

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN  
LA COMPAÑÍA MINERA VOLCAN**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR  
MIRIAM DORA CHAVEZ LOPE**

**PROMOCIÓN  
2000-I  
LIMA – PERÚ  
2003**

*A Dios por su infinito amor.*

*A mis padres, por su comprensión e incondicional apoyo.*

*A todos los que hicieron posible la culminación de este trabajo.*

**“APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA  
COMPAÑÍA MINERA VOLCAN”**

## SUMARIO

La Compañía Minera Volcan, empresa dedicada al beneficio de minerales de zinc, plomo y cobre; consciente de su misión y responsabilidad social, considera la variable ambiental, el elemento más significativo de su existencia empresarial. Razón por la cual ha incluido a su estructura organizativa un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Dentro de sus “Objetivos” y “Metas Ambientales” se encuentra el propósito de este estudio, en lo que corresponde a la parte eléctrica el objetivo es reducir el consumo de energía eléctrica y su meta al 2002 es la reducción del 5% del consumo de energía eléctrica por tonelada de producción (kW-h/TMC).

Como punto de partida he realizado una auditoria energética a la planta industrial, donde se encontró oportunidades de ahorro de energía con mínima inversión en un primer nivel y en un segundo nivel se ha realizado un estudio mas detallado de las mediciones efectuadas a motores eléctricos.

La reducción del consumo de energía eléctrica, se logra aplicando dos tecnologías; el uso de motores eléctricos eficientes y la instalación de bancos de condensadores. En el último capítulo del presente trabajo se evalúan las alternativas y se propone un plan de acción para desarrollo de las mejoras, si se logran efectuar los cambios y

las mejoras propuestas se obtendría una reducción del consumo de energía eléctrica del 6.64% al 8.46% del consumo total, con lo cual se cumplirían con los objetivos y metas del Sistema Gestión Ambiental.

## INDICE

### PROLOGO

### CAPITULO I

#### ASPECTOS GENERALES

1.1 Programa de eficiencia energética.....	5
1.1.1 Introducción.....	5
1.1.2 Componentes del programa de eficiencia energética.....	6
1.1.3 Auditoria energética.....	10
1.2 Fundamento Teórico.....	12
1.2.1 Motores eléctricos asíncronos estándar.....	12
1.2.2 Motores eléctricos asíncronos eficientes.....	19
1.2.3 Factor de potencia.....	23
1.2.4 Transformadores de distribución y de potencia.....	32
1.3 Parámetros de medición.....	36
1.4 Certificado ISO 14001 aplicado a la minería.....	37
1.4.1 ISO.....	38
1.4.2 Interpretación para la aplicación de la norma internacional ISO 14001.....	36
1.4.3 Objetivos y metas ambientales de la Compañía Minera Volcan.....	40
1.5 Evaluación económica.....	41
1.5.1 Concepto.....	41
1.5.2 Técnicas de evaluación.....	42

1.5.3	Análisis de sensibilidad.....	46
-------	-------------------------------	----

## **CAPITULO II**

### **AUDITORÍA ENERGÉTICA**

2.1	Descripción del funcionamiento de la planta existente.....	48
2.1.1	Ubicación.....	48
2.1.2	Clima.....	49
2.1.3	Producción.....	49
2.1.4	Horarios de operación.....	50
2.1.5	Procesos de Producción.....	50
2.2	Análisis de la facturación de energía eléctrica.....	62
2.2.1	Estructura de facturación de la empresa. Máxima demanda y precios de energía y potencia.....	62
2.2.2	Valores tabulados y gráficas de potencia activa.....	64
2.2.3	Valores tabulados y gráficas de energía activa y reactiva.....	66
2.2.4	Comentarios sobre las facturaciones de energía y costos de energía.....	68
2.3	Diagnóstico de primer grado.....	70
2.3.1	Oportunidades de conservación de energía.....	70

## **CAPITULO III**

### **MEDICIONES**

3.1	Mediciones.....	81
3.2	Equipo utilizado.....	81
3.2.1	Descripción operacional del analizador.....	83
3.3	Planificación de las mediciones.....	85
3.3.1	Parámetros y cartilla de medición.....	86

3.3.2 Cuando es más conveniente medir.....	87
3.3.3 Donde medir.....	87
3.3.4 Procedimientos de medición.....	89

## **CAPITULO IV**

### **DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE SEGUNDO GRADO**

4.1 Análisis de las mediciones del motor de chancadora tajo.....	90
4.1.1 Datos nominales del motor.....	90
4.1.2 Reporte de la medición.....	90
4.1.3 Análisis de la medición .....	93
4.1.4 Alternativa: Compensación capacitiva.....	94
4.1.5 Resumen del análisis de las mediciones.....	96
4.1.6 Conclusiones.....	96
4.1.7 Recomendaciones.....	98
4.2 Análisis de las mediciones de los motores del proceso de chancado y bombas mina.....	98
4.2.1 Resumen del análisis de las mediciones – Conclusiones y recomendaciones.....	99
4.3 Análisis del las mediciones del motor de la bomba N° 6 – Concentradora.....	115
4.3.1 Datos nominales del motor.....	115
4.3.2 Reporte de la medición .....	116
4.3.3 Análisis de la medición .....	117
4.3.4 Alternativa: Motores eléctricos eficientes.....	119
4.3.5 Resumen del análisis de las mediciones .....	120

4.3.6	Conclusiones.....	120
4.3.7	Recomendaciones.....	121
4.4	Análisis de las mediciones de los motores de concentradora.....	121
4.4.1	Resumen del análisis de las mediciones – Conclusiones recomendaciones.....	123
4.5	Análisis de las mediciones de los motores del proceso de flotación .....	148
4.5.1	Resumen del análisis de las mediciones – Conclusiones y recomendaciones.....	149

## **CAPITULO V**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO**

5.1	Elementos para la evaluación.....	180
5.1.1	Cálculo de beneficios de las alternativas de solución.....	181
5.1.2	Inversiones requeridas.....	187
5.2	Análisis económico de las alternativas.....	192
5.2.1	Cálculo de los indicadores económicos de las alternativas de solución.....	192
5.3	Análisis de sensibilidad - Motor de chancadora tajo .....	197
5.3.1	Variables del análisis.....	198
5.3.2	Aplicación - mejora del motor de chancadora tajo.....	198
5.4	Resultado final del análisis.....	201
5.5	Plan de acción.....	206
5.5.1	1 <sup>ra</sup> Línea de acción: Instalación de banco de condensadores.....	206
5.5.2	2 <sup>ra</sup> Línea de acción: Instalación de motores eléctricos de alta eficiencia.....	206
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>213</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>222</b>

## **ANEXO A**

**Diagramas unifilares**

## **ANEXO B**

**Facturación eléctrica de la Compañía Minera Volcan**

## **ANEXO C**

**Reporte de mediciones de motores del proceso de chancado y bombas mina**

## **ANEXO D**

**Reporte de mediciones de los motores de concentradora**

## **ANEXO E**

**Reporte de mediciones de los motores del proceso de flotación**

## **ANEXO F**

**Ahorro de energía por sobre tensión**

## **ANEXO G**

**Eficiencia de un motor rebobinado**

## **ANEXO H**

**Iluminacion**

## **ANEXO I**

**Normas**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **PROLOGO**

El proyecto de tesis “Aplicación del Programa de Eficiencia Energética en la Reducción del Consumo de Energía Eléctrica en la Compañía Minera Volcan” es un estudio realizado para Volcan Compañía Minera S.A.A. El objetivo principal en el desarrollo del proyecto ha sido reducir el consumo de energía eléctrica, esto solo tiene sentido en la medida que permita el cumplimiento de los compromisos ambientales y la reducción de los costos de la producción de la empresa.

Con el programa de eficiencia energética como opción tecnológica y la evaluación económica, se espera demostrar la viabilidad del proyecto de inversión.

Los alcances del proyecto realizado son:

- Un modelo de aplicación del programa de Eficiencia Energética en plantas industriales con el manejo de la auditoria energética como herramienta básica para descubrir las oportunidades de conservación de la energía.
- Disminución de la contaminación ambiental como consecuencia de la reducción de la energía eléctrica consumida, garantizando de esta manera la certificación ISO 14001 de la compañía
- Disminución del pago de facturación por consumo de energía eléctrica como resultado del funcionamiento eficiente de equipos.

- Incremento de la capacidad de suministro eléctrico de la planta, ideal para ampliaciones futuras y de esta manera postergar inversiones requeridas para el reforzamiento de su sistema eléctrico.

La metodología utilizada para desarrollar un programa de eficiencia energética es el resultado de estudios dedicados a nivel mundial desde la década de los 70's hasta nuestros días, se ha analizado los diferentes avances logrados hasta ahora, pero como la eficiencia energética comprende la energía en sus diversas formas, el presente trabajo se limita a tratar la eficiencia en energía eléctrica. Especialmente esta enfocado en lo que son motores eficientes y la compensación reactiva, estas tecnologías son aplicadas para la industria minero-metalúrgica peruana.

En el primer capítulo se describe el Programa de Eficiencia Energética donde se menciona, los componentes del programa dentro de una estructura organizacional. Se detalla sobre la auditoria energética, el concepto, su propósito y los dos niveles de diagnóstico energético aplicados; diagnóstico de primer grado y diagnóstico de segundo grado. Se expone el fundamento teórico necesario de motores eléctricos asíncronos de eficiencia estándar y motores eléctricos asíncronos de alta eficiencia. También se detalla sobre; el parámetro "Factor de Potencia" en redes industriales, el dispositivo utilizado para compensar el factor de potencia, los beneficios de mejorar el factor de potencia usando dichos dispositivos y las mejores opciones de ubicación para la instalarlos. Además se explica sobre el Estándar Internacional ISO 14001 de administración del medio ambiente, los objetivos y metas ambientales impuestas de

metas ambientales impuestas de la Compañía Minera Volcan para la obtención de la certificación ISO 14001. Por último se trata el tema de la “Evaluación Económica”, las técnicas de evaluación y sus indicadores para evaluar las alternativas de un proyecto y pone en claro la utilidad del análisis de sensibilidad en una evaluación económica.

En el segundo capítulo se expone la planta existente, su ubicación, tipo de producción, periodos de trabajo, procesos de producción. La facturación es analizada, tabulados los consumos del último año siguiendo cuidadosamente su comportamiento. En el diagnóstico de primer grado se elabora una lista de oportunidades de conservación de la energía. Para seguir con un diagnóstico de segundo grado, se realizaran las mediciones, en el siguiente capítulo se trata el tema de mediciones.

En el tercer capítulo se muestra una descripción operacional del equipo analizador, Dranetz 4300 que ha sido utilizado para la toma de mediciones. Se listan los parámetros medidos y la cartilla de medición utilizada Se detalla la planificación de las mediciones en las cargas.

En el cuarto capítulo se ha analizado las mediciones de los 91 motores que han sido evaluados. Se evalúan los motores que requieren bancos de condensadores para compensar la potencia reactiva que absorben, se ha calculado el porcentaje de carga, la potencia útil, los ahorros en potencia por la alternativa de compensación capacitiva. También se ha analizado motores que han perdido eficiencia, las pérdidas que generan trabajar con dichos motores, se calculó las potencias de los motores de alta eficiencia que reemplazan a esos motores.

En el capítulo cinco se establecen los elementos para la evaluación económica, se calculan los beneficios de las alternativas de solución y las inversiones requeridas de las alternativas. Se realiza un análisis económico y de sensibilidad de las alternativas, luego se lista los resultados obtenidos. Se establece un plan de acción con los resultados.

En los siete anexos se muestran los diagramas unifilares de las instalaciones eléctricas, las facturaciones, los reportes de las mediciones de los motores del proceso de chancado y bombas mina, los reportes de las mediciones de los motores de concentradora, los reportes de las mediciones de los motores del proceso de flotación, ahorro de energía por sobre tensión y eficiencia de un motor rebobinado.

## **CAPITULO I ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Programa de eficiencia energética**

#### **1.1.1 Introducción**

Durante los últimos años, las empresas han visto como la energía ha pasado de representar un factor marginal en su estructura de costos a ser un rubro importante en la misma. Debido al incremento paulatino en su precio, han tenido que enfrentar el reto de disminuir la participación de los energéticos o por lo menos mantener su mismo nivel en los costos, lo que se dificulta si la planta esta en continuo crecimiento.

“El Ahorro y Uso Eficiente de los Energéticos” ha sido el eje central de la estrategia del Programa Nacional de Energía en un primer periodo y el de “Modernización Energética” en el segundo, debido a que mejoran la competitividad, amplían el horizonte energético y libera recursos económicos para destinarlos a otras actividades productivas.

La experiencia en la aplicación de los programas ha demostrado que con el incremento en la eficiencia energética se obtienen beneficios económicos adicionales al costo de los energéticos ahorrados, junto con la posibilidad de incrementar la producción y la reducción de emisiones de contaminantes.

El programa de energía es una combinación de habilidades técnicas y programas de negocios

Con todas las alternativas fuentes de energía disponibles ahora, el país podría reducir fácilmente su consumo de energía, si no existieran barreras para la implementación. Pero desde luego que hay barreras en su mayor parte económicas. Por tanto, se puede concluir que dirigir un programa de administración de la energía no es un problema técnico sino económico. Lo ideal es implementar mejor los cambios técnicos dentro de los límites económicos y con un mínimo de desavenencias.

El movimiento económico global ha causado reducciones de personal (empleados) en las organizaciones, obligándolos a trabajar largas horas, con la mentalidad de darle “Valor Agregado” al producto.

Los sistemas son reparados provisionalmente para mantenerlos trabajando, esto trae como consecuencias disminución de la eficiencia y operación. La ganancia podría incrementarse si se implementara un adecuado “Programa de eficiencia energética”

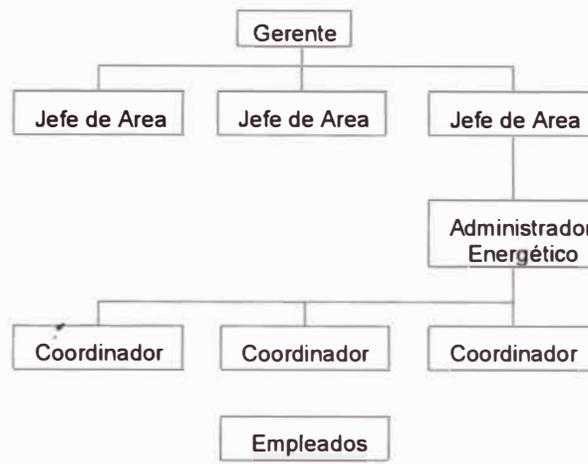
### **1.1.2 Componentes del programa de eficiencia energética**

Los componentes del programa de eficiencia energética dentro de una organización son: la estructura organizacional, las políticas energéticas, planeamiento del programa de administración de la energía, planeamiento de la auditoria a las instalaciones y equipos, plan de entrenamiento educativo, planeamiento estratégico del programa de administración de la energía y reporte del sistema.

#### **A. Estructura organizacional**

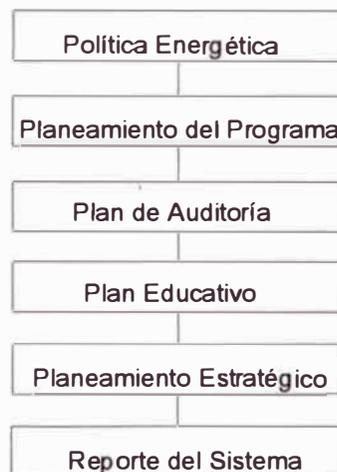
El cuadro organizacional para la administración de la energía se muestra en el cuadro 1.1, es genérico. Esto debería ser adaptado para la estructura de cada

organización. La característica principal del cuadro es la ubicación del administrador energético, esta posición debería ser lo suficientemente alta en la estructura organizacional para tener acceso al plan de la administración gerencial y tener conocimientos actuales de eventos dentro de la compañía.



**Cuadro 1.1 Cuadro organizacional para la administración de la energía**

Los otros componentes del “Programa de Administración de la Energía” han sido ordenados en el cuadro 1.2, como se puede observar.



**Cuadro 1.2 Componentes del Programa de Administración de la Energía**

## **B. Política energética**

Una buena política energética da al administrador energético la autorización para estar involucrado en la parte económica (logística), para la selección de compra de los equipos de producción, medición mas adecuados para el programa de administración de la energía, reportes de energía y entrenamiento del personal. La política energética debe contener lo siguiente: Objetivos, responsabilidades, reporte de programa y entrenamiento.

## **C. Planeamiento del Programa**

El planeamiento es una de las partes más importantes del “Programa de Administración de la Energía” y tienen 2 funciones:

Primero un buen plan puede ser campo para discusiones; los gerentes, jefes y administradores, se sentirán mejor dando opiniones sobre que se puede hacer para ahorrar energía.

Segundo un programa de eventos a través del año ponen un énfasis continuo, que pueden ser aplicados al programa de administración de energía, esto juega un rol muy importante para mantener el programa activo.

El secreto de un plan de trabajo es tener a las personas quienes son requeridas para implementación del plan, involucradas en el proceso de planeamiento. Las personas sienten compromisos al hacer las cosas si ellos han participado en el diseño.

## **D. Plan de auditoria**

El plan debe ser conducido por el actual auditor, el plan de auditoria debe ser un poco más específico que el plan general, mas energía puede ser ahorrada. Algunos puntos que podrían ser considerados son: Mantenimiento y

operación de compresores de aire, motores, iluminación, sistemas de vapor, agua, equipos de control, etc....

Definir auditorias individuales es la manera mas fácil de identificar problemas, los planes del programas de auditorias contribuyen a mantener activo el “Programa de Administración de Energía”

### **E. Plan Educativo**

La mayor parte del trabajo del administrador energético es dar la educación de energía a personas dentro de la organización.

Incrementar la educación energética en la organización puede traer grandes dividendos. El programa operaria mas eficientemente si los administradores entendieran mejor la complejidad del tema, los coordinadores serían mas eficientes si ellos fueran capaces de priorizar mediciones o acciones para el ahorro de energía y estuvieran lo suficientemente actualizados con las últimas tecnologías.

La calidad de trabajo de los empleados mejoraría significativamente con entrenamiento.

El entrenamiento educativo debería ser considerado para 3 grupos distintos: administración, coordinadores y empleados.

### **F. Planeamiento Estratégico**

El desarrollo de objetivos, estrategias, programas y puntos de acción constituyen el planeamiento estratégico para el “Programa de Administración de la Energía”. Este es uno de los más importante pasos en el proceso de desarrollo del programa, usando aproximaciones simplificadas e

involucrándose en el grupo de administración de energía en proceso el plan estratégico puede ser desarrollado.

### **G. Reporte del Sistema**

No hay una forma genérica que puede ser usada para la presentación de un reporte, hay demasiadas variables como: tamaño de la organización, producción, requerimientos del proyecto y procedimientos ya existentes, etc. Un reporte del sistema debe permitirnos detectar problemas de mantenimiento. El reporte del sistema es un esfuerzo que requiere toda la información para ser llevada junta en una forma coherente, obtener necesario soporte para hacerlo mas fácil en muchos casos ayuda, los datos pueden ser recolectados en una base de datos periódicamente en una computadora. Mantener los requerimientos de los reportes mensuales tan simples como sean posibles.

### **1.1.3 Auditoria energética**

#### **1.1.3.1 Definición**

Una auditoría energética es un análisis progresivo que revela dónde y cómo se usa la energía en las instalaciones de una fábrica (puede aplicarse también a una institución, comercio, hoteles, residencias). La realización de una auditoría energética puede efectuarla el personal de mantenimiento de la institución o Industria. Los elementos fundamentales para que se obtengan buenos resultados son: Organización del Equipo Auditor y la Medición de Parámetros de Consumo. Si los dos elementos anteriores no funcionan apropiadamente, el análisis eléctrico o térmico que se realice será totalmente deficiente.

### **1.1.3.2 Propósito**

El propósito de la auditoria energética es conocer detalladamente en que situación se encuentra trabajando la planta, conocer los procesos de producción, las instalaciones, reconocer los equipos para ser capaz de diagnosticar las posibles acciones a llevarse a cabo, ya sea con inversión o con tan solo mejorar alguna con mínima inversión.

