

## ■ INTRODUCCION

Acumuladores Mexicanos, S.A. de C.V., mostró su interés por realizar un proyecto demostrativo de ahorro de energía eléctrica que le permitiera utilizarla con mayor eficiencia el consumo de la energía eléctrica. Con base en lo anterior, solicitó el apoyo del FIDE para realizar un diagnóstico energético de segundo grado en sus instalaciones industriales ubicadas en Carretera Monterrey - Nuevo Laredo Km. 11.5, Apartado Postal 4, C.P. 65500, Ciénega de Flores, N.L., con la finalidad de detectar áreas de oportunidad de ahorro y la pos-

terior aplicación de medidas de ahorro de energía eléctrica.

En su planta de Ciénega de Flores, Acumuladores Mexicanos, es una empresa dedi-



cada a la transformación y recuperación de polipropileno y plomo en diferentes aleaciones, siendo éstas las materias primas para la fabricación de acumuladores nuevos. La materia prima principal son acumuladores o baterías usadas o que no aprobaron el control de calidad.

## ■ ANTECEDENTES

La planta actualmente se encuentra conectada en una tarifa HM, considerando que su demanda facturable en los últimos 12 períodos de facturación ha rebasado los 1,000 kW.

La energía eléctrica consumida ha venido incrementándose a razón de un 8.5% trimestral en el último año, esto se debe a un incremento en el volumen de ventas y producción.

La demanda máxima facturable ha aumentado un 25%, en parte por el incremento en el volumen de ventas y producción y en parte por la adición de nuevos equipos.

El factor de potencia ha venido disminuyendo continuamente, debido a que los bancos de capacitores existentes se han degradado, perdiendo la potencia reactiva que aportaban al sistema.

Las características de consumo de energía eléctrica son, en promedio, las siguientes:

Demanda Máxima Facturable	1,431 kW
Consumo de Energía	679,600 kWh
Factor de Potencia	0.88
Factor de Carga	78%
Facturación Mensual	\$160,900

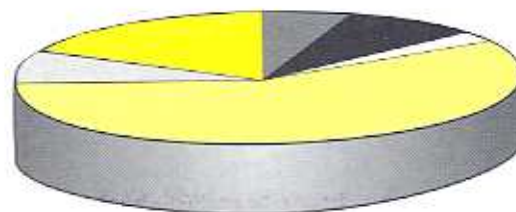
En la siguiente gráfica se puede apreciar la distribución de la demanda eléctrica en kW

por el tipo de carga conectada a la alimentación eléctrica:



Iluminación de alta descarga	7.11%
Iluminación fluorescente	3.39%
Iluminación incandescente	0.23%
Motores eléctricos	77.03%
Elementos resistivos	2.03%
Aire acondicionado	10.21%

Se puede observar claramente que los motores eléctricos representan la carga más importante y por ende, la que se analizará con mayor detalle. Así mismo, en la siguiente gráfica se puede apreciar la distribución de la demanda eléctrica por sectores, donde el área de fundición representa más del 50%:

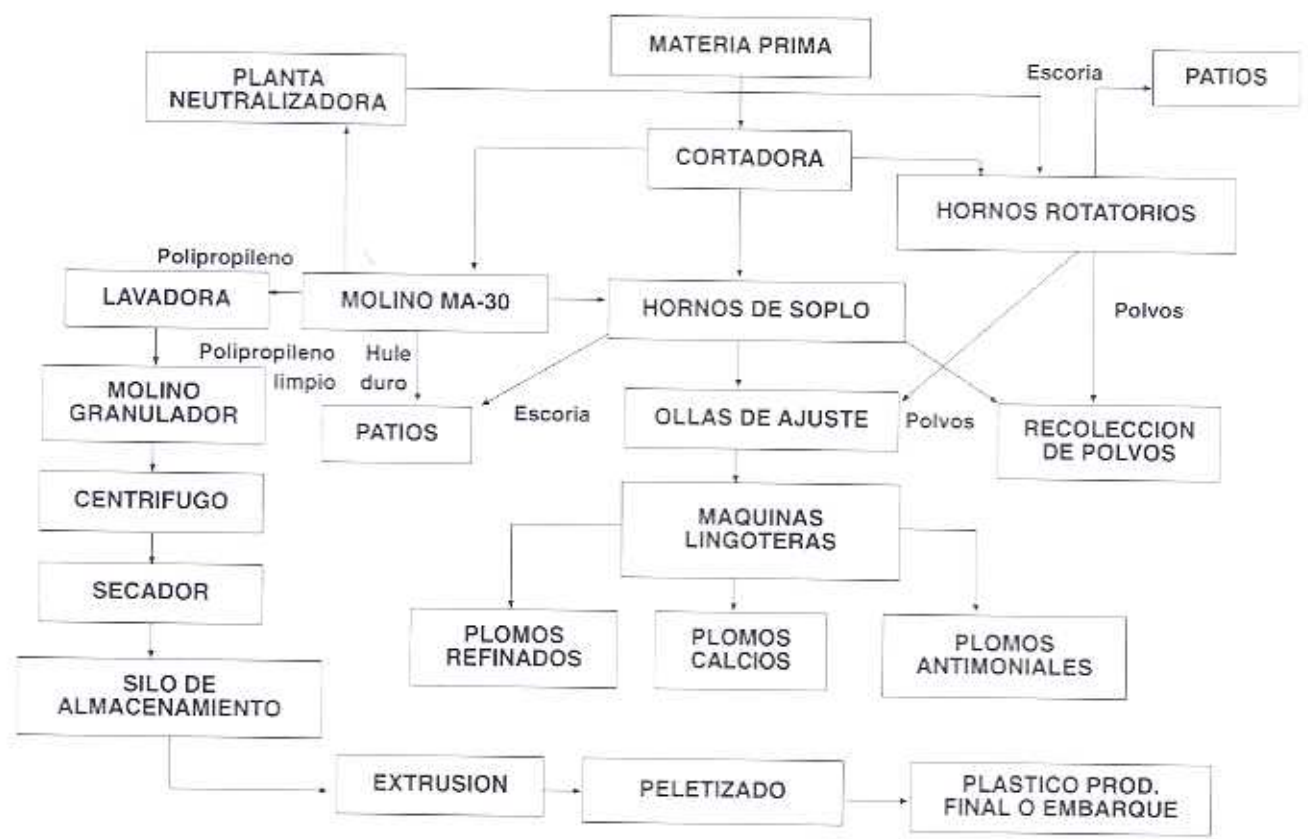


Cortadoras	5.88%
Plásticos	9.53%
Trat. de Agua	1.95%
Fundición	57.47%
Transporte	7.68%
Generales	17.49%



**■ PROCESO**

El diagrama de proceso de la planta muestra a continuación:



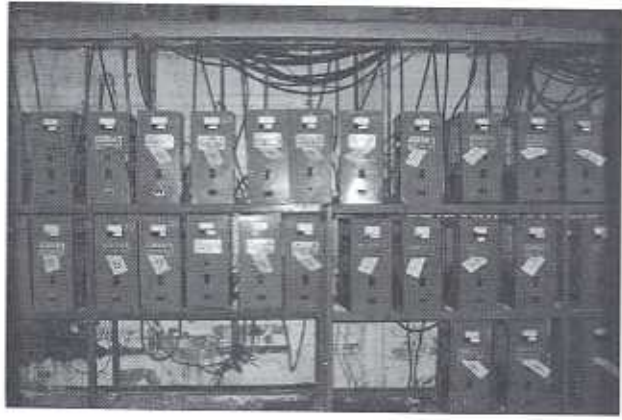
A continuación se describen de manera resumida los principales procesos de la planta.

**Cortadoras**

La batería entra al área de cortadoras, ahí por medio de un disco se le quita la tapa, después entra a un tambor donde se le voltea y se separa el grupo y el ácido de la caja y la tapa. El ácido es almacenado para ser llevado a la planta de tratamiento y al Horno de soplo y el grupo es llevado a los Hornos Rotatorios.

La tapa y la caja son llevadas al molino MA-30 (Molino de martillos) a través de bandas transportadoras, donde cae por gravedad y después de ser molidas caen en una tina de

acero inoxidable donde son lavadas. En esta tina, por medio de diferencia de densidades, son separados: el plomo metálico, que es llevado al horno de soplo; el polipropileno, que irá a plásticos; el hule duro, que irá a patios; y el ácido y los lodos irán a la planta de tratamiento (neutralizadora).



### Planta Tratadora

En la planta neutralizadora se reciben los lodos y el ácido, éstos son tratados para obtener los lodos que podrán ser llevados a los hornos rotatorios y a una solución neutralizadora que se lleva al molino MA-30 y a plásticos.

### Plásticos

El polipropileno llega a plásticos, donde se lava con detergente para eliminar el fierro y el plomo que contenga. Cuando tiene un bajo contenido en fierro y plomo es llevado al molino de cuchillas granulador, donde se disminuye su tamaño. De aquí cae a unos tanques donde por medio de unas aspas se mueve y se lleva al centrifugo donde se le quita la humedad, de aquí es llevado a un secador para que por medio de un soplador se lleve al silo de almacenamiento.

