocar 2,100 lámparas de 17w T-8 y 1,050 balastos tipo "híbrido" con sus respectivas bases que fueron relocalizados dentro del mismo gabinete.
- Retirar 18 lámparas de 74w T-12 y 9 balastos de baja energía en 9 gabinetes

de 0.30 x 2.44 m., instalando un reflector especular de aluminio en cada uno de ellos y 9 lámparas de 60w T-12, más 5 balastos de alta eficiencia, con sus respectivas bases.

- Retirar 12 lámparas de 39w T-12 y 6 balastos de baja energía en 6 gabinetes de 0.30 x 1.22m., instalando un reflector especular de aluminio en cada gabinete y 6 lámparas de 34 w. T-12 más 3 balastos de alta eficiencia, con sus respectivas bases.
- Retirar 44 lámparas de 74w T-12 y 22 balastos de baja energía en 11 gabinetes de 0.60 x 2.44m., instalando un reflector especular de aluminio en cada gabinete y 22 lámparas de 60w T-12 más 11 balastos de alta eficiencia, con sus respectivas bases.
- Retirar 131 focos incandescentes de 60w cada uno y en su lugar instalar 131 lámparas fluorescentes compactas de



13w cada una, incluyendo su respectivo reflector.

-Substituir 1,076 difusores existentes por otras de material acrílico.

■ Características del equipo instalado

- Reflector.- El material utilizado es aluminio anodizado con una capa de película dieléctrica, cuyo fabricante presentó el resultado de diversas pruebas desarrolladas en laboratorio. Los dobleces tienen una exactitud milimétrica de acuerdo con las dimensiones del gabinete y la disposición de éstos (espaciamiento y altura de montaje), de tal manera que siendo altamente reflectivo, su propósito consiste en mejorar el control direccional de la luz, el cual minimiza las pérdidas dentro del gabinete hasta el punto de hacerlas casi nulas. Una vez ejecutados los dobleces adecuados, el reflector produce múltiples imágenes en forma simétrica a las lámparas reubicadas en los extremos dentro del gabinete, haciendo que éste proporcione una luz tan intensa como cuando tenía el total de lámparas.

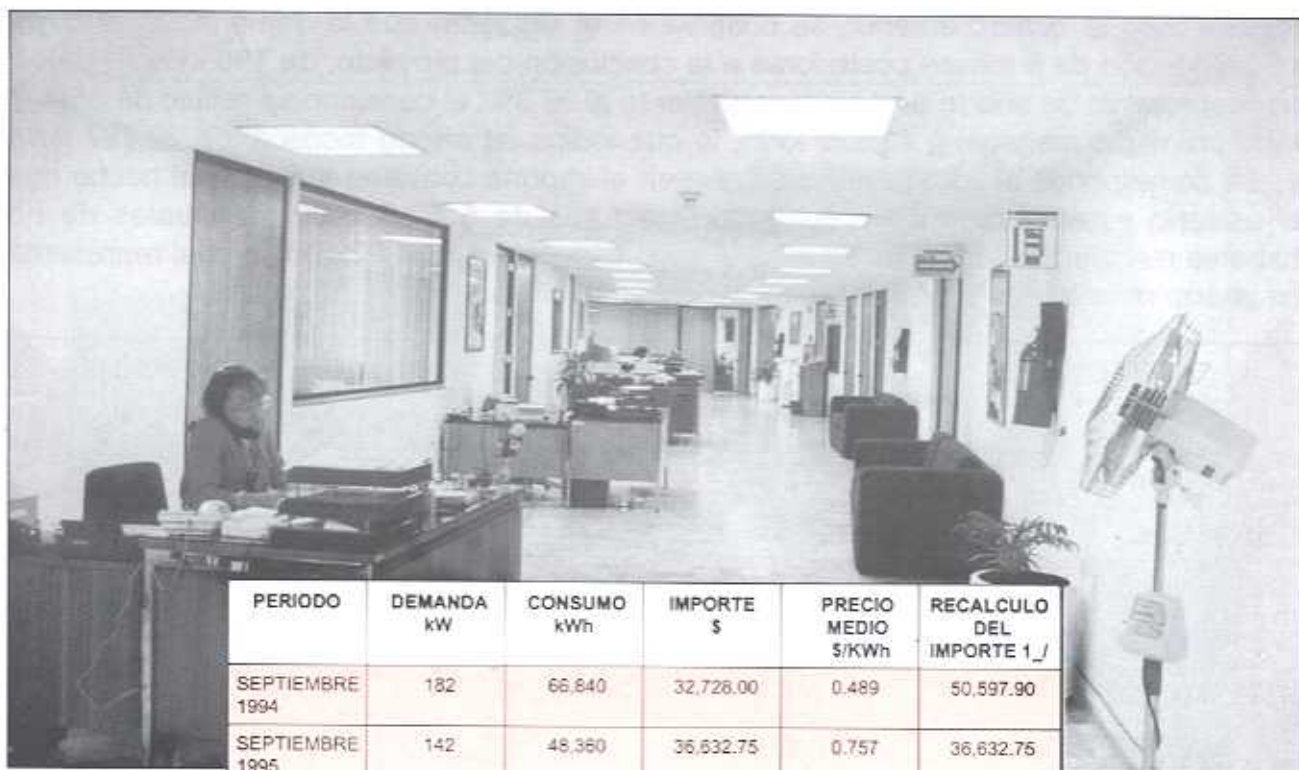
- La lámpara T-8 de 17w constituye uno de los adelantos tecnológicos más importantes en lo que a iluminación se refiere, pues su diámetro de 1 pulgada se ha reducido en comparación con la convencional que se encontraba instalada (1 1/2 pulgada) con el objeto de obtener mayor flujo luminoso y el cual llega a 1,400 lúmenes que significa un incremento del 30% con respecto a la otra (1,075 lúmenes). Su índice de rendimiento de color (CRI) es de 85, lo cual significa que está muy cerca de la calidad proporcionada

por un foco incandescente, cuyo CRI es de 100. Las lámparas retiradas de 20w tenían un CRI de 79, lo que indica la ventaja obtenida en cuanto al confort visual.