### **1.1.3.3 Diagnóstico energético de primer grado**

El diagnóstico de primer grado consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación; así como, el análisis de información estadística de consumo y pagos por concepto de energía eléctrica y combustibles. Mediante el diagnóstico energético de primer grado se detectan medidas de ahorro cuyas aplicaciones son inmediatas y con inversiones marginales.

Al realizar este tipo de diagnósticos se deben considerar los detalles detectados visualmente y que se consideran como desperdicios de energía, detectar, cuantificar los costos y posibles ahorros productos de la administración de la demanda de energía eléctrica. Cabe recalcar que en este tipo de estudio no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

### **1.1.3.4 Diagnóstico energético de segundo grado**

Comprenden la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos de uso intensivo, como son los motores eléctricos y los equipos que estos accionan, aquellos como son las compresoras, bombas, celdas de flotación y chancadoras.

La aplicación de este tipo de diagnóstico requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos anteriormente indicados, lo que incluye la información sobre volúmenes manejados o procesados y consumos específicos de energía. La información obtenida directamente en campo se comprueba con los datos de placa, con objeto de tener las variaciones de eficiencia.

El primer paso es detectar las desviaciones entre las condiciones de operación actuales con las del diseño, para así, poder seleccionar el orden del análisis de cada equipo o proceso. El paso siguiente es conocer el flujo de energía, servicio o producto perdido por el equipo en estudio.

El diagnóstico energético de segundo grado, permite realizar el análisis detallado en una empresa industrial, comercial o de servicios y establecer las bases para la toma de decisiones sobre la realización de proyectos de ahorro de energía.

## **1.2 Fundamento teórico**

### **1.2.1 Motores eléctricos asíncronos estándar**

#### **1.2.1.1 Principio de funcionamiento de un motor eléctrico asíncrono**

El funcionamiento de un motor eléctrico asíncrono se basa en el principio de la interacción electromagnética entre el campo magnético giratorio, creado por un sistema de corriente trifásica suministrada desde la red al devanado del estator y las corrientes que se inducen en el devanado del rotor cuando el campo giratorio cruza sus hilos conductores. El trabajo del motor eléctrico asíncrono por su esencia física es semejante al funcionamiento de un transformador considerando al estator como devanado

primario y el rotor como secundario que, en el caso general, puede girar a una velocidad  $n$  (velocidad del motor en rpm).

Cuando el campo giratorio tiene carácter sinusoidal su velocidad de rotación es:

$$n_1 = \frac{120 \times f}{p} \quad \dots (1.1)$$

La interacción electromagnética entre ambas partes del motor eléctrico asíncrono (sin colector) sólo es posible cuando las velocidades del campo giratorio ( $n_1$ ) y del rotor ( $n$ ) son distintas, es decir, a condición de que  $n$  sea diferente de  $n_1$ , puesto que si  $n = n_1$ , el campo sería inmóvil con respecto al rotor y en el devanado del rotor no se induciría corriente alguna.

La relación

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad \dots(1.2)$$

o bien

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \times 100 \% \quad \dots(1.3)$$

Se denomina deslizamiento del motor eléctrico asíncrono

### 1.2.1.2 Partes del motor eléctrico asíncrono

A continuación se detallan las partes del motor eléctrico asíncrono. En la figura 1.1 se muestran las partes que forman un motor eléctrico asíncrono.

**(1) Carcaza** Es la estructura soporte del conjunto; de construcción robusta en hierro fundido, acero o aluminio inyectado, resistente a la corrosión y presenta aletas.

**(2) Núcleo de chapas del estator** Las chapas son de acero magnético, tratadas térmicamente para reducir al mínimo las pérdidas en el hierro.

**(3) Núcleo de chapas del rotor** Las chapas poseen las mismas características que las del estator.

**(4) Tapas** Son hechas de fierro fundido, soportan los rodamientos y se fijan a la carcasa.

**(5) Ventilador** El ventilador es utilizado para obtener enfriamiento dentro del motor y el material de los ventiladores es de acuerdo al tamaño de constructivo, pueden ser de nylon, fundición de hierro, fundición de hierro con rejilla de chapa de acero y a pedido de fundición de aluminio.

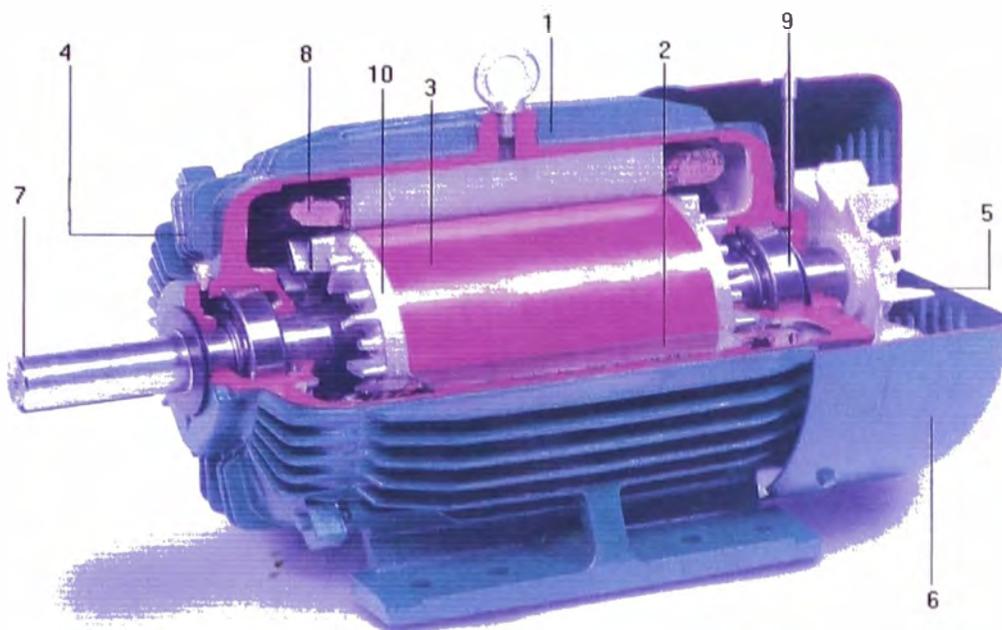
**(6) Protección del ventilador** Es una tapa que protege al ventilador y tiene rejillas para obtener un enfriamiento máximo.

**(7) Eje** Transmite la potencia mecánica desarrollada por el motor. Es tratado térmicamente para evitar problemas como deformación y fatiga.

**(8) Bobinado trifásico** Tres conjuntos iguales de bobinas, una para cada fase, formando un sistema trifásico conectado a la red de alimentación.

**(9) Rodamientos** Dimensionados para aproximadamente 20,000 horas de uso

**(10) Barra y anillos de cortocircuito** – son de aluminio, fundidos a presión en una única pieza.

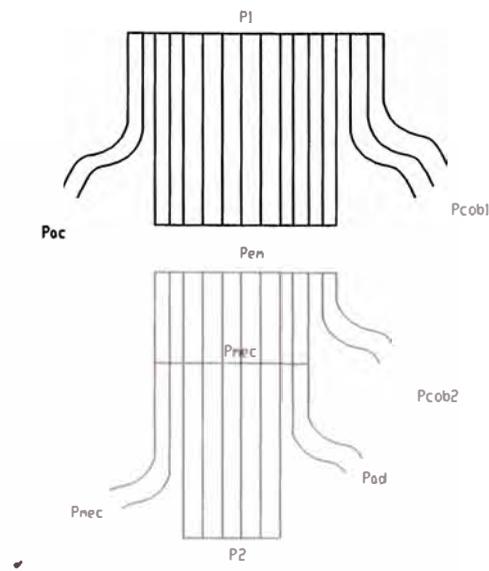


**Figura 1.1 Partes del motor eléctrico asíncrono**

### 1.2.1.3 Diagrama energético de los motores eléctricos asíncronos

La función del motor eléctrico asíncrono es la transformación de la energía eléctrica, en energía mecánica. La energía se transmite del estator al rotor, a través de un campo magnético del espacio de aire. La transmisión de la energía a través del espacio de aire esta relacionada con las fuerzas de origen electromagnético del motor. La transformación de la energía de una forma a otra es inevitablemente enlazada con pérdidas en los diferentes componentes del motor. Por esta razón la potencia del flujo de energía, las pérdidas y los momentos de rotación representan un conjunto de temas que tienen gran importancia al estudiar las propiedades de trabajo de los motores asíncronos. Sigamos el proceso de transformación de la energía eléctrica suministrada al motor en energía mecánica, ver la figura 1.2.

Sea  $P_1$  la potencia eléctrica suministrada al motor



**Figura 1.2 Diagrama energético de un motor**

Parte de esta potencia ( $p_{cob1}$ ) se consume en cubrir las pérdidas en el cobre del estator, y la otra parte se transforma en potencia del flujo giratorio. Pero, en este caso, surgen pérdidas en el acero de la máquina  $p_{ac}$ ; prácticamente hay que tener en cuenta sólo las pérdidas en el acero del estator, ya que la frecuencia de remagnetización del acero del rotor ordinariamente es bastante pequeña (1-3 Hz), y por eso las pérdidas en el acero del rotor son pequeñas. Así pues, la potencia electromagnética es:

$$P_{em} = P_1 - p_{cob1} - p_{ac} \quad \dots(1.4)$$

La potencia electromagnética se transmite a través del espacio de aire al rotor. Si no hubiera pérdidas en el rotor, esta potencia se transformaría totalmente en mecánica. Pero al fluir la corriente por el devanado del rotor en este devanado surgen pérdidas en el cobre o en aluminio, según el material del devanado.

Para precisión consideraremos que el devanado es de cobre y hablaremos de las pérdidas en el cobre  $p_{cob2}$ . Por consiguiente la potencia mecánica total desarrollada por el motor en el árbol es:

$$P_{mec} = P_{em} + p_{cob2} \quad \dots(1.5)$$

La potencia mecánica entregada útilmente por el motor  $P_2$  es menor que la  $P_{mec}$  en la magnitud de las pérdidas mecánicas  $p_{mec}$  y las perdidas adicionales  $p_{ad}$ . Las pérdidas adicionales  $p_{ad}$  surgen en los devanados y el acero de la máquina al girar el motor y están condicionadas por la presencia de dientes en el estator y rotor y por la distribución, no del todo sinusoidal, de las f.m. en el espacio

Las pérdidas adicionales crean el mismo momento de freno adicional que las pérdidas mecánicas, por eso se cubren de la misma manera que estas últimas, y al considerar el cuadro energético del trabajo del motor se adicionan a las perdidas mecánicas. Así pues,

$$P_2 = P_{mec} - p_{mec} - p_{ad} \quad \dots(1.6)$$

El rendimiento del motor es:

$$\eta = P_2 / P_1 \quad \dots(1.7)$$

Las perdidas totales en el motor son:

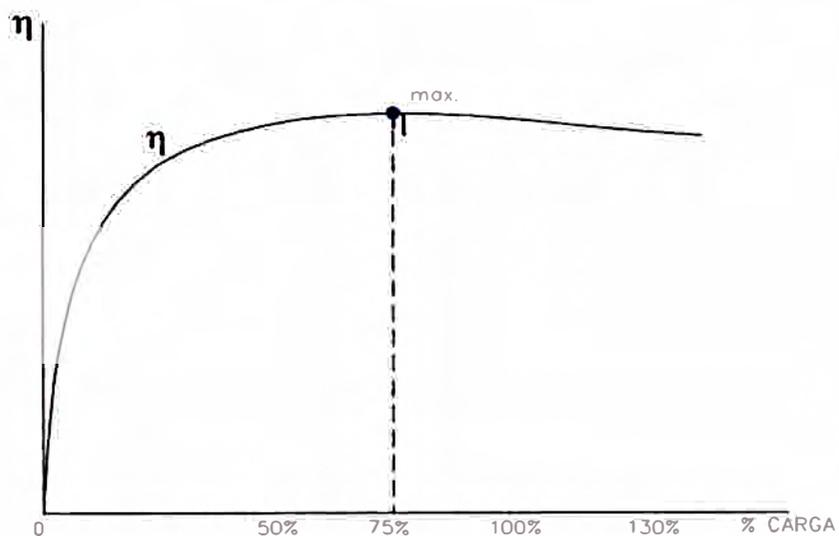
$$\text{Perdidas Totales} = p_{cob1} + p_{cob2} + p_{ac} + p_{mec} + p_{ad} \quad \dots(1.8)$$

Al aumentar la carga la suma de las pérdidas  $p_{ac} + p_{mec}$  disminuye a causa de la disminución del flujo principal, así como de la disminución de la velocidad de rotación. Habitualmente esta disminución no sobrepasa de 4 – 8%, por eso también estas pérdidas se incluyen en las perdidas constantes del motor.

En contradicción con las pérdidas en el acero, las pérdidas en el cobre varían proporcionalmente al cuadrado de la corriente.

Las pérdidas adicionales, como vimos, dependen en parte de la corriente y en parte de la tensión. Para simplicidad se considera que estas pérdidas varían proporcionalmente a la potencia aplicada.

Obtenemos que el máximo rendimiento se alcanza cuando son iguales las pérdidas constantes y variables; así pues, redistribuyendo correspondientemente las pérdidas podemos obtener motores con distinta forma de las curvas de rendimiento en la siguiente figura 1.3 se muestra la curva típica de rendimiento de un motor asíncrono que alcanza el máximo aproximadamente el 75% de la carga nominal.



**Figura 1.3 Curva de rendimiento**

a. Factor de potencia del motor

El motor asíncrono lo mismo que el transformador, consume de la red corriente retrazada que casi no depende de la carga. Por eso su  $\cos \Phi$  es siempre menor a la unidad. Cuando el motor está funcionando sin carga

(marcha en vacío) el factor de potencia ( $\cos \Phi$ ) habitualmente no sobrepasa de 0.2 (debido a que la corriente suministrada es utilizada solo para generar el flujo magnético y no para realizar trabajo), pero luego, bajo carga, crece rápidamente y alcanza el máximo cuando la potencia es próxima a la nominal. Al seguir aumentando la carga disminuye la velocidad del motor, correspondientemente disminuye el factor de potencia ( $\cos \Phi$ ).

### **1.2.2 Motores eléctricos asíncronos eficientes**

Estos motores están fabricados de manera especial para reducir las pérdidas por transformación de energía eléctrica en energía mecánica. Para lograrlo, diversos fabricantes, han realizando varias acciones entre las que se puede mencionar:

- Utilización de acero con mejores propiedades magnéticas
- Reducción del entrehierro
- Reducción del espesor de la laminación
- Incremento en el calibre de los conductores
- Utilización de ventiladores y sistemas de enfriamiento más eficientes
- Utilización de mejores materiales aislantes

#### **1.2.2.1 Categorías de los motores eléctricos asíncronos eficientes**

La categoría de los motores eficientes cubre dos clases diferentes: Motores de energía eficiente y motores de eficiencia premium.

##### ***a. Motor de energía eficiente***

En 1994 la “National Electrical Manufacturers Association” (NEMA) resolvió que para “motores de energía eficiente” las eficiencias deberían ser de 2 a 6%

mayores que la de los motores estándares. Las eficiencias nominales de los motores eléctricos eficientes deberían estar muy cercanas a los niveles de eficiencia dados en las tablas de la norma NEMA (ver Anexo I “Normas”) para ser clasificados como de “energía eficiente”.

El 24 de octubre de 1997, la Energy Policy Act (EPACT) solicitó motores de 1 a 200 HP fabricados para propósitos generales o importados para venta en Estados Unidos, con el propósito de encontrar los estándares de eficiencia mínimo equivalentes a los descritos en la norma NEMA, en el Anexo I– “Normas” se muestra las tablas de eficiencias de los motores de marca Siemens según NEMA.

#### *b. Motores de eficiencia premium*

El Consortium for Energy Efficiency (CEE) ha trabajado con fabricantes de motores y expertos para desarrollar nuevas tendencias sobre eficiencias que son aun mas altas que los niveles de NEMA para motores de energía eficiente. Los motores de eficiencia premium tienen de 0.8% a 4% puntos de eficiencia mas alta que los motores de energía eficiente requeridos por EPACT, en el Anexo I “Normas” se puede ver las eficiencias NEMA- Premium.

### **1.2.2.2 Mejoras en el diseño de motores eléctricos asíncronos**

#### **a. Diseño electromagnético y pérdida de cobre**

La mayor pérdida en un motor de inducción es normalmente pérdida en la resistencia o perdida de cobre – aproximadamente 35 % del total. Por lo general, la única manera de reducir es colocar mas cobre en el motor. Sin embargo, una mejora del diseño de los embobinados junto con técnicas de fabricación que

acortan los embobinados de extremos, ayuda a limitar el cobre extra que se necesita. Para reducir las pérdidas de cobre del estator en 7%, en algunos diseños de cuatro polos con embobinados se usaron embobinado con extremos en tres planos. Sin embargo, persiste el hecho de que mas cobre necesita mas espacio, especialmente en las ranuras, y aunque se han aumentado los rellenos de las ranuras, la necesidad de mantener la productividad limita la medida en que esto puede hacerse. El uso de ranuras más grandes- la única alternativa- reduciría el volumen del circuito magnético haciendo que se sature y aumentarían las pérdidas de hierro. En el pasado, el único remedio ha sido aumentar la longitud del núcleo. Y algunas veces aumentar incluso su diámetro.

#### **b. Acero Magnético**

Como el acero eléctrico es el componente más costoso del motor, cualquier aumento de su volumen no es deseable. Obviamente un acero eléctrico de más alto rendimiento, debe ser el segundo punto clave para mejorar la eficiencia de los motores. Se requieren dos propiedades – una pérdidas energéticas baja y una permeabilidad de campo buena y alta- es decir, el acero debe de magnetizarse fácilmente y no debe saturarse a inducciones bastante elevadas, digamos de 1.7 a 1.8 Tesla. Brook Hansen decidió que una mejora del acero eléctrico era esencial si se quería realmente lograr procesos, y junto con Orb Electrical Steels, una empresa internacional especializada situada en el sur de Gales, Reino Unido, de la cual British Steel es el accionista mayoritario, emprendió la tarea de desarrollar el acero. Las metas eran estrictas, se requería 1.5 Tesla 60 Hz, un nivel de pérdida de 3.969 W/Kg (equivalente a los aceros al silicio) junto con un precio

lo mas cercano posible al costo mas bajo de los aceros al silicio. Dicho acero se obtuvo después de cuatro años de trabajo y su efecto en la reducción de la longitud del núcleo del motor de tamaño de armazón.

Los mecanismos de pérdida del acero son también importantes. La histéresis y la pérdida por corrientes parásitas se han entendido desde hace muchos años, pero existe un balance optimo entre las dos que dependen de la fmm (fuerza magnetomotriz) y la armonía de la permeancia del motor. Los cambios en el diseño parecen bastante pequeños, pero son extremadamente importantes para la eficiencia del motor.

### **c. Diseño térmico**

Un buen diseño térmico del motor es el tercer punto clave para mejorar su eficiencia. El trabajo empezó en los aspectos fundamentales del entendimiento de los flujos caloríficos de un motor totalmente cerrado, ventilación exterior. Al analizar el rendimiento térmico hay fuentes complejas de calor y caminos de calor que deben considerarse y esto se combina con las conductividades variables asociadas con los embobinados del estator y la estructura laminada del núcleo. Había que evaluar cuidadosamente el flujo de aire y mantener los requisitos al mínimo para reducir el ruido del ventilador y las pérdidas.

### **d. Aerodinámica**

La mayoría de los motores eléctricos se enfrían por aire que se sopla externamente sobre la cubierta acanalada que sirve de disipador térmico. El

diseño del sistema del ventilador es importante por si mismo. El aire que se aspira hacia el centro del ventilador esta sujeto a tres vectores de fuerza: axial, radial y tangencial – los dos primeros están gobernados por la geometría del ducto del ventilador y el último por la rotación del ventilador propiamente dicho. Para reducir la perdida y el ruido al mínimo, el sistema debe diseñarse de manera que lleve al máximo el vector de fuerza axial y al mínimo los otros dos.

