

■ ANTECEDENTES

La planta Orizaba de Cementos Apasco, S.A. de C.V., cuyo giro principal es la producción de cemento portland, puzolánico tipo I y II, está ubicada en el Boulevard Fernando Gutiérrez Barrios No 84, en la ciudad de Ixtacoxitlán, Veracruz.

En esta planta se tiene contratada la tarifa de servicio de energía eléctrica HS-L, modalidad I-15. Los valores promedio de consumo y demanda, así como facturación mensual, se muestra en la siguiente tabla:

■ DESCRIPCION DEL PROCESO

El cemento portland es un material finamente pulverizado que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con otros materiales como arena, grava, asbesto, etc. tiene la propiedad de fraguar, tanto en aire como en agua, para formar una masa endurecida. El cemento portland es el tipo de cementante hidráulico que proviene de la pulverización del clinker sin más adición que yeso natural, entendiéndose por clinker el producto obtenido por la calcinación a fusión parcial de una mezcla íntima y debidamente proporcionada de materiales calizos y arcillosos.

Tabla 1. Características de consumo

CONSUMO PROMEDIO MENSUAL kW/h	15,429,520
DEMANDA PROMEDIO kW	29,615.20
FACTURACION PROMEDIO MENSUAL	\$ 4,412,119.83

■ DIAGRAMA DE FLUJO



Los procesos de fabricación del producto en Cementos Apasco se llevan a cabo en circuitos cerrados, evitando que los empleados tengan contacto con la materia prima. Por ejemplo el circuito cerrado del molino de bolas (aplica para crudo y cemento), cuenta con los siguientes sistemas y equipos:

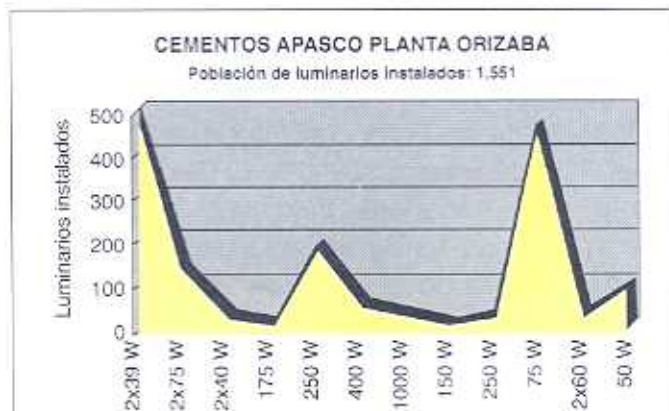
1. Silos de materia prima.
2. Bandas pesadoras en la alimentación del molino.
3. Molino de bolas.
4. Elevador de cangilones.
5. Separador dinámico.
6. Colector de polvos.
7. Ventilador de Tiro Inducido (VTI).
8. Harina cruda.

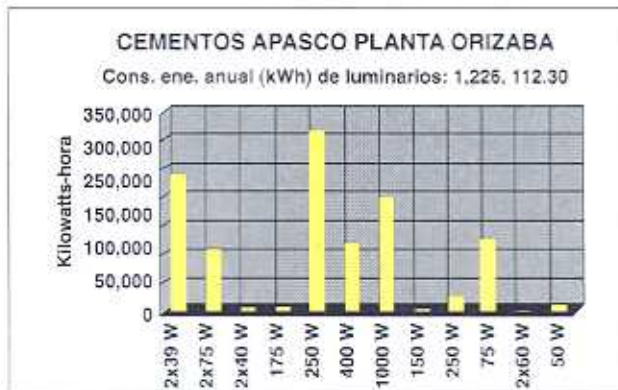
■ MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA APLICADAS EN ILUMINACION

Con el análisis energético realizado en la Planta Orizaba por la compañía consultora, se concluyó que la medida más rentable era el sistema de alumbrado, dado que éste se encontraba operando de una forma no adecuada y obsoleta siendo que contaba con distintos luminarios de potencia

inapropiada en el área de producción y con lo cual se presentaba un nivel de iluminación no uniforme, además de contar en diversas áreas de la planta con lámparas incandescentes y luminarios fluorescentes convencionales.