■ Resultados obtenidos

Una vez concluido el proyecto, se hizo un análisis de los consumos y demandas habidas durante el período de septiembre de 1995 a febrero de 1996, (el mes de agosto de 1995, se eliminó por no ser representativo) en comparación con el mismo período del año anterior, habiéndose obtenido los resultados que se muestran en el siguiente cuadro. Como no existe una comparación directa en los importes debido al incremento en el precio de la energía eléctrica, se ha incluido en la última columna de dicho cuadro, un recálculo del importe ahorrado, el cual se hizo con base en el precio medio del mes comparado, llegándose a la conclusión que el ahorro mensual promedio del período analizado ascendió a \$ 17,873.25, equivalente a \$ 214,479.00 anuales, lo que permitirá recuperar la inversión en 2.6 años, cifra que rebasa las previsiones hechas antes de desarrollar el proyecto.





PERIODO	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$	PRECIO MEDIO \$/KWh	RECALCULO DEL IMPORTE 1./
SEPTIEMBRE 1994	182	66,640	32,726.00	0.489	50,597.90
SEPTIEMBRE 1995	142	48,360	36,632.75	0.757	36,632.75
AHORRO	40	18,480			13,965.15
OCTUBRE 94	183	61,740	29,091.00	0.471	47,478.00
OCTUBRE 95	146	43,080	33,160.35	0.769	33,160.35
AHORRO	37	18,660			14,317.65
NOVIEMBRE 1994	191	62,080	30,143.00	0.485	51,960.00
NOVIEMBRE 1995	145	43,320	36,255.00	0.837	36,255.00
AHORRO	46	18,760			15,705.00
DICIEMBRE 1994	197	68,220	33,236.00	0.487	54,712.40
DICIEMBRE 1995	140	40,680	32,611.25	0.802	32,611.25
AHORRO	57	27,540			22,101.15
ENERO 1995	194	65,220	29,812.00	0.457	52,632.50
ENERO 1996	133	39,540	31,925.80	0.807	31,925.80
AHORRO	61	25,680			20,706.70
FEBRERO 1995	194	68,580	34,950.00	0.509	59,390.30
FEBRERO 1996	147	44,940	38,946.40	0.866	38,946.40
AHORRO	47	23,640			20,443.90
AHORRO PROMEDIO MENSUAL	48	22,127		0.807	17,873.25

1./ Resultado de multiplicar el consumo del mes por el precio medio del mismo mes del año posterior



Resumiendo el cuadro anterior, se observa en el siguiente que la demanda disminuyó, en un periodo de 6 meses posteriores a la conclusión del proyecto, de 190 kW a 142 kW que representa un ahorro de 48 kW equivalente al 25.3%; el consumo se redujo de 65,447 kWh promedio mensual a 43,320 kWh, lo que indica un ahorro mensual de 22,127 kWh y que corresponde al 33.8%, mientras que en el importe conviene subrayar el hecho que el usuario estaría pagando actualmente facturas de \$ 52,795.00 mensuales de no haberse realizado el proyecto, cuando el pago asciende a \$ 34,922.00, lo cual representa un ahorro mensual de \$ 17,873.00 equivalente al 33.8%.

CONCEPTO	CIFRAS MENSUALES		AHORRO MENSUAL	
	ANTERIOR	ACTUAL	UNIDADES	%
DEMANDA (Kw)	190	142	48	%
CONSUMO (Kwh)	65,447	43,320	22,127	25.3
IMPORTE \$	52,795.00	34,922.00	17,873.00	33.8
PRECIO MEDIO \$/Kwh	1_ /	0.807		33.8
FACTOR DE CARGA (%)	47.8	42.3		
INVERSION = \$ 557,000.00		RECUPERACION = 2.6 AÑOS		

1_ / No se consigna cifra porque el importe ha sido recalculado conforme a los precios vigentes.

■ Conclusiones:

- El proyecto representó un magnífico negocio para el usuario, ya que, según se observa en las facturaciones, el precio medio de la energía eléctrica sigue una tendencia ascendente, lo cual significa que la inversión se podrá recuperar en menos de 2.6 años.
- Se comprobó que el sistema de iluminación de 4x20 watts sigue siendo uno de los más ineficientes, pero, asimismo, se pudo demostrar que sin necesidad de realizar trabajos costosos y molestos, este sistema puede convertirse en uno de los más eficientes utilizando materiales con tecnología de punta.
- El hecho de reducir el 50% el número de lámparas instaladas, no sólo significa un ahorro substancial en el consumo de energía eléctrica, sino ahorros adicionales por concepto de mantenimiento, ya que al término de su vida útil, sólo serán reemplazados el 50% tanto de lámparas como de balastos.