### **1.2.2.3 Beneficios del uso de motores eléctricos asíncronos eficientes**

Muchos motores de energía eficiente y premium tienen beneficios como:

- Los motores eficientes tienen eficiencias mas altas que los motores estándares y por lo tanto las perdidas por transformación energía son menores
- Los motores eficientes tienen buena ventilación y son capaces de contrarrestar variaciones de tensión mejores que motores de más baja eficiencia.
- Los motores eficientes tienen un factor de potencia ligeramente alto en promedio que su contraparte estándar.
- La mayoría de los motores eficientes debido a los componentes de construcciones no se saturan a inducciones elevadas, de esa manera su operación es más confiables que la de los motores estándares.

## **1.2.3 Factor de potencia**

### **1.2.3.1 Factor de potencia en redes industriales**

La utilización de la energía eléctrica, distribuida mediante redes de corriente alterna, ya sea para fines industriales, comerciales o residenciales, lleva implícita

la existencia de campos magnéticos para el establecimiento de los campos rotantes que mueven a los motores, para las reactancias de las lámparas de descarga o tubos fluorescentes, etc. Tales campos magnéticos requieren de la red de alimentación una cierta potencia reactiva (kVAr) que, si bien no significa un aumento directo de la potencia activa (kW) que se está utilizando, se traducen, en incrementos del costo económico para aquellos usuarios a los que se les factura la energía reactiva, en mala regulación de la tensión de suministro (generalmente “baja tensión”) mayores pérdidas en líneas y elementos de distribución y aumento de la potencia aparente (kVA) requerida para igual potencia activa utilizada.

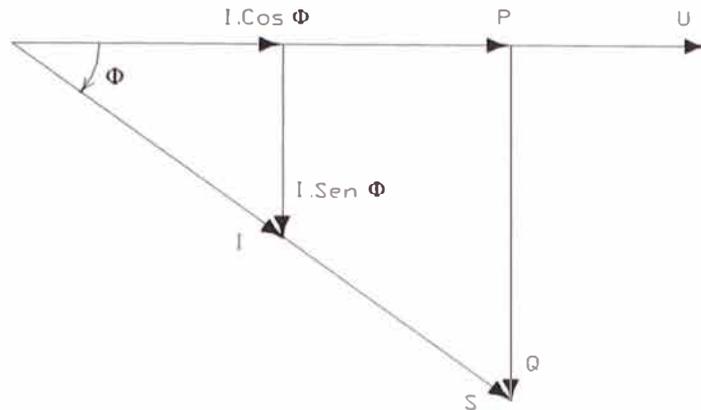
Todo usuario de energía eléctrica tiene una tensión de alimentación  $V$  (Volts) que aplicada a los motores y/ o artefactos de iluminación y/o calefactores, etc, dará lugar a una corriente  $I$  (amperes); ambas magnitudes pueden ser representadas mediante vectores o más propiamente, “fasores” que tendrán entre si un cierto ángulo o desfase, que dependerá del tipo de carga considerada.

$$\text{Potencia Activa:} \quad P = V \cdot I \cdot \cos \Phi \quad \dots(1.9)$$

$$\text{Potencia Reactiva:} \quad Q = V \cdot I \cdot \text{sen } \Phi \quad \dots(1.10)$$

$$\text{Potencia Aparente:} \quad S = V \cdot I \quad \dots(1.11)$$

En las instalaciones industriales como comerciales y residenciales, el tipo de consumo es preponderantemente inductivo puede decirse que el diagrama fasorial de un consumo tipo, teniendo en cuenta las potencias será en la figura 1.4. En la que se puede apreciar claramente que, para una misma potencia activa  $P$ , que efectivamente utilizemos, tendremos que la corriente  $I$  y la potencia aparente  $S$  son mínimas cuando el ángulo  $\Phi = 0$  o dicho de otra forma cuando  $\cos \Phi = 1$ .



**Figura 1.4 Diagrama fasorial de potencias y corrientes**

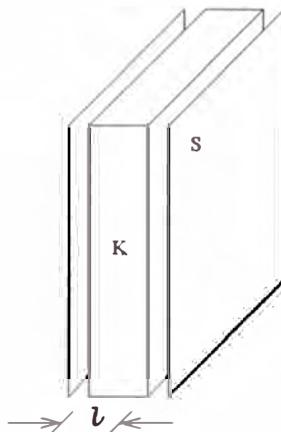
### 1.2.3.2 Capacitores

Son dispositivos eléctricos formados por láminas conductoras, separadas por una lámina dieléctrica y que al aplicar una diferencia de tensión almacenan carga eléctrica. Se emplea la configuración especial de dos placas de metal paralelas separadas por una distancia muy pequeña para construir casi todos los elementos de circuito que se utilizan como capacitores. Estos capacitores se llaman capacitores de placas paralelas, y en la figura 1.5 se muestra un ejemplo de su forma. El valor de la capacitancia para estructuras de placas paralelas se calcula mediante la ecuación

$$C = \frac{K \cdot \epsilon_0 \cdot S}{l} \quad \dots(1.12)$$

en donde  $K$  es la constante dieléctrica relativa,  $\epsilon_0$  es la permitividad del espacio libre (y es una constante cuyo valor es  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  F/m),  $S$  es la superficie de las placas (en metros cuadrados), y  $l$  es la distancia entre las placas (en metros). De la ecuación (1.12) se puede ver que para aumentar el valor de la

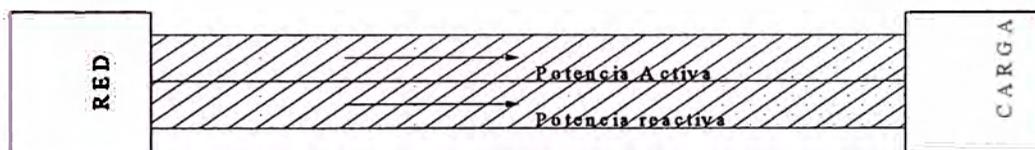
capacitancia (C) de una estructura de placas paralelas, se puede ya sea aumentar su superficie, el valor de la constante dieléctrica, o disminuir la distancia entre las placas.



**Figura 1.5 Capacitor**

### 1.2.3.3 Compensación del factor de potencia

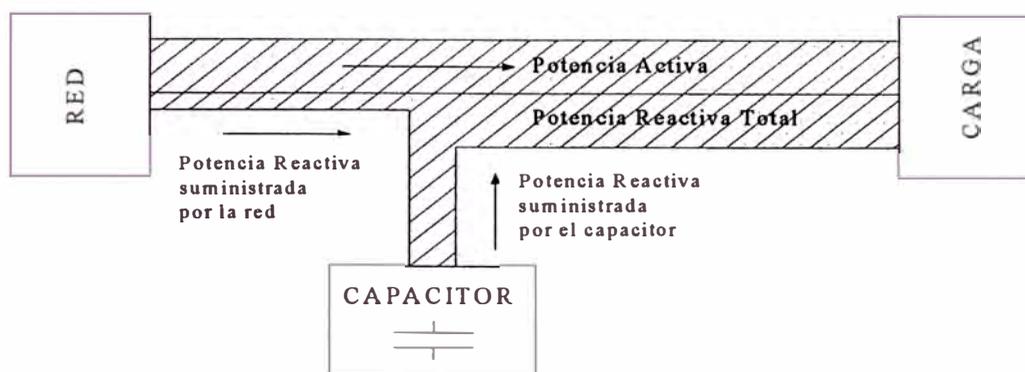
Si se desprecian las pérdidas  $I^2.R$  e  $I^2.X$  en líneas y demás elementos de distribución, la potencia total (aparente) que entrega la red y recibe la carga se descompone en activa y reactiva, como se muestra en la figura 1.6



**Figura 1.6 Distribución de la Potencias Activa y Reactiva**

La potencia activa debe ser inevitablemente suministrada por la red pero no sucede lo mismo con la reactiva que, salvo los casos especiales en que se

disponga de motores eléctricos síncronos, puede ser compensada con la conexión de capacitores quedando el esquema como el de la figura 1.7



**Figura 1.7 Distribución de las Potencias Activa y Reactiva Compensada**

El uso de capacitores para compensar el factor de potencia, se ha incentivado como consecuencia de la crisis energética de la actualización tarifaria y el consiguiente aumento de las penalidades, también han contribuido en el avance de los diseños de nuevos y mejores dieléctricos, en general, el adelanto tecnológico, ha significado capacitores de menores costos, con menores pérdidas y bajo porcentaje de fallas.

En el diagrama de la figura 1.8 se aplica potencia reactiva capacitiva a la instalación, el valor es  $Q_{cap}$ , produciéndose una disminución del ángulo  $\Phi$  y con él una disminución de la corriente y la potencia total.

#### Potencia reactiva compensada o capacitiva

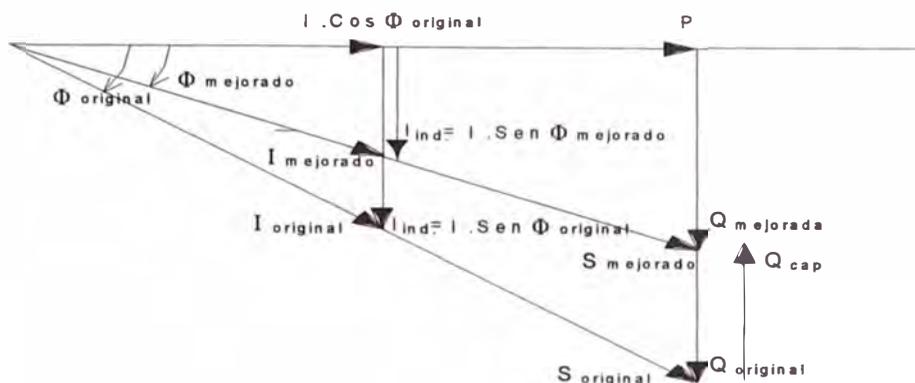
$$Q \text{ (kVAR)} = P \times (\tan \Phi_{\text{original}} - \tan \Phi_{\text{mejorado}}) \quad \dots(1.13)$$

$Q$  : Potencia trifásica capacitiva aplicada en KVAR

$P$  : Potencia trifásica activa en KW

$\Phi_{\text{original}}$  : Angulo entre los KVA y kW original

$\Phi_{\text{mejorado}}$  : Angulo entre los KVA y kW mejorado



**Figura 1.8 Diagrama fasorial de potencias y corrientes compensadas**

#### 1.2.3.4 Beneficios de mejorar el factor de potencia en plantas industriales

La aplicación de condensadores tienen los siguientes beneficios:

- A. Reducción de pérdidas en todo el sistema eléctrico, Los condensadores reducen la intensidad que debe circular desde la central de generación hasta el punto de ubicación del banco de condensadores
- B. Mejora el perfil de tensión, la corriente inductiva ( $I_{ind}$ ) que circula por la red se reduce como se muestra en la figura 1.8 (de  $I \cdot \text{Sen } \Phi_{original}$  a  $I \cdot \text{Sen } \Phi_{mejorado}$ ). Reduciendo la corriente se disminuyen las caídas de tensión en la red mejorando por tanto el perfil de tensión desde el punto de ubicación de los condensadores hasta la central generadora.

Entre otros beneficios tenemos:

- Incrementar la capacidad de la planta, los condensadores permite a un sistema eléctrico en su conjunto de generación, transporte y distribución servir mas kW de carga que sin la adición de condensadores, no hubiera sido posible.
- Reducción en facturación soportada por parte de las compañías eléctricas solamente distribuidoras y de los clientes abonados, el beneficio obtenido por

la aplicación de condensadores es la reducción del nivel de potencia y corriente reactiva a circular por el sistema eléctrico. Esta reducción de KVAR se manifiesta en un aumento del factor de potencia y como tal representa para muchas compañías distribuidoras así como para empresas industriales una reducción en su factura a pagar por suministro de energía eléctrica, a la división de generación y transporte.

### **A. Reducción de pérdidas**

#### Reducción de pérdidas en la red de distribución trifásica

$$P_L (\text{kW}) = 3 * (I_{\text{original}}^2 - I_{\text{mejorado}}^2) * R(\text{ohm/km}) * L(\text{km}) * 10^{-3} \quad \dots(1.14)$$

$P_L$  : Pérdidas en la línea

$I_{\text{original}}$  : Corriente original

$I_{\text{mejorado}}$  : Corriente mejorado

$R$  : Resistencia en los conductores

$L$  : Longitud de los conductores

#### Pérdidas en un transformador

$$\text{Pérdidas en un transformador} = k_{\text{car}}^2 * P_{\text{cc}} + P_o \quad \dots(1.15)$$

$$k_{\text{car}} = I_c / I_n$$

$P_{\text{cc}}$ : Pérdidas en corto circuito del transformador

$P_o$ : Pérdidas en vacío del transformador

$I_n$ : Corriente nominal del transformador

$I_c$ : Corriente de carga del transformador

### **B. Mejorando el perfil de tensión**

#### Porcentaje de elevación de tensión a través de la línea

Reduciendo la corriente, se disminuyen las caídas de tensión  $IR_L$  y  $IX_L$  en la red mejorando por tanto el perfil de tensión desde el punto de ubicación de los condensadores hasta la central generadora

$$\frac{VT \% = kVAR \times X}{10 \times (kV)^2} \quad \dots(1.16)$$

kVAR: Potencia trifásica capacitiva aplicada en KVAR

kV: Kilovoltios fase – fase

X: Reactancia inductiva de la red en ohmios

#### Porcentaje de elevación de tensión a través del transformador

$$\frac{VT \% = kVAR \times X_T}{kVA_T} \quad \dots (1.17)$$

kVAR: Potencia trifásica capacitiva aplicada en KVAR

kVA<sub>T</sub>: Potencia nominal en KVA del transformador

X<sub>T</sub>: Reactancia del transformador en %

#### **1.2.3.5 Donde corregir el factor de potencia**

La corrección con capacitores relativamente no son muy caros en costos de material y costos de instalación. Los capacitores pueden ser instalados en cualquier punto del sistema y puede mejorar el factor de potencia entre el punto de aplicación y la fuente de potencia.

#### Capacitores instalados en la posición 1, 2 (ver figura 1.9)

##### *Ventajas*

- Incrementa las capacidades de carga del sistema distribución
- Puede ser interrumpido con el equipo; sin conmutador necesario
- Mejor regulación de voltaje por que el capacitor use la siguiente carga
- El tamaño del capacitor es simplificado
- Los capacitores son acoplados con el equipo y movido con el equipo si la disposición esta instituida.

*Desventajas*

- El costo de los capacitores pequeños son mas por KVAC que las unidades grandes (Un punto bajo económico para corrección individual es generalmente en 10 HP)

*Capacitores instalados en la posición 3 (ver figura 1.9)**Ventajas*

- Incrementa las capacidades de carga del suministro
- Reduce el costo del material en comparación a corrección individual.
- Reduce el costo de instalación comparado a la corrección individual

*Desventajas*

- Conmutador significa que podría ser requerido para controlar la cantidad de capacitancia usada.

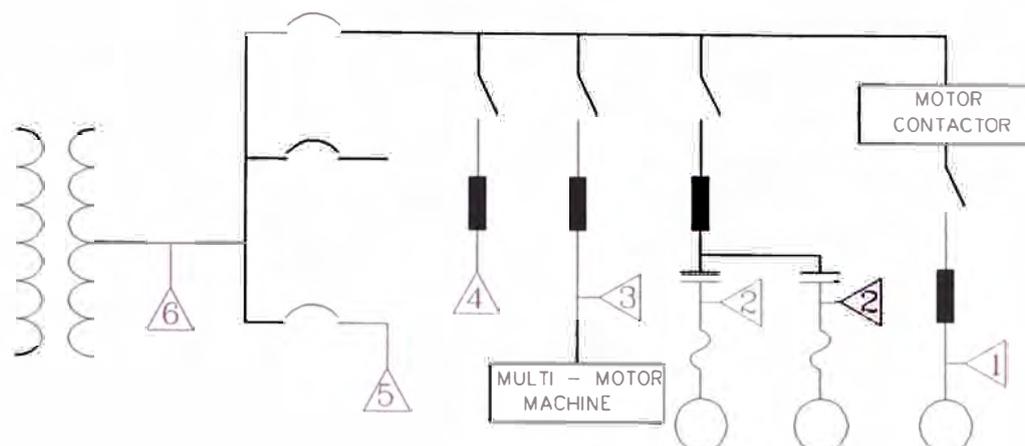
*Capacitores instalados en la posición 4, 5 y 6 (ver figura 1.9)**Ventajas*

- Costos de instalación del material bajos

*Desventajas*

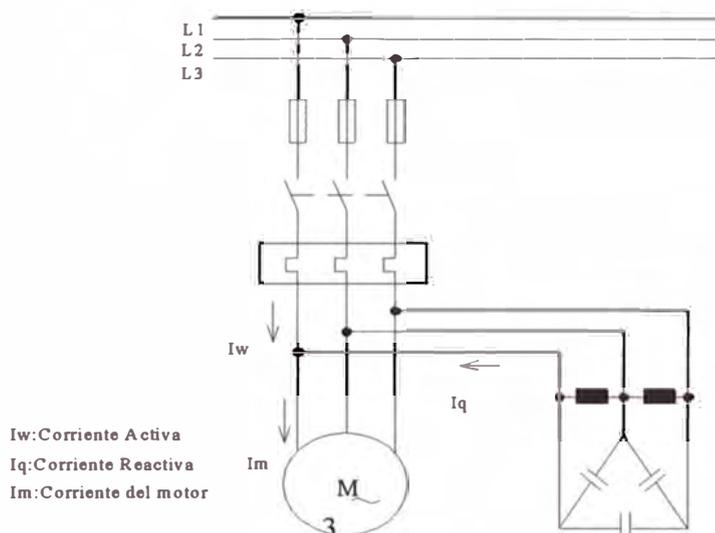
- Para maniobrar podría usualmente ser requerido para controlar la cantidad de capacitancia usada.
- No mejora la capacidad de carga de la distribución del sistema.

Aplicando condensadores, la corriente circulando por las redes se reduce notoriamente, desde la central generadora hasta al punto de ubicación de los condensadores, por tanto, las pérdidas resultan reducidas.



**Figura 1.9 Puntos de ubicación del los bancos de condensadores**

Para la compensación de la energía reactiva de un motor (en la posición 1 – figura 1.9) se conectan capacitores que se conectan y desconectan en conjunto con el motor, como se muestra en la figura 1.10



**Figura 1.10 Compensación de un motor**

## 1.2.4 Transformadores de distribución y de potencia

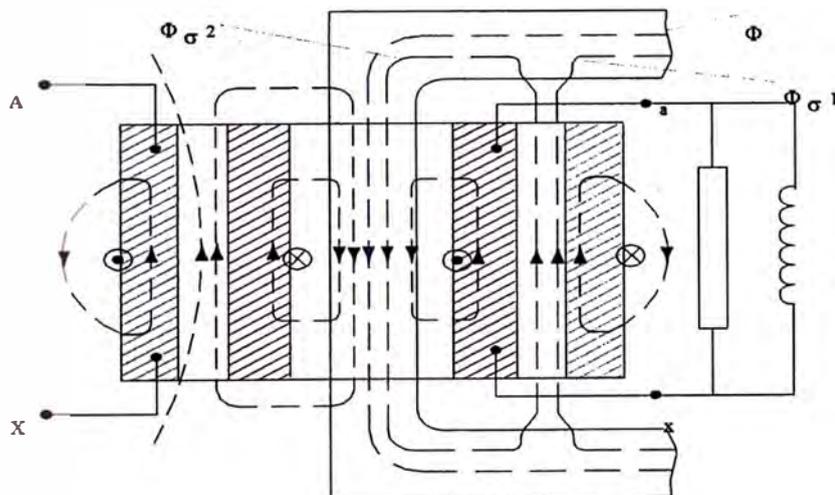
### 1.2.4.1 Principio de funcionamiento del transformador

El funcionamiento del transformador está basado en el principio de la interacción electromagnética de dos o en general de cualquier número de

circuitos inmóviles uno con respecto del otro. En la figura 1.11 esta representado el esquema principal de un transformador monofásico de dos devanados. Si a los bornes A – X de un devanado se aplica la tensión de una red de corriente alterna, bajo la acción del flujo magnético que acopla los dos devanados surge en el secundario una f.e.m. alterna y por el circuito secundario fluirá una corriente que alimenta de energía eléctrica a los receptores conectados a los bornes a – x del secundario.