### Horno de sopro

El horno de sopro es alimentado con el buje de la tapa, grupo y subproductos de otras plantas y de las ollas de ajuste; estos son

materia prima. Por otro lado los reactivos que se alimentan para el proceso de óxido-reducción son: caliza, carbón, coke, briqueta de fierro, silicio y grasa alta en plomo.

Del proceso de óxido-reducción se obtiene: metal que va a las ollas de ajuste; escoria, que va a los patios; polvo negro, que va al colector de polvos donde es recuperado y se lleva a los hornos rotatorios.

### Hornos rotatorios

Los hornos rotatorios son alimentados por: grupo, lodos, subproductos de ollas, polvos negros y blancos.

El proceso de fundición en estos hornos se lleva a cabo con gas natural y oxígeno. El metal obtenido se lleva a las ollas de ajuste, escoria que va a los patios y polvo blanco que será recuperado por medio de los colectores para alimentar nuevamente los hornos rotatorios.

### Ollas de ajuste

En estas ollas entran los metales provenientes de los hornos rotatorios y del sopro para hacer el ajuste o proceso para obtener una aleación precisa en base a los requerimientos de niveles de concentración. El plomo líquido se extrae de las ollas por medio de bombas de plomo y se hace llegar a las lingoteras, de donde se obtiene el producto terminado.

- Plomos Refinados
- Plomos Calcios
- Plomos Antimoniales



## MEDIDAS POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

SUSTITUCION DE MOTORES CON BAJO FACTOR DE CARGA POR MOTORES DE CAPACIDAD ADECUADA.

Durante la fase de levantamiento de datos y medición se tomaron las potencias y corrientes de placa de cada uno de los motores y se midieron las corrientes de plena carga de cada uno. Con esto se identificaron los motores que están sobredimensionados con bajos factores de carga, lo cual provoca que los equipos trabajen con baja eficiencia.

SUSTITUCION DE MOTORES CONVENCIONALES POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA.

Se sustituyeron los motores convencionales que por su continuidad de operación, potencia, eficiencia o mantenimiento, generan un rápido retorno de inversión al ser sustituidos por motores de alta eficiencia, pues gracias a la nueva tecnología, es posible reducir los consumos de energía en forma drástica.

CAMBIO DE ACEITE MINERAL EN REDUCTORES POR ACEITE SINTETICO.

Uno de los elementos principales que hace disminuir la eficiencia energética es la fricción mecánica y la solución más común para reducir el impacto de la fricción es el uso de los lubricantes.

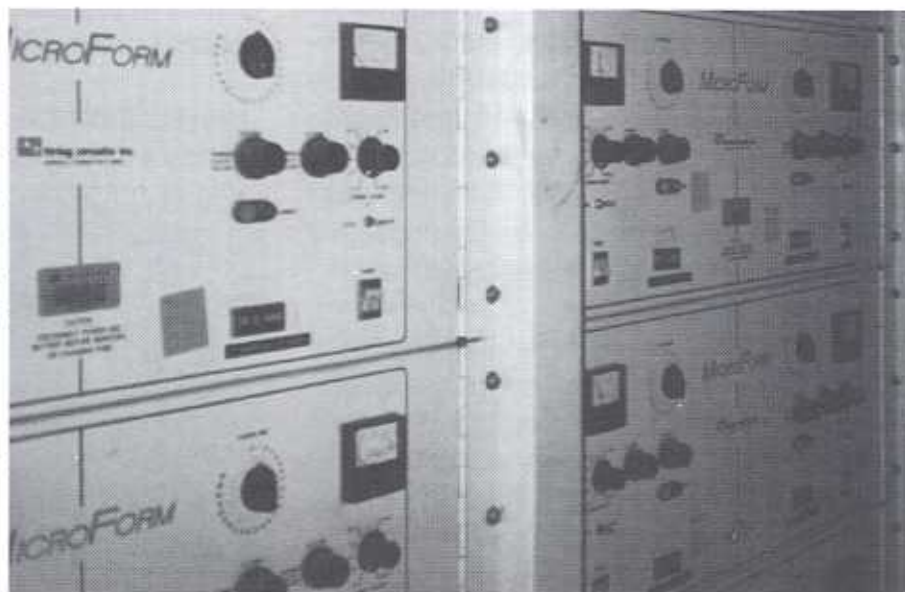
Los lubricantes sintéticos reúnen las propiedades de un lubricante normal, adicionando una reducción más amplia del coeficiente

de fricción y logrando también una disminución de vibraciones y de consumo de energía. Además actúan aún bajo condiciones severas, donde otros aceites de extrema presión fallan; reduce la temperatura entre un 10 y un 20%, reduce las fallas por fatiga en engranes y rodamientos.