La mayor cantidad de luminarios que se encontraron colocados fueron los fluorescentes de 2x39 W T-12 con 496 unidades y las lámparas incandescentes de 75 W con 460 unidades. Asimismo, los luminarios que consumían más energía eléctrica eran los de vapor de mercurio de 250 W con 324,241.20 kWh/año, las fluorescentes de 2x39W con 243,460.60 kWh/año y las de vapor de mercurio de 1,000 W con 204,603.90 kWh/año, la cantidad de luminarios instalados y su respectivo consumo se muestran en las gráficas siguientes:





Existen normas que determinan el nivel de iluminación óptimo, dependiendo de la actividad que se quiera realizar, y en esta área se tenía un nivel de iluminación no uniforme; es decir, existían algunas zonas donde el nivel de iluminación era muy sobrado, esta inadecuada planeación en la selección de luminarios y en la distribución de los mismos hace que se requiera un consumo de energía eléctrica superior al necesario. Además, los balastos de estos luminarios eran de eficiencia estándar, por estas razones, se determinó que se contaba con varias opciones para llevar a cabo la medida correctiva, siendo la más adecuada la que se muestra en la siguiente tabla:

Sustitución de luminarios

Luminario actual	V.M.	V.M.	V.M.	V.M.	VSAP	VSAP
	175 W	250 W	400 W	1000 W	150 W	250 W
Luminario propuesto	VSAP	VSAP	VSAP	VSAP	VSAP	VSAP
	150 W	150 W	150 W	150 W	150 W	150 W
Cantidad	10	187	52	30	8	24



Como los balastos de estos luminarios son de alta eficiencia, estas medidas disminuyen la demanda por carga, así por consumo de energía eléctrica.

Para llevar a cabo la corrección en oficinas, servicios y laboratorio, la estrategia que se tomó fue la de cambiar el plafón existente por otro texturizado y rediseñar todo el sistema de iluminación, así como cambiar los luminarios por otros de mayor eficiencia.

Las superficies instaladas para esta medida fueron las siguientes:

Instalación de plafón texturizado en espacios vacíos color blanco

m ²	Descripción
69	Planta baja laboratorio
33	Primer nivel oficinas generales
62	Servicios técnicos
100	Segundo nivel oficinas generales
103	Tercer nivel oficinas generales
19	Primer nivel archivo

Además de éstas, otras áreas como el comedor, almacén, vestidores y pasillos contaban con equipos tanto fluorescentes como incandescentes de diferentes potencias, por lo que se procedió a sustituir estos equipos por fluorescentes de 32 W T-8, usando balastos electrónicos, instalando reflectores especulares y nuevos gabinetes de diferentes dimensiones, así como lámparas compactas ahorradoras de energía.

Esta sustitución se muestra en la siguiente tabla:

Sustitución de luminarios

Luminario actual	Fluores. 2x75 W T-12 Emp/sobr	Fluores. 2x39 W T-12 Oficinas	Fluores. 2x39 W T-12 Lab.	Fluores. 2x40 W T-12 Suspendido	Fluores. 2x39 W T-12 Emp/sobr	Fluores. 2x75 W T-12 Oficinas	Inc. 75 W Oficinas	Inc. 75 W Pasillos	Inc. 2x60 W Vestidores
Luminario prop.	Fluores. 2x32 W T-8 Sin reflej. Gab. nuevo 30x244cm	Fluores. 1x32 W T-8 R. Esp Gab. nuevo 30x122cm	Fluores. 2x32 W T-8 R. Esp Gab. nuevo 60x122cm	Fluores. 2x32 W T-8 Sin reflej. Gab. nuevo Suspendido	Fluores. 2x32 W T-8 Sin reflej. Gab. nuevo 30x122cm	Fluores. 2x32 W T-8 R. Esp. Gab. nuevo 30x244cm	CFL ELMG 13 W	CFL ELMG 13 W Bote int.	CFL ELMG 2x13 W
Cantidad	64	95	57	28	344	71	359	101	28

Otra medida fue instalar 7 sensores de presencia en oficinas, esta medida se justifica porque el personal que labora en ellas, sale frecuentemente hacia otras áreas de la planta, quedando encendidas las lámparas por largos periodos de tiempo, desperdiciando energía eléctrica.

Para llevar acabo la optimización en el sistema de alumbrado en las diferentes áreas de la empresa fue necesario adquirir el siguiente equipo:

Descripción

- Reflector especular de 30x122 cm, con brackets color blanco.
- Reflector especular de 60x122 cm, con brackets color blanco.
- Reflector especular de 30x244 cm, con brackets color blanco.
- Balastro electrónico circuito integrado 1x32 W o 2x32 W, M2-RN-T8-1LL-D-120, Clase P.
- Tubos fluorescentes tipo T-8 de 32 W, CRI 82, 4100 K, 3050 lm, DLL 0.93.
- Bases para tubos fluorescentes de 32 W

- LFC, 13 W c/balastro y gabinete para empotrar, bal. electromag, campana MAGG.
- LFC, 13 W c/balastro y bote integral para empotrar, bal. Electromag, campana MAGG.
- Retrofit de 2 LFC, 13 W c/balastro para luminario sobreponer, bal. Electromag.
- Sensores de presencia ultrasónico con power pack, fuente Ep-120.
- Lámpara de VSAP 150 W c/balastro de alta eficiencia.