Así se transmite la energía de la corriente alterna del circuito primario (red primaria) al circuito secundario (red secundaria).

Para intensificar el acoplamiento electromagnético entre los devanados sirve el núcleo del transformador, armado de chapa de acero al silicio. Para convertir (transformar) la tensión y la corriente primarias en tensión y corriente secundarias es preciso calcular y montar adecuadamente los devanados primario y secundario.



**Figura 1.11 Esquema principal de un transformador en carga**

#### **1.2.4.2 Transformadores de distribución y de potencia**

En los transformadores de los sistemas de potencia se clasifican en transformadores de potencia y transformadores de distribución según que se utilicen ordinariamente en las centrales y subcentrales generadoras de potencia o en las redes de distribución. Los transformadores montados en lo alto de postes o subterráneos, que constituyen la última transformación de tensión entre el sistema de la central y el consumidor de la energía eléctrica reciben en nombre de transformadores de distribución. Constituyen un elemento importantísimo entre los transformadores fabricados. Los transformadores de distribución se fabrican de tensión y frecuencia normalizadas y de potencias aparentes que llegan hasta los 500 KVA. Se fabrican en serie y los menores suelen encontrarse siempre en el comercio. Los transformadores grandes cuyas potencias aparentes son superiores a los 500kVA reciben el nombre de transformadores de potencia.

#### **1.2.4.3 Análisis de las pérdidas de un transformador**

Las pérdidas de potencia que se producen en un transformador son fundamentalmente de dos tipos:

##### **A. Pérdidas en el circuito magnético ( $P_o$ )**

Llamadas también pérdidas en el hierro o pérdidas en vacío ya que se hallan mediante el llamado ensayo de vacío del transformador.

Son independientes de la carga a que se esté sometiendo al transformador y prácticamente invariables a tensión y frecuencia constante.

Es un dato que normalmente suministra el fabricante.

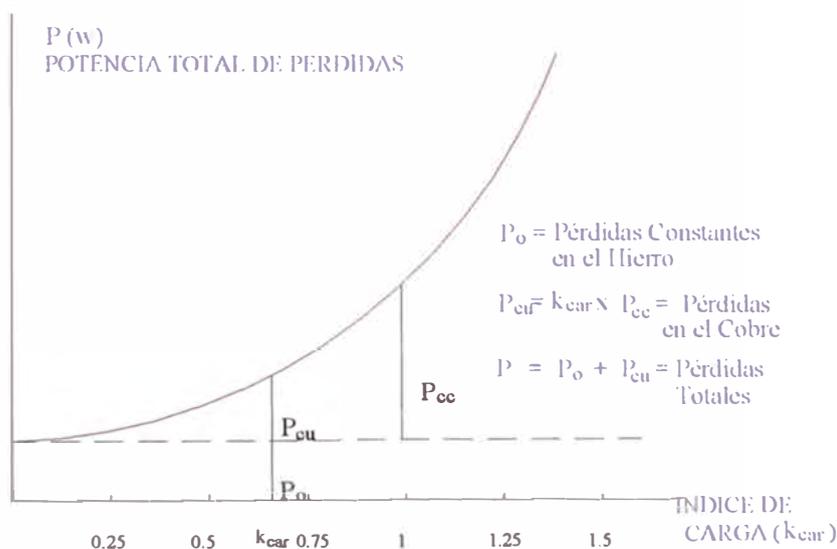
### B. Pérdidas por efecto Joule en los devanados ( $P_{cu}$ )

Se deben a las pérdidas en los arrollamientos del transformador debido a las resistencias existentes en estos (efecto Joule). Se las suele llamar pérdidas en el cobre, ya que los devanados suelen realizarse en cobre, aunque a veces se realicen en aluminio.

Varían proporcionalmente con el cuadrado de la intensidad. Si conocemos las pérdidas producidas por este concepto en régimen nominal  $P_{cc}$ , cuando el transformador funcione con un índice de carga  $k_{car}$ , las pérdidas en el cobre serán:

$$P_{cob} = k_{car}^2 P_{cc}$$

Las pérdidas totales de un Transformador no son constantes. Dependen del índice de carga. Al aumentar éste, aumentan las pérdidas. Esto se puede ver en la figura 1.12, las pérdidas en función del índice de carga  $k_{car}$ .



**Figura 1.12 Pérdidas de potencia del Transformador en función del índice de carga**

Las pérdidas en el cobre de un transformador en régimen nominal  $P_{cc}$  es un dato que suministra el fabricante:

Las pérdidas de un transformador que trabaje con un índice de carga  $k_{car}$  serán:

$$\text{Pérdidas en un transformador} = k_{car}^2 \times P_{cc} + P_o \quad \dots(1.20)$$

### 1.3 Parámetros de medición

Para la medición, se parte del conocimiento de los parámetros que intervienen en cada etapa de transformación, de los efectos que producen en ellos por cambio y de los patrones que siguen esos cambios

Los principales parámetros eléctricos medidos para la evaluación son:

Intensidad de corriente alterna Es la medida del flujo de electrones por un conductor. La unidad de intensidad de corriente es el Amperio que se define como el paso a través de la sección transversal de un conductor, de  $6.2 \times 10^{28}$  electrones en un segundo.

Tensión eléctrica (V) Es la fuerza que impulsa a los electrones en un conductor. A la tensión eléctrica también se le conoce como diferencia de potencial. La unidad de la tensión eléctrica es el voltio que representa la entrega de la energía de un Joule para producir un flujo de  $6.2 \times 10^{28}$  electrones/segundo entre 2 puntos.

Potencia activa (kW) Es la potencia útil, capaz de producir calor o trabajo, la que se aprovecha en forma efectiva en un aparato calefactor, en un motor, etc.

Las ecuaciones que se aplican son:

$$\text{Sistema monofásico: } P = V \cdot I \cdot \cos \Phi \quad \dots(1.21)$$

$$\text{Sistema trifásico: } P = 1.7173 V \cdot I \cdot \cos \Phi \quad \dots(1.22)$$

Donde  $\Phi$  es el ángulo de desfase entre la tensión y la corriente

Potencia reactiva (kVAR) Es la potencia necesaria para establecer el campo magnético en las maquinas eléctricas construidas con elementos inductivos.

Las ecuaciones que se aplican son:

$$\text{Sistema monofásico: } P = V \cdot I \cdot \sin \Phi \quad \dots(1.23)$$

$$\text{Sistema trifásico: } P = 3 V \cdot I \cdot \sin \Phi \quad \dots(1.24)$$

Potencia total (kVA) Es la suma fasorial de la potencias activa y reactiva.

$$S = (P^2 + Q^2)^{1/2}$$

$$\text{Sistema monofásico: } P = V \cdot I \quad \dots(1.25)$$

$$\text{Sistema trifásico: } P = 3 V \cdot I \quad \dots(1.26)$$

Factor de Potencia Indicado como  $\cos \Phi$ , es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

$$\cos \Phi = \frac{\text{Potencia activa}}{\text{Potencia aparente}} \quad \dots(1.27)$$

## 1.4 Certificado ISO 14001 aplicado a la minería

### 1.4.1 ISO

ISO es una federación mundial de cuerpos de normalización nacionales (cuerpos miembros de ISO). El trabajo de preparación de Estándares Internacionales es llevado a cabo normalmente a través de los Comités Técnicos de ISO. Cada

cuerpo miembro interesado en un aspecto para cual se ha establecido un comité técnico tiene el derecho de estar representado en tal comité. Las organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales, en conjunto la con federación mundial de cuerpos de normalización nacionales, también forman parte en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica internacional (IEC) en todas las cuestiones de normalización electrotécnica.

Los preliminares de los Estándares Internacionales adoptados por los comités técnicos se circulan a los cuerpos miembros para votación. La publicación como un Estándar Internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los cuerpos miembros que han votado.

El estándar Internacional ISO 14001 fue preparado por el Comité Técnico ISO/TC 207, ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL, subcomité SC1, Sistemas de administración ambiental.

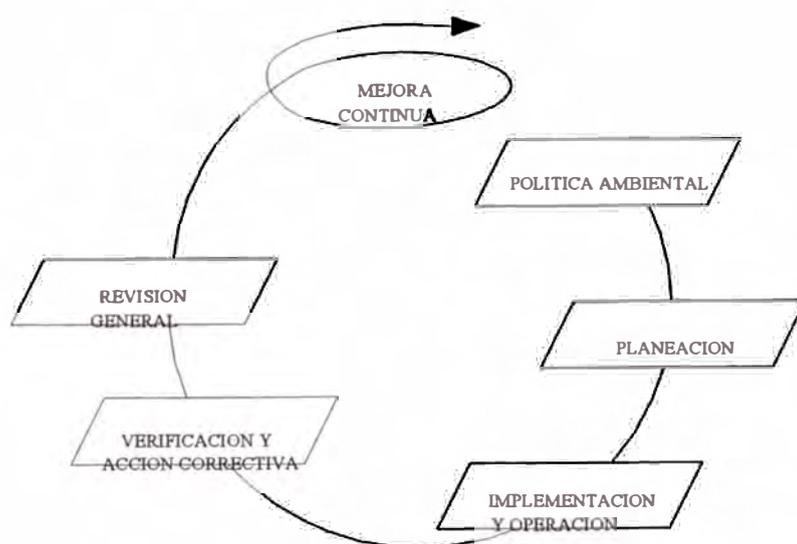
#### **1.4.2 Interpretación para la aplicación de la norma internacional ISO 14001**

La intención de las normas internacionales de administración del medio ambiente es proporcionar a las organizaciones de los elementos de un sistema de administración ambiental efectivo, el cual puede ser integrado con otros requisitos gerenciales, para auxiliar a las organizaciones a lograr sus metas ambientales económicas. Estas normas, como otras normas internacionales, no tienen la intención de crear barreras comerciales no arancelarias o para aumentar cambiar las obligaciones legales de la organización.

La norma internacional especifica los elementos de tal sistema de administración ambiental. Fue escrita para ser aplicada a todos los tipos y tamaños de

organizaciones y para ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

La base del planteamiento se muestra en la figura 1.12, es el “Modelo del Sistema Administración Ambiental para la norma Internacional”. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones, especialmente de los más altos niveles de la gerencia. Un sistema de esta naturaleza habilita a una organización para establecer, y evaluar la efectividad de los procedimientos para fijar una política y objetivos ambientales, lograr la conformidad con ellos y demostrar tal conformidad a otros. El propósito global de la norma es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación, en armonía con las necesidades socioeconómicas. Debe hacerse notar que varios de los elementos pueden ser revisados en cualquier momento



**Figura 1.12 Modelo del Sistema Administración Ambiental para la norma Internacional**

La organización establece, mantiene objetivos y metas ambientales documentados a cada nivel y función relevante dentro de la organización

### 1.4.3 Objetivos y metas ambientales de la Compañía Minera Volcan

#### OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A.

ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	SITUACION ACTUAL		OBJETIVO	META AL 2002
1. DESECHOS SOLIDOS	CP CH Y	2915 TM 20 TM 1268 TM	Reducir la generación de desechos sólidos	15% de Reducción en el volumen generado de desechos sólidos
2. DESECHOS LIQUIDOS	Efluentes Líquidos al Medio Ambiente  Aceite Usado		Cumplir con la ley vigente  Reducir generación de aceite usado	Cumplimiento al 100% con RM 011 - 96-EM-VMM  Reducción del 20% en la generación de aceite usado
3. COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	Gal/TMC	D1, D2, Gasolina de 84	Reducir consumo de combustibles	Reducción del 10% en el consumo de D1, D2 y G84
	Gal/TMC	Aceite, Grasa	Reducir el consumo de aceites y grasas	Reducción del 15% en el consumo de aceites y grasas
4. GASES AL MEDIO AMBIENTE	ug/m3	Emisión, Inmisión	Cumplir con regulación y ley vigente	Reducir Emisiones 10% Cumplir con RM315-96-EM-VMM
5. EXPLOSIVOS			Cumplir con la ley vigente	cumplir con DS023-92-EM Capítulo VI
6. PRODUCTOS QUIMICOS	Xancato		Mantener niveles mínimos en relaves	<10ppm en relaves y efluentes de plantas concentradoras
	Cianuro		Cumplir con la ley vigente en efluentes al medio ambiente	100% de mediciones <1ppm según RM011-96-EM/VMM
	Cal Viva Blanca		Mantener Basicidad	PH pulpa [8.5 - 12]
	Asbesto		Eliminar totalmente	Eliminación al 01 de Julio del 2001
	PCB (Ascarel)		Eliminación de PCB	Eliminación al 30 de diciembre del 2002
	Cloro		Cumplir ley general de aguas	100% de Cumplimiento con ley general de aguas
	Mercurio		No generar HG (vapor)	0 vapor Hg - 0 ug/m3
	Productos químicos Controlados		Cumplimiento de ley y regulación vigente	Cumplir con control de ley
7. ENERGIA ELECTRICA	CP CH Y	74.1 kW-h/TMC  61.0 kW-h/TMC	Reducir el consumo de energía eléctrica	Reducción del 5% (kW-h/TMC)
8. CONSUMO DE AGUA	Industrial y Doméstica		Reducción del consumo de agua	Reducción del 10% en el consumo de agua
9. RECURSOS NATURALES	CP CH Y	Madera 215 TM Madera 17 TM Madera 320.4 TM	Reducción de consumo de madera	Reducción del 20% en el consumo de madera
	Aire para Ventilación		Cumplir con ley y Reg. Vigente de seguridad e higiene minera	Cumplir DS023-92EM
	Mineral de cabeza + Producción de Concentrado		Cumplir con el presupuesto de negocio	100% de cumplimiento

10. RESIDUOS ETEREOS	Ruido	Cumplir con ley y regulación vigente	100% de cumplimiento con DS023-92EM
	Vibración	Cumplir con ley DS023-92EM	<2 pulg/seg 100% mediciones
	Rayos	Cumplir reglamento de seguridad radiológica DS-009-97-EM	100% mediciones de acuerdo a LMP IPEN 20 msv dosis efectiva, 150 msv dosis cristalino, 500 msv dosis piel-extremidades
11. MEJORA CONTINUA	Auditoria ISO 14001	Realizar auditorias Internas periodicas	Minimo una auditoria trimestral
	Acciones Correctivas	Tomar acciones correctivas eficaces	Minimo 90% de acciones correctivas cerradas/acciones correctivas tomadas
	Capacitación	Formar, capacitar y entrenar al personal crítico	Minimo 5 HHcap/persona-mes
	Sensibilización	Sensibilizar a empresas y partes interesadas	100% del personal y entidades de mayor importancia *Proveedores *Contratistas *Municipalidad local *Universidad local
12. MEDIO AMBIENTE	PAMA	Cumplir con el PAMA	100% de cumplimiento del PAMA
	Fiscalización	Cumplir con observaciones de informe MEM	100% de cumplimiento de observaciones del informe MEM

**Cuadro 1.3 Objetivos y Metas Ambientales de la Compañía Minera Volcan al 2002**

## 1.5 Evaluación económica

### 1.5.1 Concepto

La evaluación económica es una técnica de medición del valor económico del proyecto en el horizonte de planeamiento, a base de la comparación y actualización de los beneficios y costos por su respectiva tasa de descuento, sin tener en cuenta el financiamiento de efectivos y por ende la amortización a la deuda ni el pago de intereses del préstamo.

La tarea de evaluación económica de proyectos de inversión se inicia con el proceso de formulación del flujo de beneficios y costos o flujo de caja económico, que contiene y refleja los saldos netos anuales de la actividad económica o proyecto; paso seguido se continua con la determinación o calculo de los diferentes indicadores económicos, tales como: el Valor Actual Neto (VAN), la

Tasa Interna de Retorno (TIR), el Coeficiente Beneficio/Costo (B/C), etcétera, y finaliza con la selección de aceptación, postergación o rechazo del proyecto a base de los respectivos coeficientes de evaluación, previa a la decisión de la ejecución o no ejecución del proyecto específico. En caso de que el evaluador recomiende por la postergación del proyecto, es recomendable revisar el flujo de caja económico y realizar ciertos ajustes del presupuesto de costos e ingresos.

En síntesis, la evaluación económica empresarial se basa esencialmente en el flujo de caja económico para determinar los flujos netos actualizados, cuyos gastos de fabricación y gastos de operación son absorbidos en su totalidad con financiamiento interno; como tal, este tipo de proyecto se ocupa de la identificación de los meritos económicos del proyecto, sin tener en cuenta como se obtengan y se pagan los recursos reales participantes, ni el modo cómo se distribuyan las utilidades netas.

### **1.5.2 Técnicas de evaluación**

Las técnicas de evaluación de proyectos consisten en analizar los principales indicadores de evaluación, con los cuales se determina las diferentes alternativas de inversión, previa a la toma de decisiones de la ejecución o no del proyecto.

#### **1.5.2.1 Indicadores de evaluación**

Los indicadores de evaluación son coeficientes o magnitudes de medición que indica algún aspecto del valor del proyecto, a base de la comparación de los beneficios y costos proyectados y el análisis de los factores económicos o financieros, cuyos resultados nos permiten determinar las diferentes alternativas de inversión destinados a producción de bienes y servicios.

Asimismo los indicadores de evaluación se utilizan para clasificar o seleccionar las alternativas de inversión de varios proyectos mutuamente excluyentes, siendo los indicadores más eficaces para medir el valor del proyecto.

Los indicadores de evaluación económica esta conformado por el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa interna de Rendimiento (TIR) y la Razón Beneficio/Costo

**a. Valor Actual Neto (VAN)**

Es un indicador económico que mide la eficiencia del proyecto para la empresa y los accionistas a través de la actualización de los flujos netos económicos por factor de actualización o tasa de descuento.

Los ingresos de caja, del proyecto se expresan como una relación lineal  $Y_t = Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ; mientras que los egresos de caja se expresan como  $E_t = E_1, E_2, \dots, E_n$  y la inversión inicial  $I_0$  representa la inversión por la compra de bienes de capital en el momento cero. Para efectos de evaluación estas variables se pueden cuantificar como flujo de ingresos y egresos o como flujo de fondos netos, siendo este último utilizado para efectos de análisis de la situación económica de la empresa.

Las variables económicas pueden graficarse en un sistema de ejes coordenados ya sea a través del diagrama de flechas o el diagrama de barras, representando los ingresos de caja y el valor residual en el primer cuadrante, con flechas dirigidas hacia arriba a partir del momento uno. Mientras que la inversión inicial y los egresos de caja en el cuarto cuadrante, con flechas dirigidas hacia abajo, representando en el momento cero la  $I_0$  y a partir del momento uno de los egresos.

Representación matemática VAN

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad \dots(1.28)$$

$Y_t$  : Ingresos de caja en el periodo t

$E_t$  : Egresos de caja en el periodo t

$I_0$  : Inversión Inicial

$i$  : Tasa de interés

$n$  : numero de periodos

**b. Tasa interna de rendimiento económico**

Denominado como tasa interna de retorno o tasa interna de recuperación (TIR), es aquella tasa de descuento para la cual el valor actual neto (VAN) resulta igual a cero. Es un indicador o coeficiente económico que refleja el rendimiento de los fondos invertidos que es semejante al costo de oportunidad del capital, siendo utilizado para la selección de proyectos mutuamente excluyentes o para mostrar la eficiencia marginal del proyecto.