DISMINUCION DE PERDIDAS POR EFECTO JOULE.

Se observó que los bancos de capacitores se encuentran conectados muy lejos de los motores, por lo que la corriente reactiva de los capacitores está viajando desde el banco hasta el motor a través de los cables alimentadores del mismo, por lo que estos conductores se encuentran más saturados de corriente, aumentando así sus pérdidas por efecto Joule.

Se instalaron pequeños bancos de capacitores lo más cerca posible al motor y después de su arrancador, de manera que la alimentación del banco quede condicionada al funcionamiento del motor, con lo que se logró disminuir la corriente circulante en conductores, contactos y otros equipos eléc-



tricos en los cuales se presentaban pérdidas por efecto Joule. Además, con la instalación de estos bancos, el factor de potencia se elevó por arriba del 90%

REDUCCION DE PERDIDAS DE NUCLEOS MAGNETICOS POR EFECTO PIEL, UTILIZANDO SUPRESORES DE PICOS TRANSITORIOS DE VOLTAJE.

La operación de los sistemas eléctricos de distribución y sus componentes están basadas en ondas de voltaje y de corriente perfectamente senoidal. Bajo estas condiciones las pérdidas se deben al efecto Joule y varían en función del cuadrado de la corriente. La mayor parte de estas pérdidas se deben al efecto piel, esto es, que la resistencia de un conductor aumenta conforme aumenta la frecuencia. Adicionalmente, la proximidad de materiales magnéticos incrementa el efecto piel varias veces, por lo que es mucho peor en elementos con núcleos magnéticos como motores, transformadores, balastos, etc.

Ya que los sistemas eléctricos están sometidos continuamente a la presencia de disturbios transitorios ocasionados por descargas atmosféricas, interrupciones, reconexiones, switcheo de cargas, etc., y adicionando la distorsión de las ondas de voltaje y corriente (armónicas), se tiene una fuente de alta frecuencia que varía desde los cientos hasta los miles de Hertz. Todo esto ocasiona pérdidas que se traducen en costos y desaprovechamiento de la energía.

Adicionalmente, los equipos se han vuelto más sensitivos a frecuencias altas, lo que provoca fallas prematuras en los mismos o deterioro de sus aislamientos. Por todo lo anterior, se instalaron 20 Supresores de picos transitorios de Voltaje en lugares estratégicos, reduciendo con esto significa-

tivamente la cantidad de energía disipada durante los transitorios del sistema. Además servirán como elemento protector, aumentando y preservando la vida útil de los equipos que componen el Sistema Eléctrico.

REDUCCION DE PERDIDAS EN BARRAS, TABLEROS E INTERRUPTORES POR MEDIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Durante la fase de campo se observó que la gran mayoría de los componentes del sistema eléctrico se encontraban muy sucios y se detectaron terminales flojas en interruptores y conexiones. Esto se debe a que la planta es una gran generadora de polvos.

La acumulación de polvo y basura puede ocasionar calentamiento excesivo y desgaste. Los sedimentos en los aislamientos, combinados con vapor de aceite y humedad, se convierten en conductores y son responsables de fuga de corriente. Las conexiones flojas son otra causa de pérdidas al aumentar la resistencia al paso de la corriente, además de provocar falsos contactos.

Por lo anterior, se hizo una descripción de cómo implantar un programa de mantenimiento preventivo.

INSTALACION DE SENSORES DE PRESENCIA PARA LA ILUMINACION EN BAÑOS, VESTIDORES Y SUBESTACIONES.

La iluminación de los baños, vestidores y de la subestación tenían un sistema de control manual, el cual generalmente se encontraba encendido aún en las horas en que no se ocupaban.

Con la instalación de los sensores de presencia para el control de la iluminación se aseguró que la iluminación solo se encen-

diera cuando alguna persona se encontrara en el interior de esas áreas.

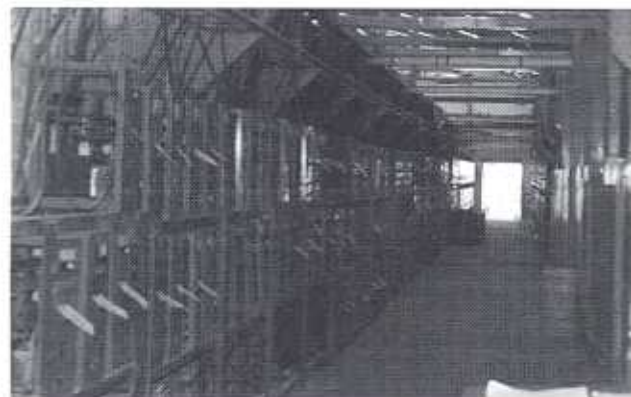
**PARO TOTAL DEL DEPARTAMENTO DE CORTADORAS Y MOLINOS EN CAMBIO DE TURNO.**

El departamento de cortadoras y molinos opera en dos turnos de 8 horas cada uno. Se observó que en el cambio de turno no se paran completamente estos departamentos a pesar de no tener materia prima para trabajar.