GABINETES Y ACRILICOS

Descripción

- Acrílico transparente tipo canal de 30x122 cm.
- Acrílico transparente tipo canal de 30x244 cm.
- Gabinete de 30x122 cm, para empotrar o sobreponer que solo incluye:
1 gabinete modular de 30x122 cm, cal. 24.

1 acrílico virgen 10 años de garantía contra amarillamiento, CAT. LEN-C12.

- Gabinete de 60x122 cm, para empotrar o sobreponer que solo incluye:

1 gabinete modular de 60x122 cm, cal. 24.

1 acrílico virgen 10 años de garantía contra amarillamiento, CAT. LEN-C12.

- Gabinete de 30x244 cm, para empotrar o sobreponer que solo incluye:

1 gabinete modular de 30x244 cm, cal. 24.

1 acrílico virgen 10 años de garantía contra amarillamiento, CAT. LEN-C12.

- Retrofit gabinete suspendido T-8 de 2x32 W, con balastro.

- Cable antilama.

Las especificaciones técnicas que hizo la firma consultora sobre el equipo fluorescente T8, balastros electrónicos, reflectores especulares y el juego de bases adquirido se muestran en forma detallada a continuación.

REFLECTOR ESPECULAR	
Material	Aluminio 98%
País de origen del material	EUA, Canadá o Europa
Reflectancia (mín)	86 %
Claridad de imagen	88% + 94%
Espesor (mm)	0.508 mm
Garantía	25 años
Cámara salina (ASTM B117)	Sin desprendimiento ni fractura de película
QUV Cond. 1,000 hrs (ASTM G53)	Sin desprendimiento ni fractura de película
QUV 100% 1,000 hrs (ASTM G53)	Sin desprendimiento ni fractura de película
Humedad 1,000 hrs (ASTM D2247)	Sin desprendimiento ni fractura de película
Lavalidad (ASTM D3450)	Adecuada con PH: 11, 11.5, 12.7
Certificado de seguridad	UL, CSA o DIN

OTROS EQUIPOS UTILIZADOS

Descripción

- Apagador sencillo de tecla.
- Placa para apagador.
- Chalupas para apagador.
- Tubería flexible de 13 mm.
- Tubería conduit pared delgada de 13 mm.
- Caja con tapa para tubería de 13 mm.
- Conector pared delgada para tubería de 13 mm.
- Conector para tubería flexible de 13 mm.

Las lámparas fluorescentes que se alojan en los gabinetes tienden a distribuir su luminosidad de manera radial, desaprovechándose el flujo que se dirige a la parte superior, que es por lo menos la mitad del total. Con la instalación de los reflectores especulares en los gabinetes, se refleja la mayor cantidad de flujo luminoso de la parte superior hacia la parte de abajo, aprovechando lo más po-



sible este flujo luminoso y con la instalación de un buen difusor de luz (acrílico) se puede lograr una mejor uniformidad del flujo luminoso sobre el área de trabajo.

LAMPARA	
Familia	Fluorescente
Designación	FO32/841 ó F32T8/841
Bulbo	Recto con diámetro de 8 octavos de pulgada
Potencia nominal	32 watts 5%
Flujo luminoso	1400 lúmenes a 100 hrs
Conexión	Doble alfiler (Bi-pin)
Método de encendido	Rápido, con calentamiento permanente de cátodos
Temperatura de color	4100 °K 3%, equivalente a blanco frío
Rendimiento de color	82 mínimo, recubrimiento grueso
Vida nominal	20,000 horas promedio
Sello de eficiencia	E, CSA o FIDE
País de origen	EUA, Canadá o país europeo

Las lámparas fluorescentes T-8 tienden a proporcionar aproximadamente un flujo luminoso con una potencia menor que las lámparas fluorescentes T-12, y que teniendo instalado un reflector especular y con un buen difusor de luz se puede tener arreglos de 1x32 W T-8 que proporcionarían aproximadamente el mismo nivel de iluminación que un arreglo de 2x39 W T-12, 2x40 W T-12.

