



Antecedentes

Eternolita, S.A. de C.V., con domicilio en Av. Centenario No. 1097, México, D.F., se dedica a la manufactura de artículos moldeados de hule, manguera envuelta, empaques y artículos varios, para surtir principalmente el mercado nacional.

Esta empresa utiliza la energía eléctrica como uno de sus principales energéticos, está contratada en la tarifa OM, en la cual su consumo y demanda promedio mensual es de 117,000 KWH y 556 KW respectivamente, su factor de potencia es de 95.26% con un costo total de N\$ 29,690.00 mensuales.

En la siguiente tabla, se muestra la distribución del consumo mensual de energía eléctrica a los diferentes equipos que constituyen la empresa.

Distribución del Consumo KWH/MES			
MOTORES ELECTRICOS PRINCIPALES	ALUMBRADO	RESISTENCIAS	SERVICIOS AUXILIARES
76,635	9,945	2,925	27,495

Diagnóstico

Como parte importante del proyecto y de acuerdo a la metodología en la fase de captación de información, se realizaron mediciones en los equipos eléctricos principales y representativos de la empresa, con el fin de obtener la información mas importante de las cargas.

Lo anterior se realizó considerando básicamente; el tamaño nominal de las cargas, las horas de operación y por la importancia primaria en el proceso o servicios.

De acuerdo a lo indicado, y habiéndose analizado la manera en que la energía eléctrica es empleada en la planta, el tipo de maquinaria y equipo utilizado, su forma de operación así como los servicios auxiliares existentes, a partir de esto, se detectaron áreas de oportunidad en materia de ahorro de energía eléctrica.

La tabla en donde se muestra la distribución del consumo de energía, muestra que los motores eléctricos son los principales consumidores de la energía, con un consumo del 65.50% del total, así como los servicios auxiliares con un 23.50%, que en conjunto representan para la empresa el 89% del consumo total de la planta, que fue donde más se enfocó el diagnóstico energético.

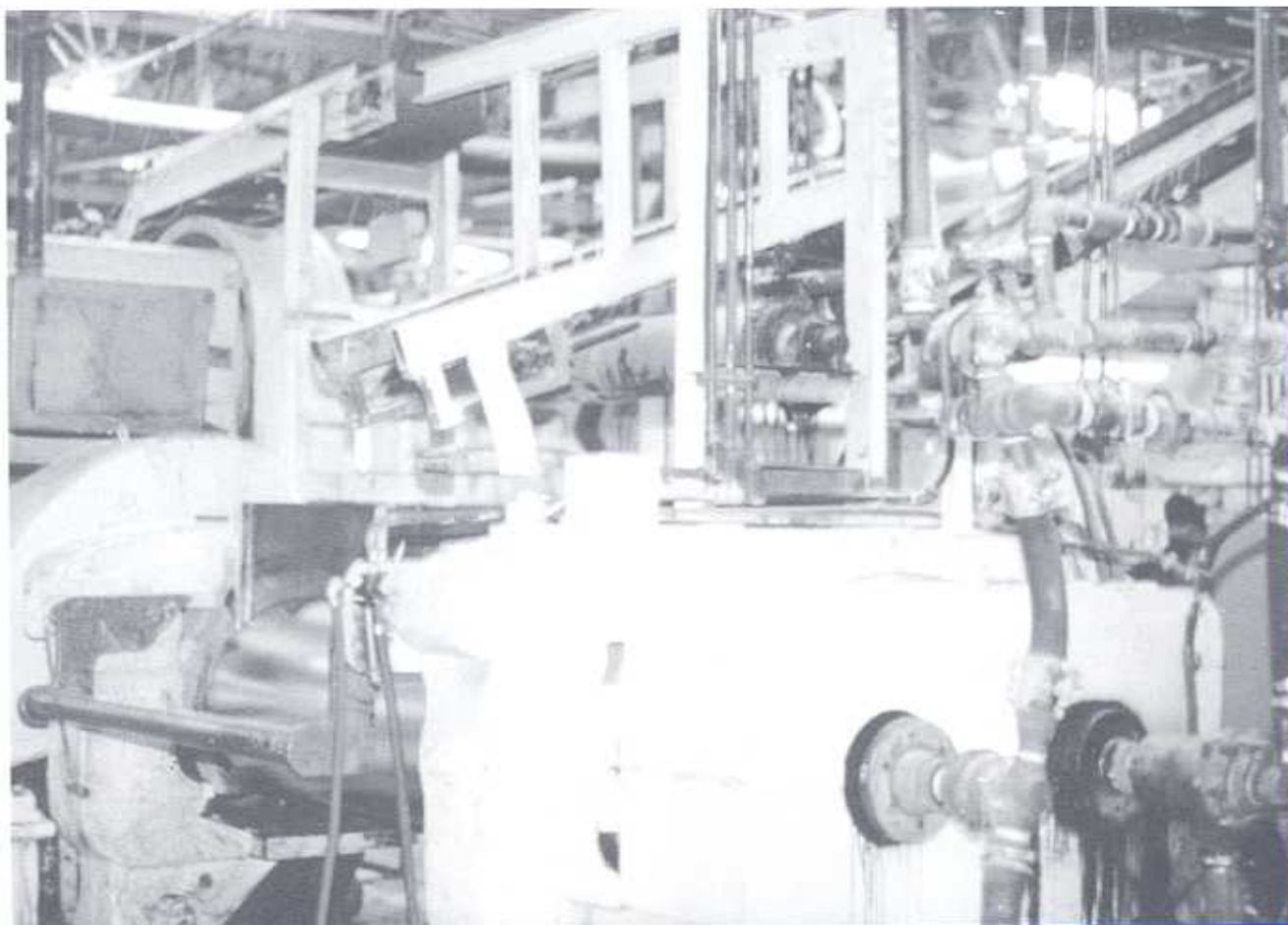
Áreas de oportunidad:

Como resultado del diagnóstico y del análisis efectuado durante el proyecto, las áreas de oportunidad están relacionadas directamente con lo siguiente:

- Oportunidades derivadas de deficiencias en sistemas y equipos instalados.
- Características intrínsecas del equipo utilizado, mecánicamente complejo, con alto porcentaje de pérdidas por fricción.
- Equipamiento inadecuado: Motores de diseño anticuado, sobredimensionados para su utilización actual, etc.

Oportunidades resultantes de la forma de operar y mantener las plantas.

- Necesidad de integrar en forma adecuada el equipo humano de trabajo en la producción,



operación y mantenimiento de la planta, orientado hacia un mejoramiento de calidad, vista globalmente, incorporando en ello el aspecto energético, para eliminación de tiempos muertos y reprocesamiento de material, evitar fugas y desperdicios, etc., y adecuar la operación con buen control de la producción, para un máximo aprovechamiento de los equipos existentes, minimizando así el impacto negativo de las pérdidas intrínsecas de los equipos.

■ ACCIONES CORRECTIVAS:

Enseguida se indican las acciones de ahorro de energía realizadas en la empresa.

Mantenimiento a los Sistemas de Distribución

Analizando el sistema de distribución se detectó lo siguiente:

- Requerimiento de limpieza y ajuste de conexiones en tableros, arrancadores y conexiones de motores.
- El voltaje de operación medido del sistema de 440 volts, se detectó estar arriba del valor nominal, entre 5 y 12%.

La optimización energética a través de medidas de mantenimiento y ajustes en la operación se manifestará en una reducción en el consumo derivado de pérdidas. El realizar un mantenimiento adecuado en arrancadores, tableros, cajas de conexión de motores, así como ajustar los taps de los transformadores en un voltaje promedio de entre 440 y 450 volts implican una disminución de resistencias de contacto y por consecuencia, una reducción de pérdidas por conducción.

Por experiencia en casos similares, un buen trabajo de mantenimiento de contactos llega a reducir hasta en un 3% los consumos en una instalación industrial de Manufacturas.

El ahorro que se obtuvo es de; 1,170 KWH en promedio mensual, con un ahorro económico de NS 3,564.00 anuales y un ahorro en demanda de 5.56 KW.

Las acciones sugeridas se justifican por requerimientos básicos de mantenimiento y operación; el costo por la realización de los trabajos necesarios, queda englobado en los costos normales de mantenimiento, pues no requiere de equipamiento ni trabajo excepcional.



Al no considerarse inversión requerida, no existe el concepto de recuperación. Los beneficios económicos se reciben en forma inmediata.

Reducción de Pérdidas de Conducción de Motores

Durante el desarrollo de la fase de campo del diagnóstico, se detectó que muchos de los motores instalados operan con factor de potencia muy bajo. Ello significa que las corrientes de alimentación a esos motores lleva una componente de corriente reactiva muy alta.