La selección de proyectos mutuamente excluyentes en base a la tasa interna de retorno, consiste en elegir aquel proyecto cuya tasa de rendimiento sea superior a los demás y a la tasa de interés del sistema bancario; por ejemplo, cuando la tasa de interés vigente del sistema bancario es de 8% mensual, la tasa de rendimiento económico “r” del proyecto debería ser superior a este porcentaje para poder aceptar un proyecto

Fórmula matemática de la TIR

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} - I_0 = 0 \quad \dots(1.29)$$

r : tasa interna de retorno

t : periodo de tiempo

n : numero de periodos

Bt : Beneficio bruto en el periodo t

Ct : Costos en el periodo t

Io : Inversión inicial

c. Razón Beneficio/Costo

Conocido como coeficiente beneficio/costo, es aquel cociente que resulta de dividir la sumatoria de los beneficios actualizados entre la sumatoria de los costos actualizados, que son generados en la vida útil del proyecto. El cálculo de este coeficiente se realiza a base del flujo de beneficios y costos del proyecto en el horizonte de planeamiento.

Este indicador permite conocer el factor o coeficiente económico, que proviene del análisis “beneficio/costo”, como tal, expresa el cociente que proviene de dividir la utilidad del proyecto entre los costos totales involucrados.

En este sentido, la eficiencia económica del capital invertido se puede medir a través de la razón beneficio/costo, que es equivalente al valor actualizado de los beneficios menos los costos, que se calcula conociendo la corriente de beneficios y costos del proyecto.

La formula matemática es la siguiente:

$$B / C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad \dots(1.30)$$

### **1.5.3 Análisis de sensibilidad**

La utilidad del análisis de sensibilidad y riesgo se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se utilizan para evaluar proyectos puedan tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de los resultados esperados. La evaluación del proyecto será sensible a las variaciones de uno ó más parámetros, si al incluir estas variaciones en los criterios de evaluación, la predicción inicial cambia. La sensibilidad revela el efecto que tiene las variaciones en los pronósticos de las variantes relevantes sobre la rentabilidad.

En este sentido, visualizar que variables o parámetros tienen mayor efecto en el resultado esperado, dentro del proceso de evaluación de proyectos, frente a distintos grados de error del proceso de evaluación de proyectos, frente a distintos grados de error en su estimación inicial, permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios mas profundos de las variables relevantes, con la finalidad de reducir el grado de riesgo e incertidumbre por error

La importancia del estudio de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores y las variables independientes que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.

Se dice que un proyecto es sensible a las variaciones de uno o mas indicadores o parámetros de medición, si se incluyen estas variaciones en el criterio o técnica de evaluación y la predicción inicial cambia. El análisis de sensibilidad a través de los diferentes métodos que se le da posteriormente, revela el efecto del proyecto frente a la rentabilidad con ciertas variaciones de las variables relevantes pronosticados. Visualizar que las variables tienen mayos

efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación, permite decidir variables independientes, con el objeto de mejorar los estimados y reducir el grado de riesgo por error de predicción. La repercusión que un error estimado tiene en una variable frente al resultado de la evaluación del proyecto varía el valor del mismo, dependiendo del momento de la vida útil del proyecto en que ese error tenga efecto

Sensibilidad o sensibilidad, es la relación entre la variación del valor del proyecto y de alguna de las variables independientes.

El estudio de sensibilidad es una teoría cuya definición operacional y medición requieren de tratamientos estadísticos adecuados. A fin de que los beneficios netos o valor del proyecto, medidos por medio de los indicadores tales como: VAN, TIR, etcétera, puede en la vida real asumir diversos valores, pero cada valor tiene una probabilidad de ocurrencia, susceptible de ser calculada teniendo como datos primarios los posibles valores de cada variable independiente analizado.

### *Modelos de Sensibilidad*

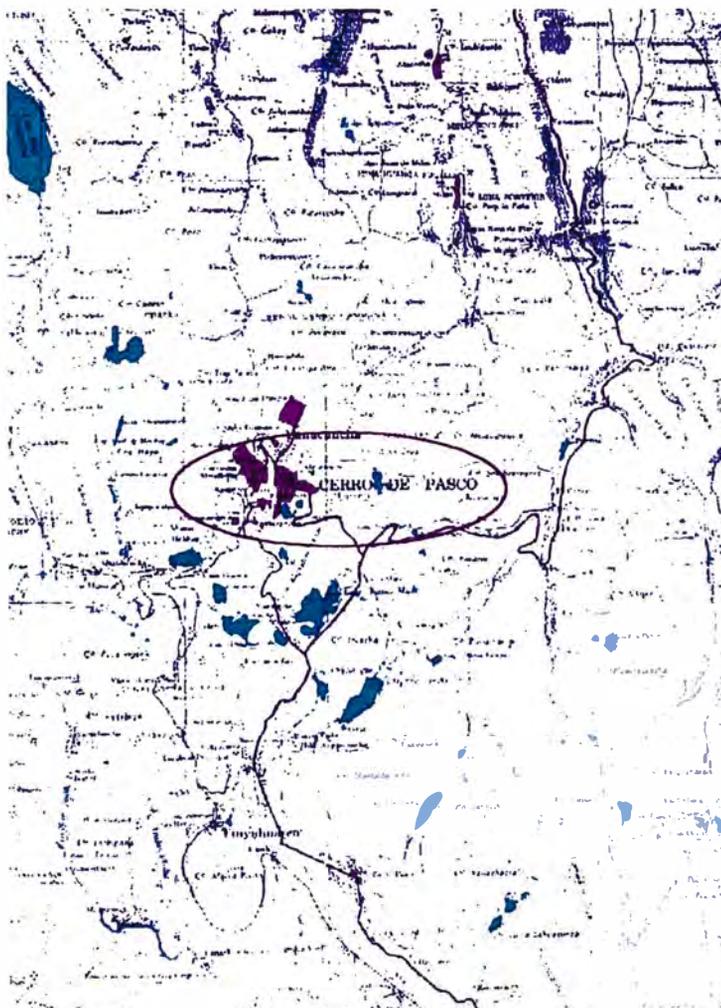
Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis de sensibilidad se puede clasificar como unidimensional y multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación de variables simultáneas en dos o más variables relevantes.

## **CAPITULO II AUDITORIA ENERGETICA**

### **2.1 Descripción del funcionamiento de la planta existente**

#### **2.1.1 Ubicación**

El complejo minero está ubicado en el departamento de Pasco, la provincia de Cerro de Pasco y el distrito de Paragsha a 350 Km. al noreste de la ciudad de Lima, situada a una latitud de 10° 41' y a una altitud de 4333 m.s.n.m.



**Figura 2.1 Departamento de Pasco**

En la figura 2.2, se muestra la ubicación del distrito Paragsha en la provincia de Cerro de Pasco.



**Figura 2.2 Distrito de Paragsha**

### **2.1.2 Clima**

El clima cambia bruscamente de una época a otra o de estación seca a estación lluviosa, incluso en la misma estación se producen, grandes variaciones debido a su gran altitud con respecto al nivel del mar. Son insoportables las heladas nocturnas y de madrugada durante los meses de junio, julio, agosto y principios de septiembre, esto ocurre durante la estación seca y las temperaturas llegan hasta los  $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Durante la estación lluviosa la temperatura de la tarde y la noche se mantienen generalmente positivas.

### **2.1.3 Producción**

La industria minero-metalúrgica se dedica a la exploración, explotación y procesamiento metalúrgico de los minerales zinc y plomo. Las exploraciones son realizadas por personal de la empresa y profesionales contratados, cuando las betas son localizadas se dedican a la extracción del mineral, extraen mineral de la mina subterránea y la mina superficie (Tajo abierto) el mineral es transportado

hasta la planta para iniciar los procesos metalúrgicos, La planta tiene una producción mensual de 212 820.8 tn de concentrados de zinc y plomo con ciertos porcentajes de plata.

#### **2.1.4 Horarios de operación**

En la operación de la planta no ocurren paradas frecuentes, salvo si son por contingencias del sistema y que deben ser solucionadas sin demoras, de tal forma que la producción no se vea afectada. El día laborable se han dividido en 3 periodos de de trabajo y son:

1<sup>er</sup> Horario de trabajo comprende de 7:00 a.m. a 3:00 p.m

2<sup>do</sup> Horario de trabajo comprende de 3:00 p.m. a 11:00 p.m.

3<sup>er</sup> Horario de trabajo comprende de 11:00 p.m. a 7:00 a.m.

#### **2.1.5 Procesos de producción**

La descripción de los procesos de producción son explicados a continuación de forma específica sobre cada proceso, en la descripción de cada proceso es desde el punto de vista técnico - eléctrico, lo que nos interesa es conocer lo que va a resultar útil para el desarrollo del trabajo.

##### ***A. Proceso de bombeo de agua de mina subterránea***

Antes de describir los procesos de la planta en superficie, es importante mencionar una parte del proceso de extracción del mineral en mina subterránea:

La mina subterránea esta distribuida en zonas de trabajo de acuerdo a niveles de profundidad medidas en pies, en todos los niveles se encuentran pequeñas

subestaciones eléctricas que proveen de energía a las zonas de trabajo. En especial en los niveles 800 ,1200, 1600 , 2100 donde se encuentran ubicadas las llamadas “Cámaras de Bombeo” en el lugar se encuentran instaladas las bombas de agua y acopladas a ellas motores desde 75 HP hasta 1200 HP de potencia, estas bombas cumplen la función de impulsar las aguas ácidas que emanan de las grietas de las paredes subterráneas y que se depositan en las pozas que van de niveles mas profundos a otros niveles superiores, como por ejemplo, del nivel 2100 al 1200 y del 1200 a superficie o del nivel 1600 al nivel 800 y del nivel 800 a superficie, el agua es bombeada para que las zonas de trabajo no se lleguen a inundar, de modo que es de vital importancia que las bombas no dejen de funcionar cuando el nivel de las pozas se encuentren dentro de alturas críticas .



**Figura 2.3 Cámara de Bombeo - Mina Subterránea**

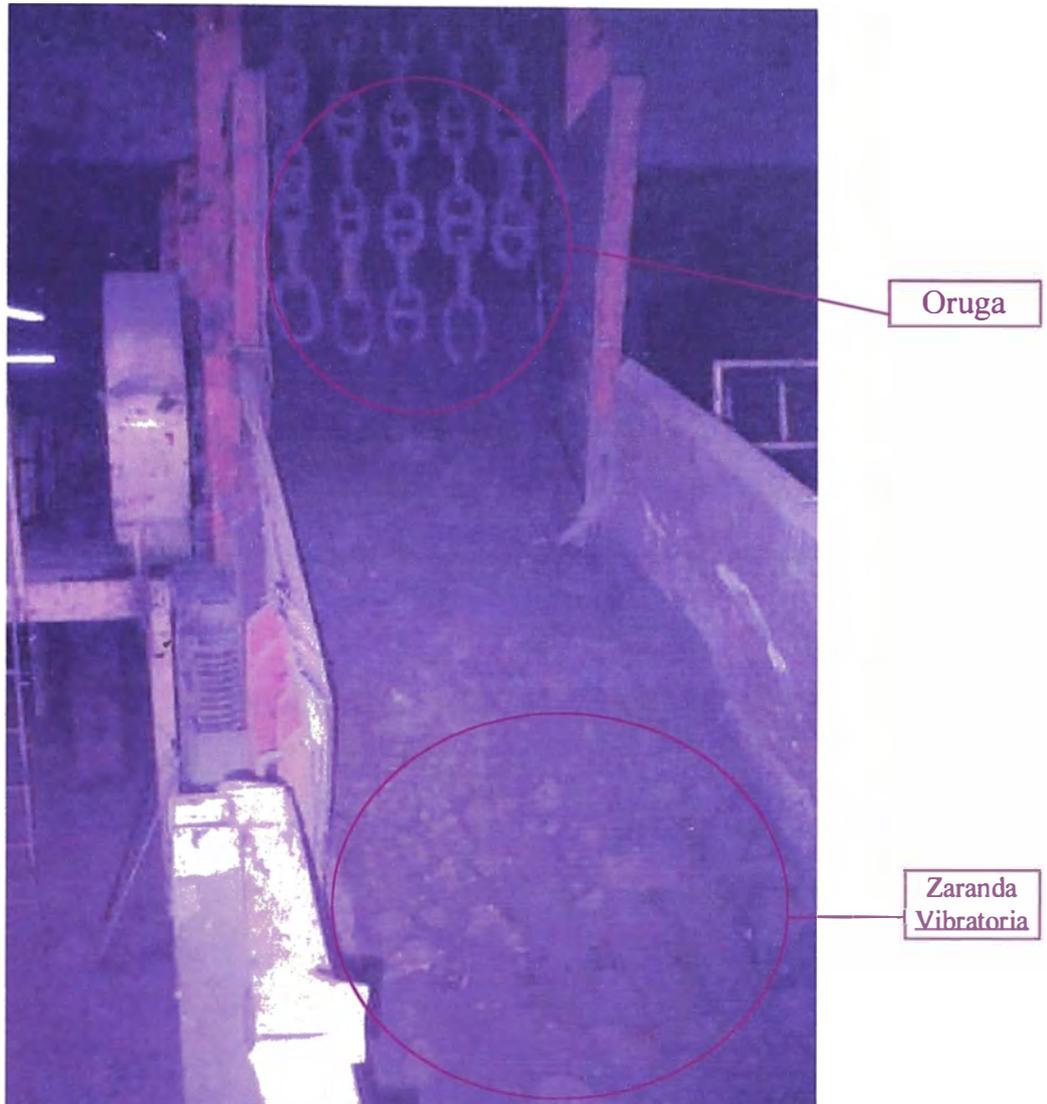
### ***B. Proceso de Chancado***

El proceso se inicia cuando el mineral extraído sea de mina subterránea o de mina superficie (Tajo) es llevado a las tolvas, el mineral es transportado de Tajo a través de camiones hasta una tolva comúnmente llamada “echadero”, en la figura 2.4 se puede observar que el mineral descargado por los camiones al echadero, el mineral es muy irregular desde el punto de vista de la granulometría, porque llegan finos y también bancos relativamente grandes.



**Figura 2.4 Echadero Tajo**

El mineral pasa por la oruga, que cae a la zaranda vibratoria, donde toda la carga fina pasa directo a la fajas transportadoras, pero las demás pasa a la quijada de la chancadora En la figura N° 2.5 es descargado de las tolvas hacia una zaranda vibratoria, la chancadora tritura los bancos de grandes dimensiones hasta rocas de 7 pulgadas.



**Figura 2.5 Zaranda vibratoria de la chancadora tajo**

En las figuras 2.6 a y b se observa que las rocas pasan directamente por la chancadora quijada, aun si el motor de la chancadora quijada este funcionando, debido a que sus quijadas se encuentran muy separadas, en ese momento el motor esta funcionando prácticamente en vacío.



**Figura 2.6 a** Mineral pasando a la quijada de la chancadora tajo



**Figura 2.6 b** Quijada de la chancadora tajo

En la figura 2.7 se muestra una roca de grandes dimensiones, que va a ser triturada por las quijadas de la chancadora, esto no ocurre constantemente, por lo que el motor está funcionando en vacío la mayor parte del tiempo.



**Figura 2.7 Roca de grandes dimensiones pasando de la zaranda a la quijada de la chancadora tajo**

El mineral triturado por la chancadora tajo es llevado por las fajas transportadoras hasta la chancadora primaria donde son trituradas nuevamente. El motor de la chancadora primaria esta trabajando con poca carga, por que no se quiere sobrecargarla, para esto han abierto mas las rejjas ver figura N° 2.8, para que las rocas menores a 7 pulgadas pasen y las mas grandes sean trituradas por las chancadora



**Figura 2.8 Motor de chancadora primaria**

Pero aun así la chancadora llega a sobrecargarse ver figura N° 2.9, entonces el operador procede a parar la faja 2, la chancadora aún esta funcionando, él tiene que desatorar la carga de mineral, de esa manera ayuda al funcionamiento de la chancadora primaria.



**Figura 2.9 Ayuda del operador a la chancadora primaria**

En la chancadora que se atascó, las rocas no son muy grandes, como se puede ver en la Figura N° 2.10, prácticamente la chancadora no esta cumpliendo con su trabajo, cuando ocurre todo esto el motor sigue funcionando y también sigue consumiendo energía eléctrica de la red.

Carga  
Acumulada

**Figura 2.10 Chancadora con la carga atascada**

También se tiene que ayudar a desatorar la chancadora soplando con aire comprimido ver en la figura N° 2.11, Esto le toma al operador en algunos casos de 1 a 2 minutos cuando la carga es ligera, pero cuando se ha llenado, le toma de 5 a 10 minutos.



**Figura 2.11 Operador desatorando por la salida con aire comprimido.**

Pero cuando hay mayores problemas en la parte mecánica, se tiene que parar el motor, la chancadora y hacer mantenimiento ver figura N° 2.12.



**Figura 2.12 Chancadora levantada por un tecele**

Para poner en funcionamiento el motor en algunos casos cuando la parte mecánica está trabada lo que se hace es ayudarse de un tecele para aminorar el

esfuerzo al motor, no es que el motor sea de menor capacidad, lo que sucede es que la parte mecánica lo traba y lo esfuerza demasiado.

Cuando la Chancadora primaria esta en mantenimiento, la rocas que no pueden pasar directas a las chancadoras secundarias y terciarias, son retornadas por un by pass fabricado como se muestra en la figura N° 2.13



**Figura 2.13 By pass fabricado**

El by pass, evita que la carga se acumule, pero esta operación incrementa las pérdidas, por que las rocas que caen y se almacenan abajo como se en la figura N° 2.14, son acumuladas y después retornadas a las ventanas.



**Figura 2.14 Almacenamiento de la carga fin del by pass**

Las rocas son cargadas por la pala, en la figura N° 2.15 se puede ver que las rocas son cargadas para ser llevadas hasta las ventanas



**Figura 2.15 Pala llevando el mineral a las ventanas**

Una vez llevadas hasta las ventanas (Figura N° 2.16), otra vez pasaran por las fajas transportadoras C1 y Faja 2, hasta llegar a la chancadora primaria y serán nuevamente pasadas por el by pass y el ciclo cerrado continua, perdiéndose en el transporte ya que las fajas funcionan a base de motores, aparte del gastos adicionales por funcionamiento de la pala.



**Figura 2.16 Carga almacenada - Ventanas**

El mineral continúa siendo llevado por fajas transportadoras hasta las chancadoras secundarias y terciarias las cuales son trituradas a dimensiones menores a 4pulgadas este mineral es llevado por fajas transportadoras a la tolva de finos donde empezará otro proceso.

### C. Proceso de Molienda

El proceso empieza con el mineral que ha resultado del proceso de chancado, el mineral es mezclado con agua (la mezcla es controlada de acuerdo a la relación mineral agua), esta mezcla ingresa al molino grande (que trabaja con motores síncronos de 400HP- ver figura 2.17) luego ingresa a molinos mas pequeños o al sub proceso de remolienda (que trabajan con motores también síncronos pero de 200 HP) la mezcla resultante de la remolienda es transportada por bombas (que trabajan con motores de 75 HP) hasta los ciclones, la densidad de la mezcla es controlada por los metalurgistas, si es la adecuada es llevada a los bancos de flotación de lo contrario serán reingresados al circuito de remolienda hasta lograr la densidad requerida por el proceso.

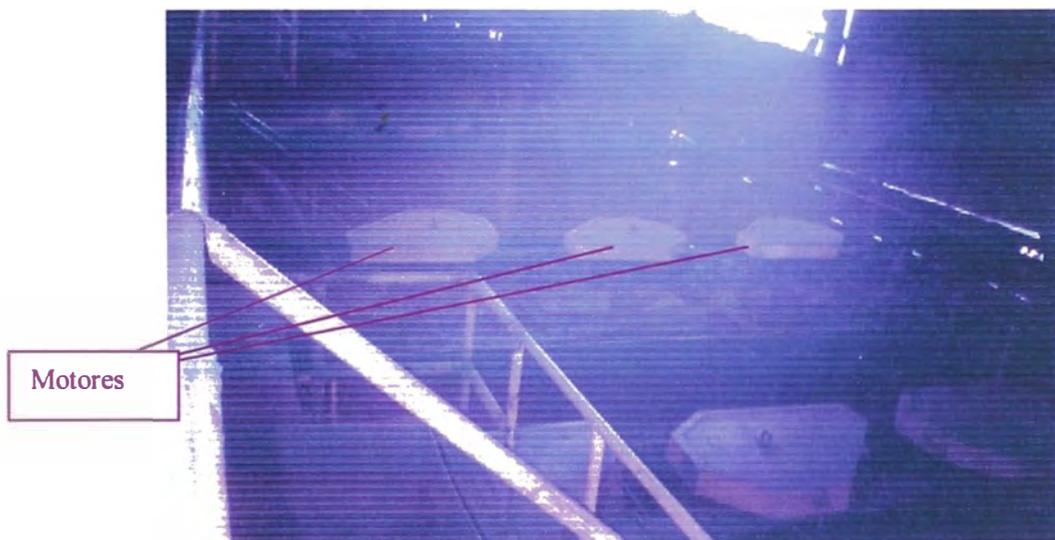


**Figura 2.17 Proceso de molienda**

#### D. Proceso de Flotación

Una vez terminado el proceso de molienda la mezcla es transportada por bombeo y depositada en bancos de flotación, el proceso de flotación esta dividida en dos grupos en bancos de flotación de plomo y zinc.