Para lograr un ahorro en esta área fue necesario concientizar al personal para realizar el paro de las máquinas mientras se realizaba el cambio de turno.

**CAMBIO DE ACEITE MINERAL EN COMPRESORES POR ACEITE SINTÉTICO.**

Como ya se mencionó, el aceite sintético tiene muchas ventajas sobre el aceite mineral, además de lograr un ahorro en el consumo energético debido a sus propiedades exclusivas. Algunas de sus ventajas son: es disolvente, ya que mantiene limpias todas las válvulas y otras partes de compresores reciprocantes; no carboniza, es decir, no deja depósitos en válvulas u otras partes de los compresores.



**PARO DIARIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DURANTE DOS HORAS EN HORARIO PUNTA.**

Con el cambio de tarifa a la HM se pueden tener varios ahorros en energía, uno de ellos por medio del paro de la planta de tratamiento en horario punta.

En pláticas con el personal del departamento de Ingeniería de la planta, se determinó que debido a las necesidades del sistema y a las características de los equipos, la planta de tratamiento solo podría dejar de operar dos horas diarias, con lo cual se tienen importantes ahorros anuales.

**CAMBIO DE HORARIO DEL MANTENIMIENTO DE HORNOS.**

El mantenimiento de los hornos se realiza durante dos días a la semana, en un promedio de tres horas al día y generalmente es realizado en el turno matutino, es decir, en horario base. Por lo cual fue necesario programar el mantenimiento para que fuera realizado en el horario punta, para lograr así un ahorro en la facturación.

## ■ CONCLUSIONES

Como se puede observar, la medida con más beneficios proporcionados es la que se refiere a la disminución de pérdidas por efecto Joule, ya que el ahorro en facturación base representa el 9.13%, la inversión es relativamente pequeña y el periodo de recuperación es muy aceptable: 0.59 años.

Cabe aclarar que una vez concluido el Diagnóstico Energético, la empresa notificó al FIDE su decisión de aplicar las medidas detectadas en el estudio utilizando recursos propios.



TABLA RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.

No	OPORTUNIDAD DE AHORRO	AHORROS MENSUALES			AHORRO EN COSTO ANUAL \$	AHORRO FACT BASE %	INVERSION \$	RECUP. AÑOS
		kW DEM	kWh BASE	kWh PUNTA				
1	Sustitución de motores con bajo factor de carga por motores de capacidad adecuada.	74.69	40,029.93	0.00	161,235.43	4.96	NULA	0.0
2	Sustitución de motores convencionales por motores de alta eficiencia.	47.98	60,538.46	0.00	205,723.24	6.69	345,086.00	1.67
3	Cambio de aceite mineral en reductores, por aceite sintético.	12.72	6,918.48	0.00	27,755.89	0.85	40,426.12	1.45
4	Disminución de pérdidas por efecto Joule.	58	37,212.00	0.00	143,178.33	9.13	82,098.80	0.57
5	Reducción de pérdidas de núcleos magnéticos por Efecto Piel.	0	6,983.22	0.00	20,483.73	0.70	16,128.00	0.78
6	Reducción de pérdidas en barras, tableros e interruptores, implementando limpieza.	0	8,019.98	0.00	25,524.84	0.81	45,386.25	1.93
7	Instalación de sensores de movimiento.	0	2,283.32	0.00	6,697.61	0.23	19,771.78	2.95
8	Paro total de cortadoras y molino MA-30 en cambio de turno.	0	1,880.88	0.00	5,517.14	0.19	NULA	0.0
9	Cambio de aceite mineral en compresores, por aceite sintético.	4.88	3,510.00	0.00	13,158.61	0.41	4,948.02	0.37
10	Paro de 2 Hrs. de planta de tratamiento.	0	0.00	0.00	4,222.80	0.19	NULA	0.0
11	Cambio de horario de mantenimiento de hornos.	0	0.00	0.00	814.68	0.04	NULA	0.0
	TOTAL	198.27	167,376.2	0.00	612,312.3	24.2	553,844.97	0.90