Una forma sencilla de lograr la reducción arriba mencionada, es contrarrestando la carga inductiva que representa en los motores eléctricos el efecto magnético del devanado y núcleo, con una carga capacitiva debidamente dimensionada, colocada lo más cercano posible a ella.

El diseño realizado para la empresa Eternolita, S.A. de C.V. contempla un total de 31 capacitores de diferentes capacidades para un total de 384.5 KVAR.

Es necesario continuar monitoreando el factor de potencia global de la planta después de que quedo implementada la medida, dado que hay capacitores instalados actualmente en las subestaciones receptoras donde no tienen contribución a la reducción de pérdidas de conducción, pues si el factor de potencia global se incrementa por arriba de 96% será necesario desconectar en un momento dado algunos de ellos.



El ahorro energético que se obtuvo con esta medida es de 6,518 KWH mensuales, con una disminución en la demanda de 32 KW, la inversión requerida es de N\$ 48,604.00, cuya recuperación se dará en 2.4 años aproximadamente, por lo que se obtiene un ahorro económico de N\$ 1,649.00 mensuales.

Utilización de Supresores de Picos Transitorios
Por experiencias corroboradas en las mediciones y observaciones realizadas durante la fase de campo de este diagnóstico, los sistemas de distribución eléctrica en la industria, están sometidos constantemente a la presencia de picos transitorios de voltaje, resultantes de 2 fuentes: impulsos de origen externo provenientes de la red de suministro, que pueden ser originados por descargas atmosféricas, directas o inducidas e interrupciones y reconexiones en el sistema de distribución interno.

En el caso específico de la planta Eternolita S.A. de C.V., ello se ve incrementado por la utilización en cierta medida de circuitos rectificadores de corriente directa, los cuales provocan deformación de onda y por consiguiente la formación de armónicas de distintas frecuencias en el sistema.

Con la instalación de once supresores de picos transitorios de voltaje, en la red de distribución eléctrica, de acuerdo al diseño específico realizado para la planta Eternolita, S.A. de C.V. se pudo evitar lo comentado anteriormente.

Tanto los picos transitorios de voltaje directamente como las armónicas, son fuente de ondas de alta frecuencia (armónicas) circulando en el sistema de distribución y por consecuencia, provocando ineficiencia en los equipos que contienen núcleos magnéticos (transforma-





dores, motores, balastras, etc.). Igualmente, la presencia de dichas armónicas sensibiliza el propio sistema, para la formación de circuitos resonantes entre las inductancias inherentes a las cargas, y los capacitores instalados para corrección del factor de potencia.

Adicionalmente los picos transitorios de voltaje afectan de forma directa los aislamientos y circuitos electrónicos, causando fallas prematuras en los equipos.

Con base en la información señalada, se ha considerado la utilización de supresores de picos transitorios de voltaje, como herramienta de ahorro de electricidad, que además tendrá una actuación como elemento protector, incrementando la vida útil de los equipos conectados en el sistema eléctrico.

El beneficio que se obtuvo al aplicar esta medida de ahorro es de 1% de ahorro con respecto al consumo promedio de esta planta, en los equipos con núcleo magnético. Por lo tanto se tiene un ahorro de 970 KWH mensuales con una disminución en la demanda de 4.8 KW, lo que implica un ahorro económico de N\$ 2,940.00 anuales.

Sistema de Aire Comprimido

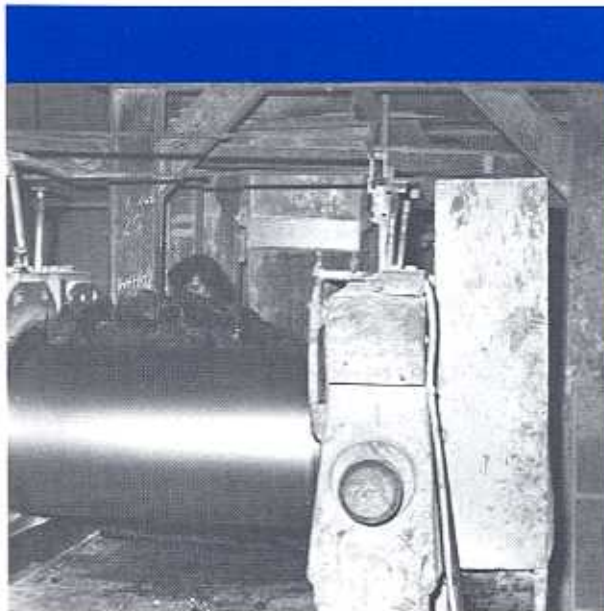
Durante la evaluación realizada en la planta se hicieron observaciones relativas a la instalación y operación de los sistemas de aire comprimido, se encontraron puntos susceptibles de mejorar, principalmente en base a la eliminación de fugas y desperdicios.