Para que la mezcla no se sedimente en cada banco de flotación trabajan motores que mantienen en movimiento la mezcla (mezcladoras), existen 20 bancos de flotación (figura 2.18) y en cada banco trabajan de 2 y 6 motores de 60 HP y 30 HP respectivamente.



**Figura 2.18 Proceso de Flotación**

Las características químicas-metalúrgicas de la mezcla son controladas y obtenidas, antes de ser enviadas al siguiente proceso .

#### E. Proceso de Espesado y Filtrado

La pulpa de mineral es llevado a los espesadores (figura 2.19) de plomo y zinc, el proceso tiene 2 etapas: en la primera etapa se obtiene el mineral mas fácilmente ya que la mezcla es mas densa, en la segunda etapa la mezcla

sobrantes menos densa es nuevamente procesada, el liquido sobrante bastante diluido es desechado y llevado a los depósitos de relave.

El concentrado es bombeado hasta los filtros y secados a través de fuertes corrientes de aire producidos por los sopladores que utilizan motores de 200 H.P. y 220 H.P. de potencia.

El concentrado final con 3% de humedad es depositado en la tolva neumática para ser descargado a los carros del ferrocarril que los conducirán a su destino final.



**Figura 2.19 Espesadores**

## **2.2 .Análisis de la facturación de energía eléctrica**

### **2.2.1 Estructura de facturación de la empresa. Máxima demanda y precios de energía y potencia**

La Compañía Minera Volcán tiene una “Demanda Máxima Contratada” en horas punta y horas fuera de punta de 27 500 kW.

Los puntos donde la empresa eléctrica entrega energía eléctrica son 8 distribuidos en:

- Dos ( 2 ) puntos de entrega a 12800 Voltios
- Un ( 1 ) punto de entrega a 11800 Voltios
- Un ( 1 ) punto de entrega a 10700 Voltios
- Dos ( 2 ) puntos de entrega a 2525 Voltios
- Un ( 1 ) punto de entrega a 2480 Voltios
- Un ( 1 ) punto de entrega a 2400 Voltios

### Estructura tarifaria

Las tarifas son expresadas en dólares americanos, teniendo la siguiente estructura tarifaria; se pagará por potencia, por energía activa y por energía reactiva si se excede el 33% de la energía total consumida.

Las tarifas son aplicables a los consumos en el punto de suministro:

PRECIOS DE POTENCIA		
POR DEMANDA MAXIMA LEIDA EN HORAS PUNTA HASTA LIMITE DE LA DEMANDA MAXIMA CONTRATADA	\$/kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/kW mes	12.70
ADICIONAL PARA FUERA DE PUNTA	\$/kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA DE PUNTA	\$/kW mes	3.14

PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ kWh	2.31

PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ kVARh	0.50

**Tabla 2.1 Precios por potencia y energía eléctrica**

### Impuesto general a las ventas - IGV

Al resultado de la aplicación de las tarifas especificadas se le añadirá a cargo del cliente el monto de impuesto general a las ventas (IGV), que es del 18%.

### Periodos tarifarios

Las tarifas son aplicables en los periodos tarifarios siguientes:

- Periodos de “Horas Punta”, que son de las 18:00 a 23:00 horas, excepto domingos y feriados
- Periodos de “Horas Fuera de Punta”, que son desde las 00:00 hasta 18:00 horas y de las 23:00 a 24:00 horas de lunes a sábado y las 24 horas los domingos y feriados

### **2.2.2 Valores tabulados y gráficas de potencia activa**

En la tabla 2.2 se encuentran tabulados las potencias activas en horas punta y horas fuera de punta mensuales desde diciembre del 2000 hasta la fecha actual, además del costo por su respectivo concepto como se muestra:

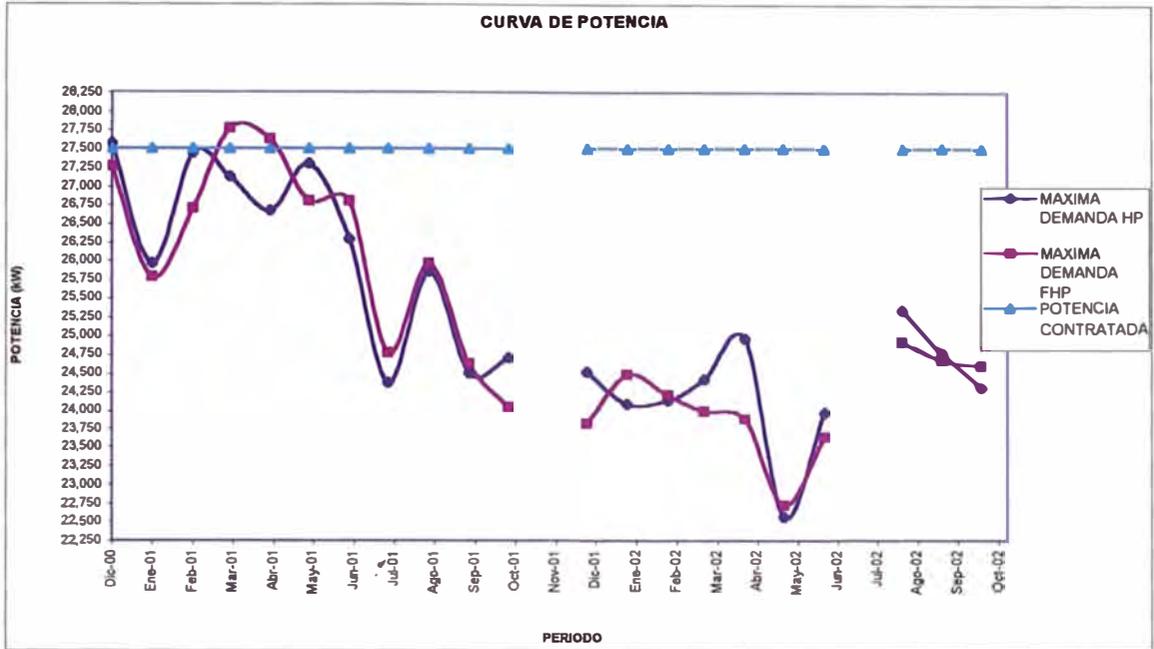
PERIODO	POTENCIA H.P. (kW)	POTENCIA F.H.P. (kW)	POTENCIA CONTRATADA (kW)	EXCESO EN POTENCIA EN H.P. (kW)	ADICIONAL EN POTENCIA EN F.H.P. (kW)	EXCESO EN POTENCIA EN F.H.P. (Kw)	COSTO EN \$ POR POTENCIA EN H.P.	COSTO EN \$ POR POTENCIA EN EXCESO	COSTO EN \$ POR POTENCIA ADICIONAL	COSTO EN \$ POR EXCESO DE POTENCIA EN F.H.P.	COSTO EN \$ TOTAL POR POTENCIA
Dic-00	27,573.00	27,266.60	27,500.00	73.00	0.00	0.00	174,625.00	927.10	-	-	175,552.10
Ene-01	25,965.00	25,790.20	27,500.00	-	1,535.00	0.00	164,877.75	-	-	-	164,877.75
Feb-01	27,448.40	26,708.80	27,500.00	-	51.60	0.00	174,297.34	-	-	-	174,297.34
Mar-01	27,127.10	27,769.40	27,500.00	-	372.90	269.40	172,257.09	-	585.45	845.92	173,688.46
Abr-01	26,682.50	27,627.20	27,500.00	-	817.50	127.20	169,433.88	-	1,283.48	399.41	171,116.77
May-01	27,300.60	26,810.50	27,500.00	-	199.40	-	173,358.81	-	313.06	-	173,671.87
Jun-01	26,301.50	26,810.50	27,500.00	-	509.00	-	167,014.53	-	799.13	-	167,813.66
Jul-01	24,382.10	24,777.90	27,500.00	-	395.80	-	154,826.34	-	621.41	-	155,447.75
Ago-01	25,855.70	25,966.80	27,500.00	-	111.10	-	164,183.70	-	174.43	-	164,358.13
Sep-01	24,507.90	24,635.40	27,500.00	-	127.50	-	155,625.17	-	200.18	-	155,825.35
Oct-01	24,710.70	24,056.00	27,500.00	-	-	-	156,912.95	-	-	-	156,912.95
Nov-01											
Dic-01	24,507.20	23,607.60	27,500.00	-	-	-	155,620.72	-	-	-	155,620.72
Ene-02	24,084.60	24,472.30	27,500.00	-	387.70	-	152,937.21	-	608.69	-	153,545.90
Feb-02	24,128.90	24,202.00	27,500.00	-	73.20	-	153,218.52	-	114.92	-	153,333.44
Mar-02	24,407.20	23,982.40	27,500.00	-	-	-	154,985.72	-	-	-	154,985.72
Abr-02	24,947.80	23,871.80	27,500.00	-	-	-	158,418.53	-	-	-	158,418.53
May-02	22,589.40	22,717.90	27,500.00	-	148.50	-	143,315.69	-	233.15	-	143,548.84
Jun-02	23,962.10	23,626.60	27,500.00	-	-	-	152,159.34	-	-	-	152,159.34
Jul-02											
Ago-02	25,335.10	24,910.60	27,500.00	-	-	-	160,877.89	-	-	-	160,877.89
Sep-02	24,758.00	24,662.80	27,500.00	-	-	-	157,213.30	-	-	-	157,213.30
Oct-02	24,298.70	24,590.80	27,500.00	-	292.10	-	154,296.75	-	458.60	-	154,755.35

H.P. : HORAS PUNTA

H.F.P.: HORAS FUERA DE PUNTA

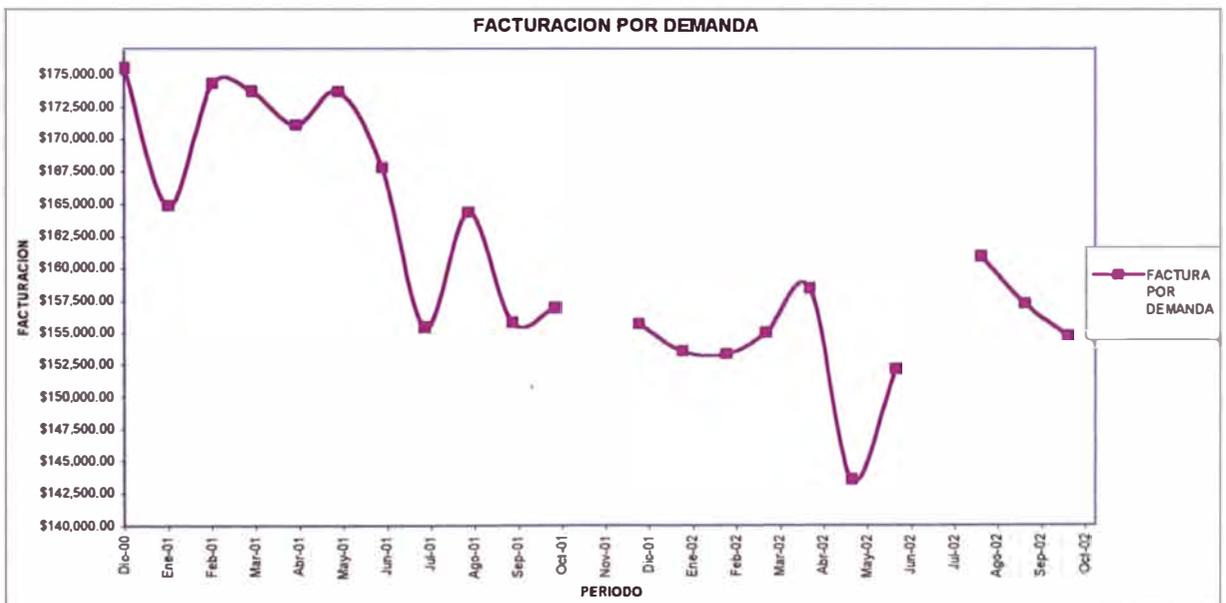
**Tabla 2.2 Potencias tabuladas tomadas de las facturas**

En la figura 2.20 se muestra las curvas de máxima demanda en horas punta (HP), fuera de horas punta (FHP) y la potencia contratada como referencia.



**Figura 2.20** Curvas de las potencia en horas punta y fuera de horas punta

En la figura 2.21 se muestra la curva de la facturación por potencia



**Figura 2.21** Facturación por potencia

### 2.2.3 Valores tabulados y gráficas de energía activa y reactiva

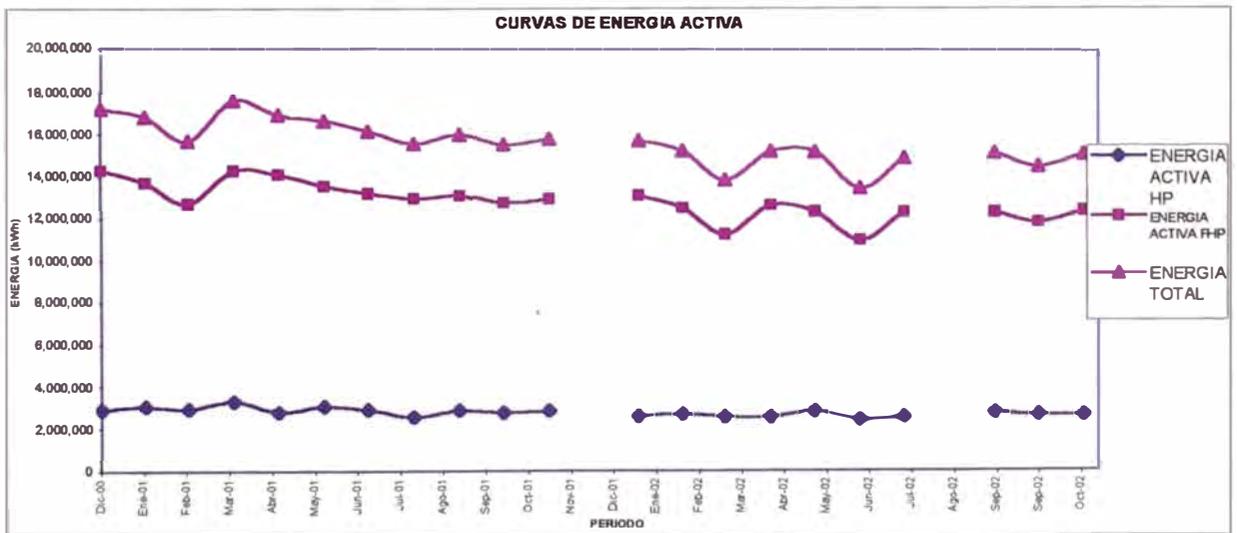
En la tabla 2.3 se muestran los valores tabulados de la energía activa en horas punta (HP) y horas fuera de punta (FHP) mensuales, desde diciembre del 2000 hasta la fecha además el costo por su respectivo concepto como se muestra:

PERIODO	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	ENERGIA	COSTO EN \$	COSTO EN \$	COSTO EN \$	COSTO EN \$	33% DE LA
	ACTIVA H.P. (kWh)	ACTIVA F.H.P. (kWh)	REACTIVA (kVARh)	ACTIVA TOTAL (kWh)	POR ENERGIA H.P.	POR ENERGIA F.H.P.	POR ENERGIA REACTIVA	TOTAL POR ENERGIA	ENERGIA TOTAL
Dic-00	2900474	14296267	5704791	17196741	106,447.40	330,243.77	149.33	436,840.50	5,704,940.3
Ene-01	3055879	13729010	5366920	16784889	112,150.76	317,140.13	-	429,290.89	5,539,013.0
Feb-01	2927890	12740229	5006790	15668119	107,453.56	294,299.29	-	401,752.85	5,170,479.0
Mar-01	3289774	14280294	5764687	17570068	120,734.71	329,874.79	-	450,609.50	5,798,122.0
Abr-01	2774613	14107260	5415457	16881873	101,828.30	325,877.71	-	427,706.01	5,571,018.0
May-01	3048371	13560716	5471234	16609087	111,875.22	329,874.79	-	441,750.01	5,480,998.7
Jun-01	2896415	13234276	4900502	16130691	106,298.43	305,711.78	-	412,010.21	5,323,128.0
Jul-01	2598666	12992745	3861327	15546411	93,719.54	300,132.41	-	393,851.95	5,130,316.0
Ago-01	2862000	13109431	3977854	15971431	105,035.40	302,827.86	-	407,863.26	5,270,572.0
Sep-01	2746226	12730883	3535302	15477109	100,786.49	294,083.40	-	394,869.89	5,107,446.0
Oct-01	2820238	12906404	3872188	15726642	103,502.73	298,137.93	-	401,640.66	5,189,792.0
Nov-01									
Dic-01	2590189	13060515	3829450	15650704	95,059.94	301,697.90	-	396,757.84	5,164,732.0
Ene-02	2682833	12466435	4395105	15149268	98,459.97	287,974.65	-	386,434.62	4,999,258.0
Feb-02	2551524	11232183	3932144	13783707	93,640.93	259,463.43	-	353,104.36	4,548,623.0
Mar-02	2526528	12593423	4092582	15119951	92,723.58	290,908.07	-	383,631.65	4,989,854.0
Abr-02	2808462	12299348	3365833	15105810	102,997.16	284,114.94	-	387,112.10	4,984,917.0
May-02	2420725	10987449	3247810	13388174	88,840.61	253,348.07	-	342,188.68	4,418,097.0
Jun-02	2541410	12275226	3158044	14816636	93269.75	283557.72	-	376,827.47	4,889,490.0
Jul-02									
Ago-02	2749022	12302701	3183400	15051723	100889.11	284192.39	-	385,081.50	4,967,069.0
Sep-02	2594509	11830951	3082349	14425460	95218.48	273,294.97	-	368,513.45	4,760,402.0
Oct-02	2620668	12366952	3365444	14987620	96178.52	285676.59	-	381,855.11	4,945,915.0

H.P.: HORAS PUNTA  
H.F.P.: HORAS FUERA DE PUNTA

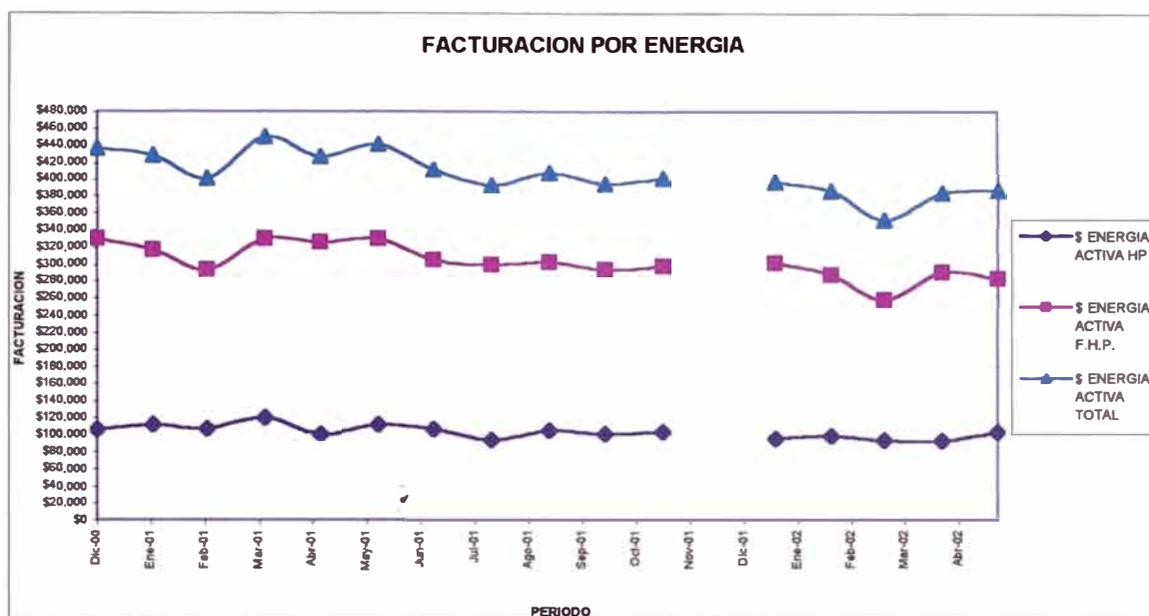
**Tabla 2.3 Valores tabulados de energía eléctrica consumida**