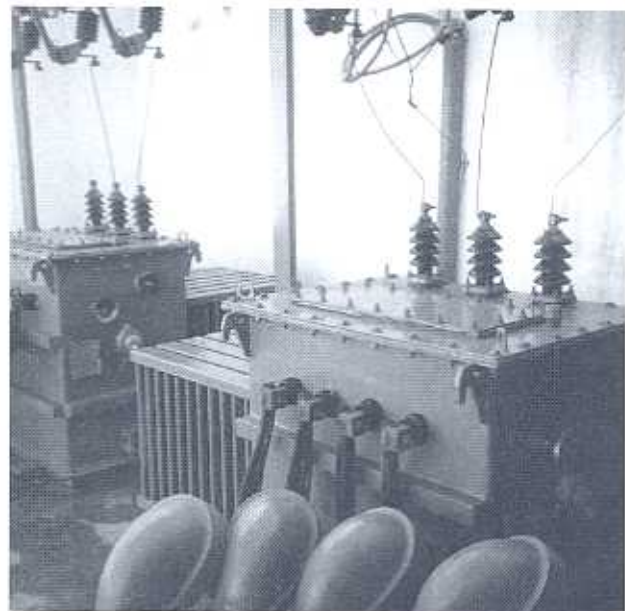
BALASTRO	
Electrónico	De tipo circuito integrado o discreto
Tipo de encendido	Rápido (calentamiento permanente en cátodos)
Número de lámparas y potencia	2 de 32 watts, encendido rápido
Voltaje de alimentación	127 o 127 volts 10% a 60 Hz
Frecuencia de operación en lámparas	Mayor de 20 kHz, menor de 80 kHz
Factor de eficacia de balastro	1,45 mínimo
Factor de balastro	85% mínimo, 90% máximo
Factor de potencia	90% mínimo, 100% ideal
Factor de cresta	1.5 máximo
Distorsión armónica total en corriente	20% máxima, preferente menor de 10%
Protección térmica	Clase "P" (termoprotector integrado)
Compuestos internos	Sin PCB o askareles
Nivel de sonido	24 decibeles máximo (clase A)
Sello de seguridad	UL, CSA o NOM
Sello de eficiencia	E, CSA o FIDE
País de origen	México, EUA, Canadá o Europa
Garantía	3 años mínimo
Diagrama de conexiones	Impreso en etiqueta

Con la instalación de balastos electrónicos se obtiene una mayor eficiencia en la utilización de la energía eléctrica que los balastos electromagnéticos convencionales. Otra característica es la de emisión de ruido que generan los balastos al operar y los balastos electrónicos son silenciosos y de encendido instantáneo.

JUEGO DE BASES	
Para alojar casquillo	G-13
Conexión	Arranque rápido (Bi-pin)
Voltaje	120 volts o mayor
Potencia	660 W
Tipo lámpara	T8
Potencia de lámpara	32 watts o mayor
País de origen	EUA, Canadá o Europa

MEDIDA APLICADA Y RESULTADO

Con el diagnóstico realizado y una evaluación económica para verificar que la medida era viable para la empresa se llevó a cabo la optimización del sistema de alumbrado.

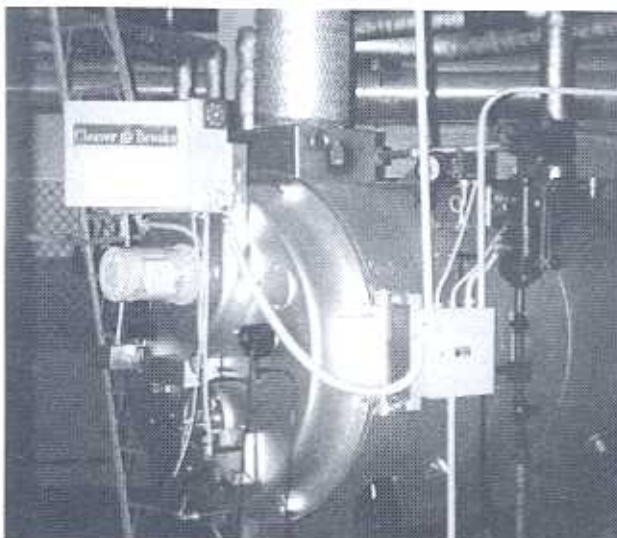


CUADRO RESUMEN DE LA MEDIDA APLICADA

Concepto	Ahorro demanda (kW)	Ahorro en consumo (kWh/Año)	Ahorro económico (\$)	Inversión FIDE (\$)	Inversión empresa (\$)	Inversión total (\$)	Período de recuperación (años)
Optimización del sistema de alumbrado	130.3	666,331	337,588.94	480,180.20	480,180.20	960,360.40	2.84

CONCLUSIONES

Con el apoyo económico proporcionado por FIDE, la planta Orizaba de Cementos Apas-



co llevó a cabo la aplicación del proyecto aquí descrito, logrando obtener un ahorro en el consumo de energía eléctrica de 666,331 kWh/año, una disminución en potencia de 130.3 kW, así como una disminución en la facturación eléctrica de \$337,588.94 anual.

Los anteriores valores representan en porcentajes un ahorro en el consumo de energía promedio anual de 0.41%, un ahorro en potencia del 0.44% y un ahorro en facturación eléctrica del 0.64% en promedio anual.

La inversión total del proyecto requirió un monto de \$960,360.40, del cual el FIDE aportó el 50% y Cementos Apasco el 50% restante, el tiempo simple de recuperación fue de 1.87 años.



*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>*