Se consideran 2 sistemas de aire comprimido; uno alimentado en 440 volts con motor de 50 HP y otro en 220 volts con motor de 25 HP.

La optimización en el uso de la energía, a través de medidas de mantenimiento, se manifestó en una reducción en el consumo derivado de pérdidas.

Las acciones que se llevaron a cabo son las de revisión y corrección de fugas de aire, principalmente en conectores y uniones de la tubería, manejo adecuado del trapeo y purgado de tanques y líneas para evitar desperdicio y establecimiento de un sistema de mantenimiento para mantener los niveles de fugas al mínimo posible.

De acuerdo a lo anterior el sistema 1 contribuye con 1,279 KWH al consumo mensual de la planta, mientras que el sistema 2 contribuye con



2,453 KWH.

Para efectos de este análisis se consideró que el 15% de la contribución de ambos se evitarán con las acciones sugeridas, por tanto el ahorro de energía en los sistemas 1 y 2 es de 192 KWH y 518 KWH respectivamente.

El beneficio total con la acción anterior es de un ahorro mensual de energía de 710 KWH en promedio y de 3 KW en la demanda, con un ahorro económico de N\$ 2,148 anuales.

Con respecto a la inversión, el costo por la realización de los trabajos necesarios queda englobado en los costos normales de mantenimiento, pues no requiere de equipamiento ni trabajo excepcional.

Lubricantes de Última Generación Tecnológica

De las observaciones y mediciones realizadas, se detectó que un porcentaje significativo de la energía eléctrica consumida en la industria hulera, debido al tipo de equipos utilizados así como su forma de operarlos, se desaprovecha en pérdidas, de las cuales las pérdidas por fricción mecánica constituyen una parte importante.

Analizando lo anterior, se evaluó la posibilidad de sustituir el lubricante convencional que actualmente se utiliza, por lubricantes de última generación tecnológica, con mejores propiedades antifricción, en los equipos seleccionados para este fin.



FIDE

Para lo que se seleccionó un lubricante sintético formulado especialmente para larga duración y baja fricción, del cual, basado en las experiencias positivas que se ha tenido en su aplicación, se logró un ahorro de energía superior al 5% del consumo total en compresores y reductores.

El ahorro logrado con la utilización del lubricante seleccionado es de 4,470 KWH mensuales, una disminución en la demanda de 22 KW y un ahorro anual de N\$ 13,572.00.

El ahorro en términos económicos está calculado en forma neta, tomando en cuenta lo que dejaría de pagarse por la energía ahorrada, más el diferencial existente en costos de lubricantes a las horas de operación.

Respecto a la inversión, en este caso no se trata realmente de una inversión, pues se tienen gastos por lubricación actualmente, que cambiarán en su manejo. Se ha calculado el egreso sobre la base de comprar el lubricante seleccionado necesario, menos los cambios de lubricantes estándar que no se requerirían, para tener un efecto neto anual. Sobre esta base el egreso neto inicial es de N\$ 16,137.00 el cual es amortizable con el ahorro logrado, tiene una recuperación en términos de flujos de efectivo de 0.8 años.

Control de la demanda máxima

El objetivo principal fue la instalación de un sistema controlador de demanda máxima, en base a la desconexión de cargas donde es posible, para mejorar el factor de carga y así disminuir la contribución de dicha demanda

máxima a la facturación de electricidad.

En este caso se tiene un sistema de distribución eléctrica, con cargas conectadas en voltajes nominales de 440 y 220 volts para la gran mayoría de los motores eléctricos, y 220/127 para alumbrado y contactos de servicios.

Se detectó un factor de carga promedio de 61%. Si se define como factor de carga al resultante del cociente entre la demanda promedio y la demanda máxima aplicada a la facturación, mientras menor sea el factor de carga, mayor es el costo promedio de energía eléctrica pagada, en base a lo expuesto y tomando como base un consumo de energía promedio de 117,000 KWH y una demanda máxima promedio de 558 KW, se considera que es logable obtener un factor de carga mínimo de 83%, equivalente a una demanda máxima de 406 KW.