En la figura 2.22 se muestran las curvas de energía en horas punta y fuera de punta:



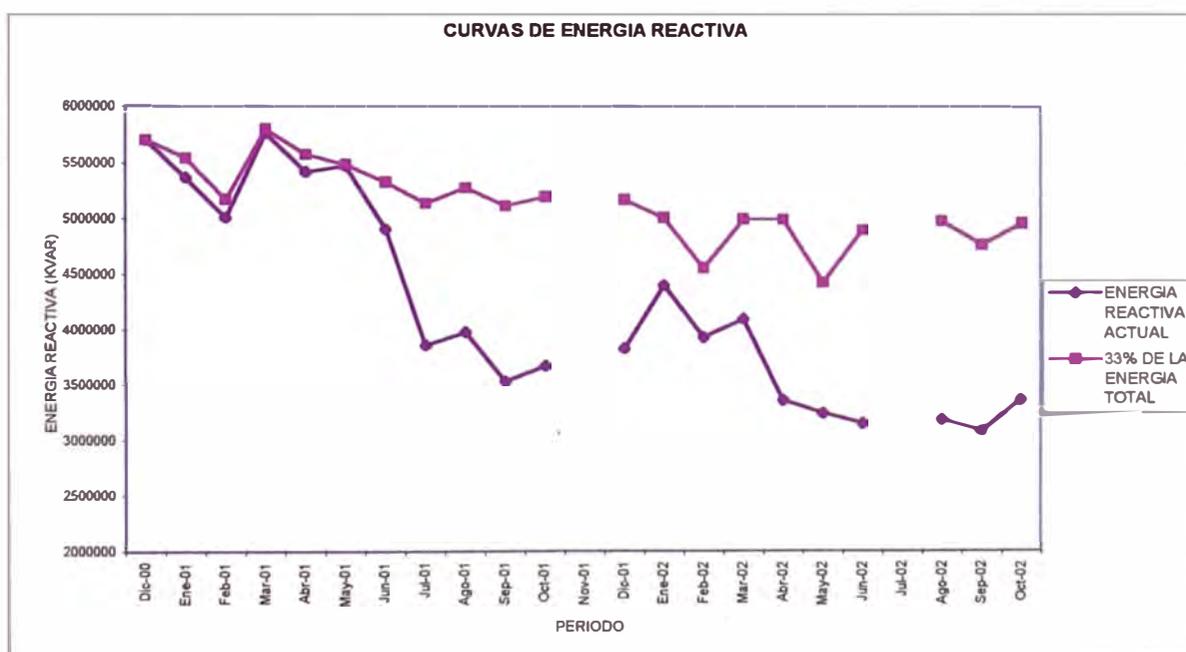
**Figura 2.22 Curvas de energía eléctrica consumida en horas punta y horas fuera de punta**

En la figura 2.23 se muestran los costos por energía activa en horas punta, fuera de horas punta y la total encuentran la facturación por energía activa:



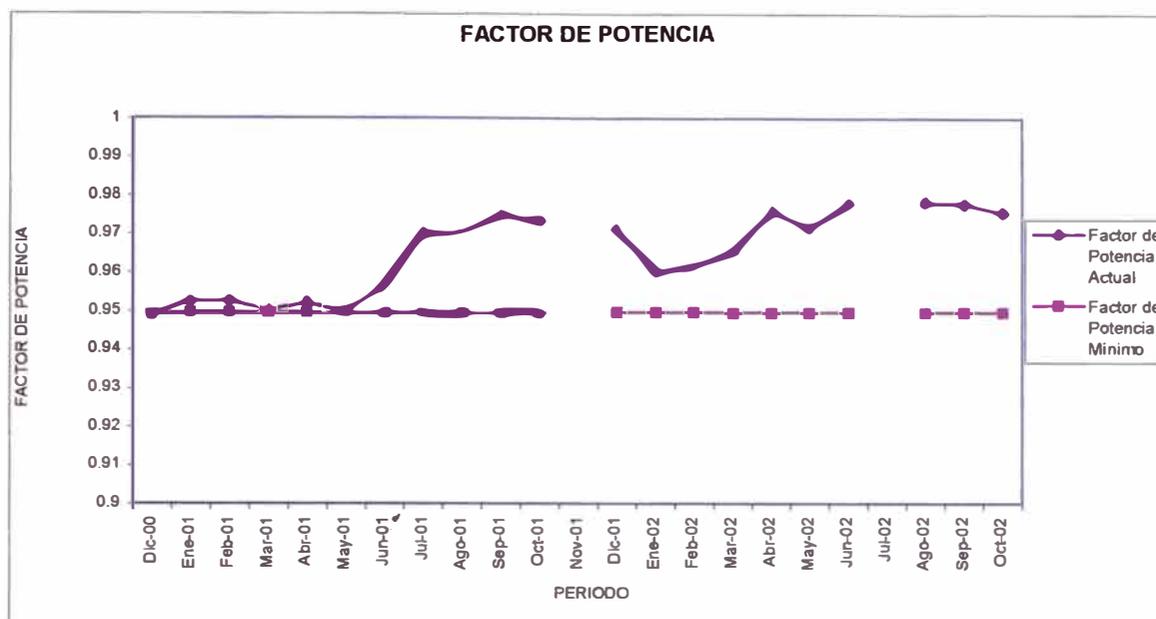
**Figura 2.23 Facturación por energía activa consumida**

En la figura 2.24 se muestra las curvas de la energía reactiva máxima (33% de la energía total) permitida y la energía reactiva actual.



**Figura 2.24 Curvas de energía eléctrica reactiva**

En la figura 2.25 se muestra las curvas del factor de potencia mínimo y el actual.



**Figura 2.25 Curvas del factor de potencia**

### 2.2.4 Comentarios sobre las facturaciones de energía y costos de energía

- ♦ La Compañía Minera Volcan es un cliente libre debido a que la potencia contratada es 27,500 kW y sus precios por el consumo de potencia y energía son establecidos a través de un contrato entre generador y cliente.
- ♦ Desde diciembre del 2000 hasta abril del 2002 el consumo ha disminuido notablemente esto se debe a las acciones tomadas por el personal de mantenimiento eléctrico para reducir el consumo de energía eléctrica.
- ♦ La Compañía Minera Volcan suministra energía eléctrica en baja tensión (220V) a las viviendas de sus empleados. La medida tomada en los campamentos

fue racionar la energía eléctrica, por el racionamiento de energía eléctrica de 4 a 5 horas durante el día, la potencia leída es la misma porque en el resto del día la potencia es la misma, por lo tanto facturada como máxima demanda en horas punta, no existiendo ahorros económicos por potencia, lo que se refiere a la energía consumida si existe realmente una disminución, por las horas que dejan de consumir.

- ♦ Cerrar de la planta lixiviadora de cobre y dejar fuera de servicio los hornos eléctricos de los talleres de mantenimiento eléctrico superficie, concentradora y solo utilizar el horno eléctrico del taller eléctrico bobinado son acciones que reducen la máxima demanda y el consumo de energía eléctrica debido a que no hay equipos instalados en la red.
- ♦ En los meses de diciembre del 2000 a mayo 2001, el consumo de energía reactiva se encontraba cercana a los límites y en algunos casos excedió ese valor y se pagó por la energía que excedió al 33% de la energía total.
- ♦ Desde junio del 2001 hasta octubre del 2001 existía una gran brecha entre la energía reactiva consumida y la energía reactiva límite, pero desde enero del 2002 hasta marzo del 2002 esa brecha empezó a disminuir, aunque se guarda una distancia entre el límite, es importante controlar el consumo de energía.
- ♦ El factor de potencia mínimo depende de la energía activa consumida. Según lo indicado en la estructura de facturación, la energía reactiva máxima no debe exceder del 33% de la energía activa total consumida, el factor de potencia no debe ser menor a 0.943. Por lo pronto la empresa tiene un factor de potencia que se encuentra cumpliendo las cláusulas del contrato, aunque anteriormente pagó por el exceso de energía reactiva capacitiva consumida, de todas formas es

importante plantear mejoras para la reducción de la potencia reactiva capacitiva y tener un mayor rango de seguridad.

- ♦ Con todas las acciones ejecutadas para reducir el consumo de energía eléctrica no se ha mejorado el sistema, ni se han hecho los procesos más eficientes.

## **2.3 Diagnóstico de primer grado**

### **2.3.1 Oportunidades de conservación de energía**

En la observación de los procesos de producción se ha encontrado posibles oportunidades para la conservación de la energía.

- ♦ La cantidad impresionante de motores en funcionamiento, siendo un porcentaje elevado de consumo de energía lo resaltante de estas observaciones, es que se encontró desde motores actuales hasta muy antiguos de los años 60, se debe tomar mediciones con la prioridad de motores mas antiguos y analizar dichas mediciones.
- ♦ Las instalaciones de iluminación no se encuentran en estado optimo y el tipo de luminarias utilizadas son las T-12 de 40W, deben ser reemplazadas por las T-8 de 36W paulatinamente cuando su tiempo de vida útil haya cumplido ó por averías, el cambio debe hacerse por áreas de modo que el cambio no resulte perjudicial.
- ♦ Las instalaciones de iluminación deben ser modificadas porque existen luminarias alimentadas de tableros muy alejados existiendo pérdidas, aunque parezcan mínimas individualmente sumando la cantidad de luminarias que existen deberían ser tomardas en cuenta.



Figura 2.27 Tècho de la planta en el àrea del proceso de flotaci3n

- ♦ La compresi3n de aire es un proceso importante en la empresa debido a que consume desde 2141.5 kW hasta 2941 kW. Es una gran oportunidad de conservaci3n de la energìa, si se puede hacer que este proceso trabaje eficientemente.

Es todo un sistema y lo primero es eliminar las fugas. Las fugas en el circuito de aire comprimido son una de las causas màs comunes de desperdicio de energìa.

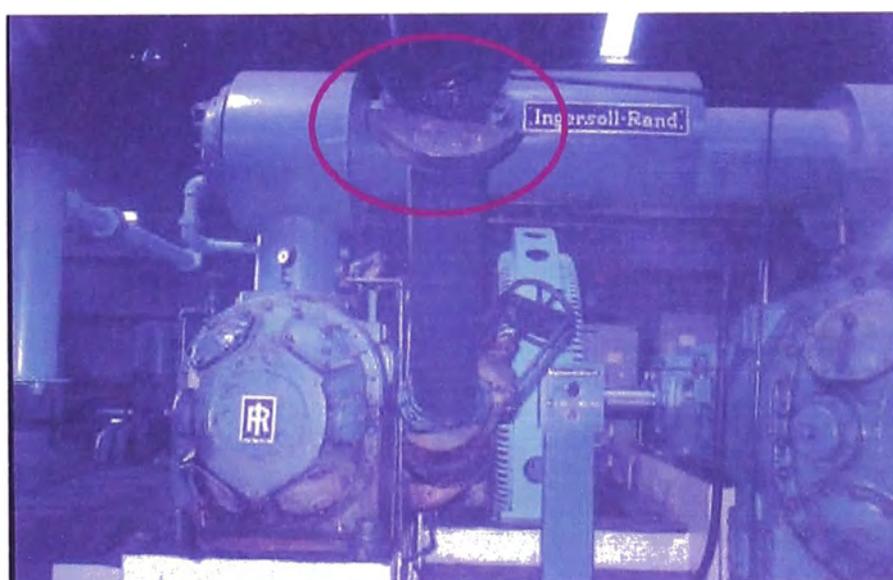
La existencia de un peque1o nùmero de fugas en la instalaci3n resulta inevitable por razones de operabilidad, de antigüedad de las tuberías, accesorios y los equipos de producci3n y mantenimiento.

Las causas de las fugas de aire comprimido suelen ser muy diversas, perforaciones de tuberías, válvulas de paso mal cerradas, válvulas de seguridad en tanques acumuladores.

- ♦ Una fuga consume aire permanentemente el 100% del tiempo, mientras que una herramienta neumática normalmente trabaja entre un 40% y 50% del tiempo, esta relación permite concluir que las fugas consumen del orden del doble de la potencia que consumiría una herramienta con un igual consumo instantáneo.

Las medidas a tomar para reducir pérdidas de energía en el circuito de compresoras, sin costosas inversiones, es eliminar las fugas reparando las tuberías, tanques acumuladores o pulmones y válvulas.

Se ha realizado seguimientos del circuito de aire comprimido en superficie y mina, y a continuación se muestran en las figuras 2.28 – 2.39 las ubicaciones de las fugas ha ser reparadas.



**Figura 2.28 Fuga de la brida de la tubería compresora N° 1**



**Figura 2.29 Fuga del tanque acumulador en el taller de mastranza**



**Figura 2.30 Fuga de la válvula de distribución en el taller eléctrico superficie**



**Figura 2.31 Fuga de la tubería de distribución del deposito de reactivos**



**Figura 2.32 Fuga de la tubería del cuarto de mezcla de reactivos**



**Figura 2.33 Fuga de la tubería de las tolvas - Ventanas en concentradora**



**Figura 2.34 Fuga de la tubería de los bancos de flotación de zinc**



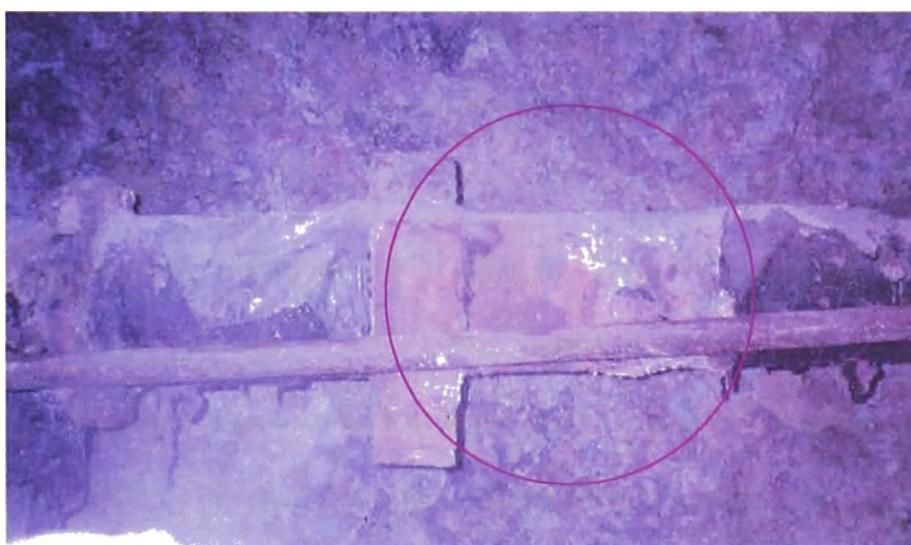
**Figura 2.35 Fuga de la tubería principal de mina del nivel 1200  
galería 12016**



**Figura 2.36 Fuga de la tubería principal de mina subterránea del  
nivel 1200 - Galería 12016**



**Figura 2.37 Fuga en la válvula de la mina subterránea del nivel 1200 – Galería 12016**



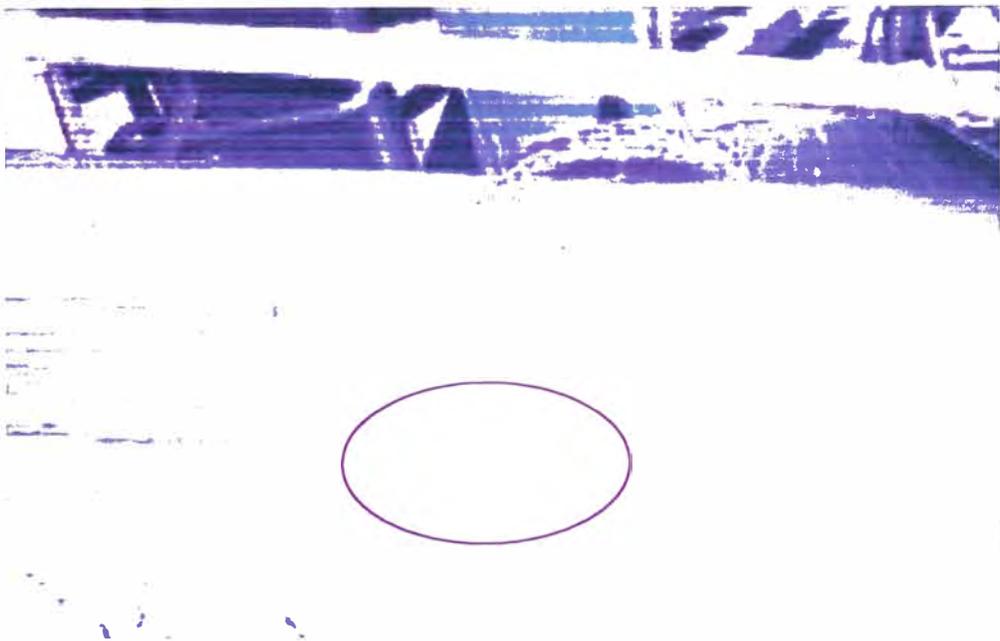
**Figura 2.38 Fuga de la tubería posterior de la mina subterránea del nivel 1200 – Galería 12016**



**Figura 2.39 Fuga de la válvula del tanque pulmón de la mina subterránea del nivel 1200 – Galería 12016**

- ♦ Otra oportunidad de ahorro de energía es la instalación de compresoras cercanas al punto de consumo de esta manera se reducen las caídas de presión por las tuberías y por tanto pérdidas.
- ♦ Los ciclos de funcionamiento de los compresores deben ser analizados de forma mas detallada, realizando mediciones ya que los compresores en su mayoría no tienen barómetros , para obtener mayor información de las etapas del proceso de compresión, deben medirse sus parámetros de funcionamiento y verificar que estén trabajando dentro del rango nominal, si no se cumpliera con eso, se debe acondicionar el equipo para conseguir un buen funcionamiento, de forma que se pueda lograr a una operación optima con menores pérdidas.
- ♦ En el proceso de chancado en tajo, el motor de la chancadora utilizado debe ser medido y analizando detalladamente, se puede recomendar mejoras para reducir las pérdidas por funcionamiento y el motor trabaje eficientemente.

♦ Las fajas que transportan el mineral a la chancadora primaria se encuentran en mal estado, la parte de unión de las fajas se llegan a enganchar con los rodillos trabándolos e incrementando el esfuerzo de los motores innecesariamente, aquí la mejor acción para reducir el consumo de energía eléctrica por el problema mencionado, es utilizar fajas transportadoras en buen estado, para evitar problemas con otras partes del proceso.



**Figura 2.40 Faja transportadora deteriorada**

## **CAPITULO III MEDICIONES**

### **3.1 Mediciones**

Para que un diagnóstico sea válido debe apoyarse en mediciones confiables, precisas y ofrecer de manera concreta recomendaciones de acción.

Es cierto que no todas las oportunidades de ahorro de energía que integran un diagnóstico son resultados de mediciones, sin embargo aquellos diagnósticos referidos a instalaciones existentes, modificaciones, ampliaciones o gestión tecnológica, necesariamente se apoyaran en mediciones hechas en el lugar.