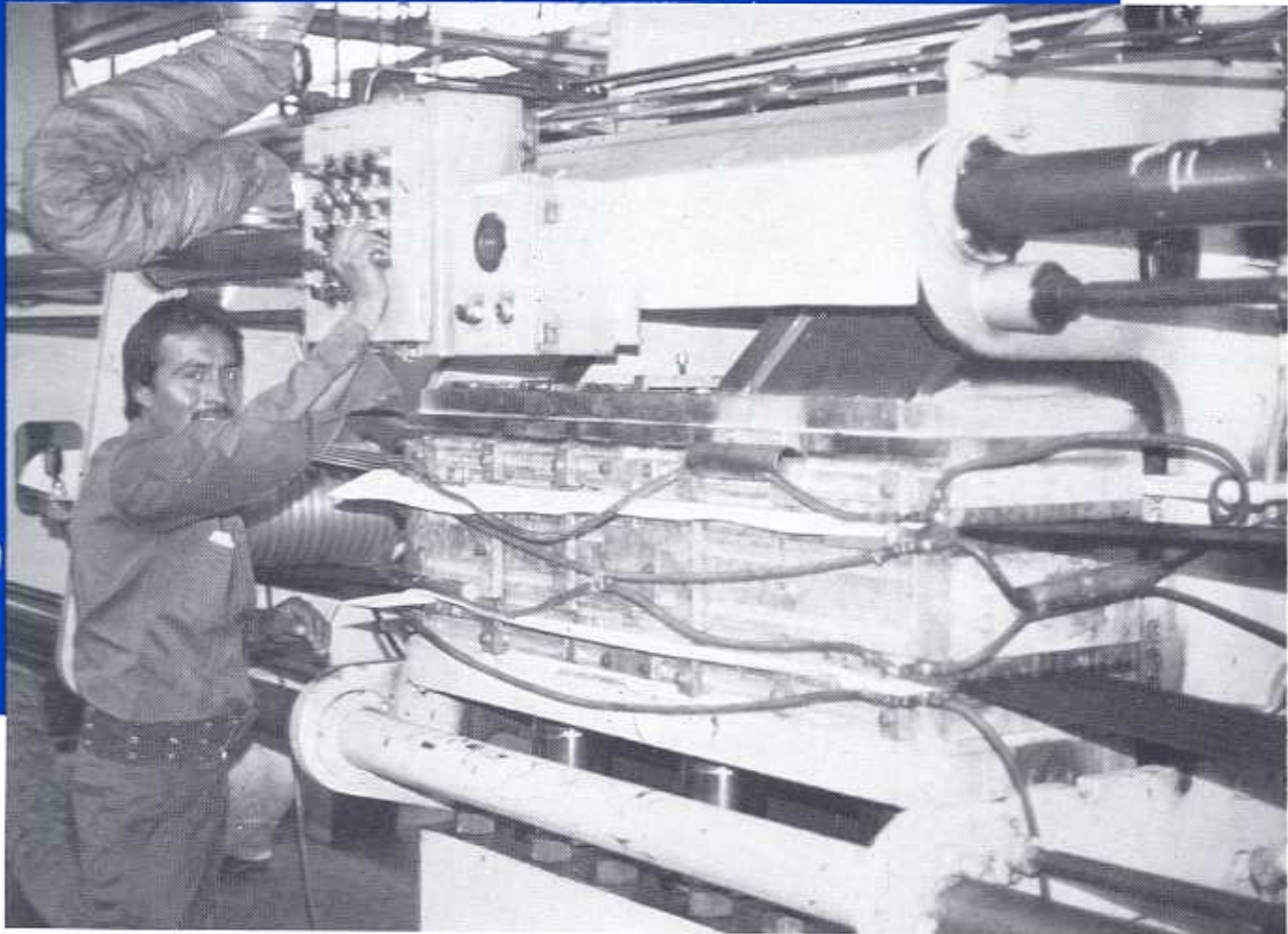
Con la acción se tiene la optimización energética a través del control de las cargas, para mejorar el factor de carga, reduciendo así el impacto económico en la facturación de electricidad, por disminución en la demanda máxima medida.

El ahorro en demanda es de 150 KW con un impacto económico de N\$ 42,804.00 anuales, que requiere una inversión de N\$ 55,000.00 recuperables en 1.25 años.

Adecuada operación de los equipos

Con respecto a esta área de oportunidad, se detectó lo siguiente:

- Se operan los equipos importantes en vacío por tiempos prolongados, así como las cargas eléctricas están concentradas en pocos equipos.
- Areas de oportunidad importantes para la disminución de material rechazado. Se requiere mejor control en la dosificación de agregados durante el procesamiento del hule.
- Hay diferencias notorias de capacitación entre diferentes operarios, por lo que el establecer procedimientos de trabajo reducirá tiempos muertos, material rechazado y reprocesamientos.
- La eficiencia típica de los equipos instalados, con relación a las demandas operacionales normales, representa pérdidas importantes cuando están operando en vacío (superiores al 15% de la operación normal).



- La energía utilizada para preparar el hule, principalmente en los molinos, puede ser excesiva si no se lleva un control adecuado de la calidad del producto que debe salir del molino. Es común dar vueltas al material en el molino más del mínimo necesario, si no se definen y da seguimiento adecuado a los parámetros de control. También es común que se mantenga el material reciclandose en el molino, si el paso siguiente del proceso no esta libre para recibirlo.

Por todo lo anterior, se desarrollo un programa de mejoramiento energético, que contiene como mínimo los siguientes puntos:

- Se definió la estructura organizacional deseada, para delegar la autoridad y responsabilidad requeridas para la obtención de resultados del programa de mejoramiento energético.
- Se definió el objetivo general del programa; hacer difusión general
- Se definieron los aspectos claves de control energético.
- Se están evitando tiempos muertos en la utilización de los equipos, particularmente en las cargas principales.



- Se están elaborando los procedimientos de operación necesarios para una calidad óptima del producto, con una mínima utilización de energía.
- La información a todo el personal, en su adecuada medida, de la necesidad y ventajas del programa.
- Se recomienda un cuidado especial en la motivación al personal Gerencial y de Supervisión.
- La capacitación de personal de control de producción, operación y mantenimiento, tanto a nivel de supervisores como de operarios.

De acuerdo a las mediciones y observaciones realizadas, la contribución a la demanda por

operación de equipos en vacío es de 38 KW.

Dado que se han identificado deficiencias energéticas en el proceso, que dependen primordialmente de los hábitos de operación, el hecho de adecuar éstos, contribuirá al mejoramiento general.

Los ahorros obtenidos con esta medida son de 10,087 KWH mensuales y una disminución en la demanda de 38 KW, el ahorro económico es de N\$ 30,600.00 anuales, lo cual implica una inversión de N\$ 55,000.00 con un período de recuperación de 1.70 años.

A continuación se presenta un resumen de las medidas realizadas en la empresa, en donde se muestran los ahorros obtenidos.

MEDIDAS	AHORRO LOGRABLE POR AÑO (N\$)	AHORRO ENERGIA (KWH/AÑO)	DISMINUCION EN DEMANDA (KW)	INVERSION REQUERIDA (N\$)	RECUPERACION DE LA INVERSION (ANOS)
Mantenimiento en sistemas de distribución	3,564.00	14,040	5.56	Ninguna	Inmediata
Reducción de pérdidas de conducción en motores	19,788.00	78,216	32	48,604.00	2.45
Reducción de pérdidas de núcleo usando supresores de picos transitorios	2,940.00	11,640	4.80	6,399.00	1.83
Reducción de fugas en sistemas de aire comprimido	2,148.00	8,520	3.0	Ninguna	Inmediata
Uso de lubricantes de última generación tecnológica	13,572.00	53,640	22	16,137.00	1.18
Control de demanda máxima	42,804.00	---	150	55,000.00	1.28
Adecuada operación de los equipos	30,600.00	121,044	38	55,000.00	1.79

CONCLUSIONES

El proyecto de ahorro de energía eléctrica en la empresa Eternolita, S.A. de C.V., arrojó un ahorro de energía eléctrica de 287,100 KWH anuales y una disminución en la demanda de 255.36 KW, lo que significó para dicha empresa un ahorro en su facturación anual del 32% equivalente a N\$ 115,416.00

Eternolita es una empresa pequeña representativa de esta rama industrial. Esta continúa realizando acciones encaminadas a la disminución energética en su operación, y además tiene beneficios adicionales al ahorro de energía eléctrica, que en este caso es el mejoramiento en sus costos de producción.