Cuanto más complejo es el sistema, más exigente es el monitoreo que requiere el uso tanto de la energía productiva, como de la necesaria.

### **3.2 Equipo utilizado**

La selección apropiada de los instrumentos de medición a utilizar es vital en la conducción de un diagnóstico energético. Para efectuar las mediciones se ha utilizado el equipo analizador “Dranetz 4300” que mide corriente, tensión, potencias y factor de potencia entre otros parámetros. A continuación las características del equipo:

La plataforma de potencia Dranetz, modelo 4300 es portátil. TASKcard basado en medidor de potencia y energía de 8 canales. El 4300 puede monitorear, grabar y mostrar datos en cuatro canales (fases) de voltaje y cuatro canales (fases) de corriente simultáneamente. Con una tarjeta de memoria adicional, los datos

pueden ser grabados y transferidos a una computadora personal para un análisis posterior, usando una tarjeta de memoria de lectura

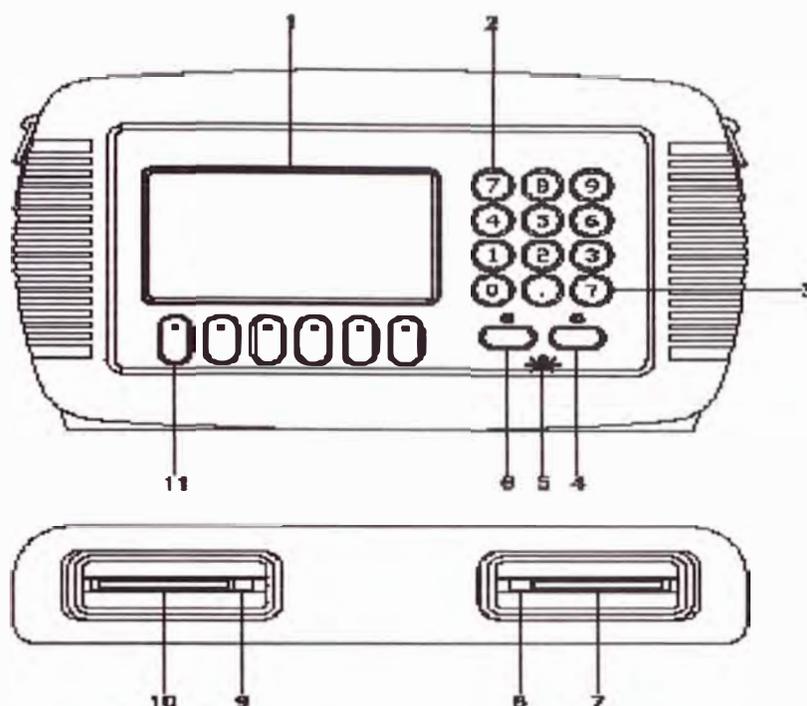


Figura 3.1 Panel de control del Dranetz 4300

Part	Function
1	Liquid Crystal Display (LCD). Provides 2-3/4 x 4-1/2 inches (5 x 10 cm) display consisting of 240 by 128 pixels (dots) of text and graphic information. Has electroluminescent (EL) backlighting for low light level viewing.
2	Numeric keypad. Consists of keyboard keys 0 thru 9 and decimal point (.). Permits menu selection and numerical data entry.
3	Question Mark Key. Displays help screen with reference to screen displayed at any time.
4	LCD Contrast Adjustment Key. Symbol:  . Press and hold for continuous contrast range change, release to stop. Press and quickly release for incremental contrast change.
5	Battery Charge Indicator. LED is on continuously while battery is fast charging and blinking when fully charged. Symbol: 
6	On/Off Power Key. Symbol:  . Push for on, push for off.
7	Data Card Holder. Holds and connects memory (data) card to internal circuitry.
8	Data Card Release. Ejects memory (data) card.
9	TASKCard Release. Ejects TASKCard.
10	TASKCard, connector slot.
11	Function Keys. Six keys used to select options that appear on bottom of screen. Function selected varies with screen displayed.

Cuadro 3.1 Funciones del panel de control

### 3.2.1 Descripción operacional del analizador

Modo de pantalla .- Funciona como un osciloscopio, mostrando ondas de tensión y corriente para todos los canales en tiempo real.

Modo de medición.-Provee la función de un voltímetro y amperímetro de verdadero valor eficaz ( RMS ). Las mediciones de corriente y tensión con todos los demás parámetros calculados son mostradas en la pantalla del modo de medición.

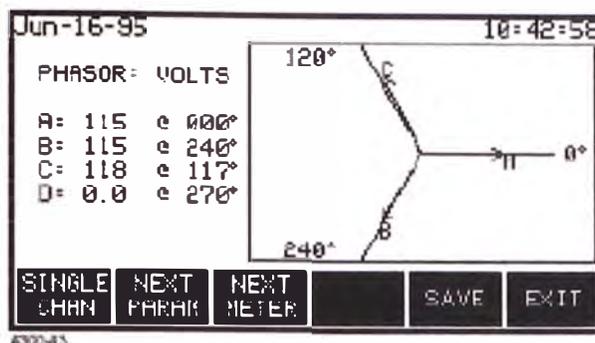
El Dranetz 4300 puede también mostrar los valores de corriente y tensión para todos los canales. Funcionando como un medidor de ángulo de fase, el 4300 puede mostrar condiciones de desbalance. Con el ángulo de fase mostrado también se puede verificar que las conexiones de control han sido hechas correctamente.

Capacidad de medición.-El Dranetz 4300 puede controlar cualquiera de las siguientes configuraciones:

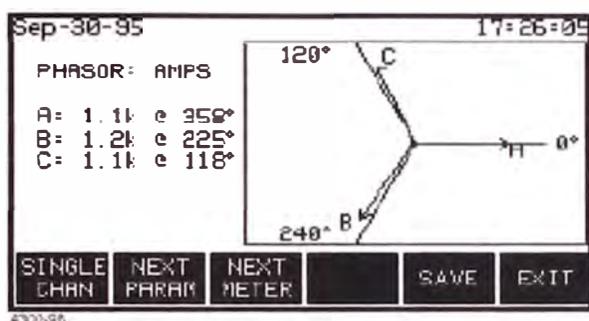
- ♦ Monofásico, 2 hilos
- ♦ Fase partida, 3 hilos
- ♦ Trifásica, 3 hilos (delta)
- ♦ Trifásica, 4 hilos (estrella)

#### Verificación de Conexiones de corriente y tensión

Los vectores de las tres fases son mostrados como tres líneas,  $120^\circ$  a partir de una carga resistiva (  $\text{fdp} = 1$  ). La fase desplazada en una carga reactiva.



**Figura 3.2 Conexión correcta del vector tensión en las tres fases**



**Figura 3.3 Conexión correcta del vector corriente en las tres fases**

### Tarjeta TASK- PQLite

La PQLite es una de las configuraciones, esta tarjeta cambia el 4300 a control de la calidad de la energía que almacena disturbios típicos como: sags, swells, interrupciones y potencia.

### Dimensiones del equipo Dranetz

Las dimensiones del equipo medidor Dranetz 4300 son:

En tamaño de 30 x 6.4 x 20.3 cm. y en peso de 2.2 kg.

### Ambiente

El rango de temperatura para la operación esta entre 5°C a 45°C

El rango de temperatura para el almacenamiento esta entre - 20°C a 55°C.

La humedad debe estar entre 10 % a 90% sin condensación.

### Memoria

La memoria del equipo son:

280 kbytes of Standard non-volatile data RAM (event storage)

256 kbytes of Standard volatile data RAM ( system memory)

256 kbytes of program EEPROM ( system memory )

### Memoria de tarjeta

Es de 512 kbytes a 4Mbytes dependiendo de la capacidad de la tarjeta de la memoria opcional

### Requerimiento de potencia

El equipo trabaja a una tensión de 12 V DC y consume una potencia de 18 Watts Máximo.

### Precisión

- ♦ Rango de voltaje de los canales A,B,C 10 – 600 Vrms max

Aproximación:  $\pm 1.0\%$  de lectura  $\pm 0.05\%$  toda escala

- ♦ Cuatro canales de entrada de corriente independiente 10 – 200 % de todo el rango de corriente de prueba.

Aproximación:  $\pm 1.0\%$  de lectura  $\pm 0.05\%$  toda escala.

## **3.3 Planificación de las mediciones**

La planificación de las mediciones tiene mucha importancia y debe dársele la atención y tiempo que reclama. Este tiempo y esfuerzo será compensado ampliamente con la continuidad del trabajo. Podremos realizar mediciones en los periodos y condiciones más representativos. Se debe reducir al mínimo los errores por desconocimiento de cómo medir; el mínimo tiempo de ordenamiento

y análisis de lecturas debe haberse organizado adecuadamente los registros; el mínimo de interferencias por haber planeado movimiento y tiempo; el mínimo de personal por buena planeación de distribución de lecturas y lecturas.

Después del diagnóstico de primer grado se recomienda realizar mediciones para un estudio mas detallado.

### 3.3.1 Parámetros y cartilla de medición

#### a. Parámetros eléctricos

Los parámetros eléctricos que serán medidos son:

- ♦ Intensidad de corriente alterna (A)
- ♦ Tensión eléctrica (V)
- ♦ Potencia activa (kW)
- ♦ Potencia reactiva (kVAR)
- ♦ Potencia total (kVA)
- ♦ Factor de Potencia (F.P.)
- ♦ Frecuencia

#### b. Cartilla de mediciones

Es indispensable conocer la aplicación del motor y los parámetros mencionados anteriormente, para obtener los datos necesarios de forma ordenada se elaboro una cartilla de mediciones que se muestra a continuación:

<b>MEDICIONES</b>			
<b>Aplicación:</b>			
<b>Potencia Total (kVA)</b>			
<b>Potencia Activa (kW)</b>			
<b>Potencia Reactiva (kVAR)</b>			
<b>Va (Volt):</b>		<b>Ia (A):</b>	
<b>Vb (Volt):</b>		<b>Ib (A):</b>	
<b>Vc (Volt):</b>		<b>Ic (A):</b>	
<b>F.P.:</b>		<b>Frecuencia:</b>	

**Cuadro 3.2 Cartilla de mediciones**

### **3.3.2 Cuando es más conveniente medir**

Los procesos de producción trabajan de forma continua todo el año y se interrumpen solo para mantenimientos programados o salvo contingencias, razón por la cual es indistinto establecer las mediciones por épocas.

### **3.3.3 Donde medir**

Las áreas energéticamente importantes son:

- a. La planta concentradora
- b. Mina Subsuelo

#### **a. Mediciones en planta concentradora**

En el diagrama unifilar de la planta concentradora se muestran los puntos de medición (Ver ANEXO A) y son:

##### **a.1 Cargas del Interruptor 2008**

Son cargas de los bancos de flotación

- ◆ Motores de los Banco de Flotación A
- ◆ Motores de los Banco de Flotación B

##### **a.2 Carga del Interruptor 2110**

- ◆ Motor de la Chancadora primaria - Sub estación N° 5 Chancadora

##### **a.3 Cargas del Interruptor 2055**

- ◆ Motor de la Chancadora tajo - Sub estación Chancadora Tajo
- ◆ Motor de la Faja N° 1 - Sub estación Chancadora Tajo

**a.4 Motores de las bombas de la planta concentradora**

- ♦ Motores de las bombas N° 6, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 44, 51, 61, 62, 66, 68, 73, 81, 86, 95, motor Spencer , motor Nash N° 2 y 3.

**b. Mediciones en mina subsuelo****b.1 Carga del Interruptor 2059**

- ♦ Motor de la Bomba N° 1 y 2 - Sub estación N° 10 Nivel 2100  
(Ver ANEXO A)

**b.2 Carga del interruptor 2060**

- ♦ Motor del la Bomba N° 3 – Sub estación N° 10 Nivel 2100  
(Ver ANEXO A)

**b.3 Carga del Interruptor 2072**

- ♦ Motor de la Bomba N° 1 y 3 - Sub estación N° 5 Nivel 1200  
(Ver ANEXO A)

**b.4 Carga del Interruptor 2083**

- ♦ Motor de la Bomba N° 4 - Sub estación N° 5 Nivel 1200  
(Ver ANEXO A)

**b.5 Carga del Interruptor 2090**

- ♦ Motor de la Bomba N° 2 - Sub estación N° 5 Nivel 1200  
(Ver ANEXO A)

**b.6 Carga del Interruptor 2081**

Motor de la Bomba N° 2 – Cámara de bombeo Nivel 1600 (Ver  
(Ver ANEXO A)

### **b.7 Carga del Interruptor 2089**

Motor de la Bomba N° 1 – Cámara de bombeo Nivel 800

(Ver ANEXO A)

#### **3.3.4 Procedimientos de medición**

Se ubicara en la subestación, caseta de control o tablero de control correspondiente, se identificara las fases del motor si es de baja tensión o los transformadores de medición si la tensión a medir es mayor a los 600 V.

El equipo es programado para la medición: estableciendo la configuración para las conexiones, si se utiliza los transformadores de medición se ingresará los valores de las relaciones de transformación para que el equipo pueda dar las lecturas correctas, el intervalo de captura de mediciones, los parámetros a medir y el periodo de tiempo de la medición. El equipo de medición es alimentado con 110 ó 220 ó sus baterías, para evitar perdida de datos.

Las pinzas amperimétricas son colocadas en los cables alimentadores de los motores, y los pinzas voltimétricas conectados en las líneas de tensión o en los bornes de los transformadores de medición.

El equipo es retirado y conectado a una computadora personal o portátil a través del puerto RS 232, el programa DRAN-LINK 4300 es una aplicación en Windows nos permite la transferencia y almacenamiento de los datos de medición, usando la aplicación DRANVIEW los archivos de datos de DRAN-LINK 4300 son mostrados a través de la pantalla e impresos.

## CAPITULO IV DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE SEGUNDO GRADO

### 4.1 Análisis de las mediciones del motor de chancadora tajo

#### 4.1.1 Datos nominales del motor

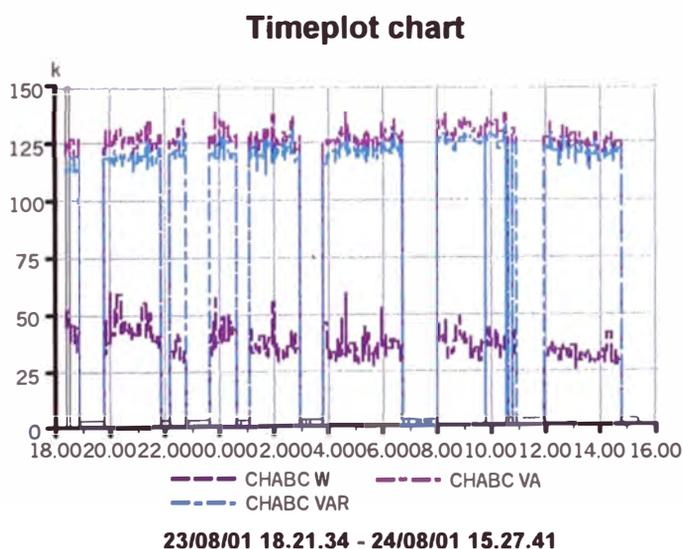
En la Tabla 4.1 se muestran los datos nominales del motor que han sido recopilados del dato de placa y sus especificaciones técnicas:

Datos de Placa :Motor de Inducción	
N° Reparaciones:	1
Marca:	General Electric
P(HP):	200
P(kW):	149.2
V(V):	440
RPM:	580
Hz:	60
IN(A):	287
n%:	92%

**Tabla 4.1 Datos de placa del motor**

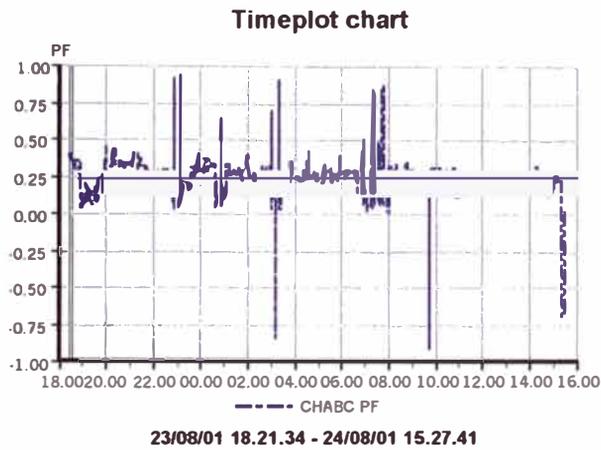
#### 4.1.2 Reporte de la medición

En la figura 4.1 se muestra el registro gráfico de las potencias activa, reactiva y total en el periodo de medición.



**Figura 4.1 Registro gráfico de las potencias**  
 CHABCW: Potencia Activa Total Consumida (KW)  
 CHABCVA : Potencia Total Consumida (KVA)  
 CHABCVAR : Potencia Reactiva Total Consumida (KVAR)

En la figura 4.2 se muestra el registro gráfico del factor de potencia en el periodo de medición.



**Figura 4.2 Registro gráfico del factor de potencia**

En el cuadro 4.1 se muestra el registro tabulado de un punto “Caso A” de medición con factor de potencia de 0.289, con todos los parámetros medidos:

**Event waveform/detail**  
 Timed event at 24/08/01 04.27.33.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	482.7	482.5	483.0	0.5	482.8
I	153.9	150.6	152.2	6.0	456.7
kW	-16.7	-16.9	-15.7	0.0	36.9
kVA	74.3	72.7	73.5	0.0	127.4
kVAR	72.3	70.7	71.8	0.0	122.0
PF	0.225	0.233	0.213	0.553	0.289
VTHD	1.87	2.02	1.87	0.00	
ITHD	4.03	4.12	4.08	0.00	
V H3	0.2	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.6	0.6	1.1	0.0	
TDF	1.1	1.1	1.1	0.0	
Demand	-17.6	-17.7	-16.8	0.0	35.5 (kW)
Energy	-97.6	-98.8	-95.6	0.0	270.0 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

**Cuadro 4.1 Caso A: Registro tabulado de los parámetros para un factor de potencia de 0.289**

En la tabla 4.2 se muestra los parámetros de medición que van a ser utilizados para el análisis de medición:

MEDICIONES			
Ubicación:	Chancadora Tajo		
Potencia Total (kVA)	127.4		
Potencia Activa (kW)	36.9		
Potencia Reactiva (kVAR)	122.0		
Va (A):	482.7	Ia (A):	153.9
Vb (A):	482.5	Ib (A):	150.6
Vc (A):	483.0	Ic (A):	152.2
F.P.:	0.289	Frecuencia (Hz):	59.8

**Tabla 4.2 Caso A - Cartilla de medición**

En el cuadro 4.2 se muestra el registro tabulado de un punto “Caso B” de medición con factor de potencia de 0.426, con todos los parámetros de medidos:

Event waveform/detail					
Timed event at 24/08/01 04.33.34,000					
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)					
Unit	A	B	C	D	ABC
V	485.4	485.3	485.9	0.5	485.6
I	165.9	162.7	164.1	6.2	492.7
kW	-6.6	-6.9	-5.8	0.0	58.9
kVA	80.6	78.9	79.7	0.0	138.4
kVAR	80.3	78.6	79.5	0.0	125.3
PF	0.082	0.087	0.072	0.558	0.426
VTHD	1.42	1.53	1.51	0.00	
ITHD	1.46	1.46	2.00	0.00	
V H3	0.2	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.6	0.5	1.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.1	0.0	
Demand	-19.7	-19.8	-18.8	0.0	31.2 (kW)
Energy	-99.6	-100.8	-97.5	0.0	273.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

**Cuadro 4.2 Caso B: Registro tabulado de los parámetros para un factor de potencia de 0.426**

En la tabla 4.3 se muestra los parámetros de medición que van ha ser utilizados para el análisis de medición:

MEDICIONES			
Ubicación:	Chancadora Tajo		
Potencia Total (kVA)	138.4		
Potencia Activa (kW)	58.9		
Potencia Reactiva (kVAR)	125.3		
Va (A):	485.4	Ia (A):	165.9
Vb (A):	485.3	Ib (A):	162.7
Vc (A):	485.9	Ic (A):	164.2
F.P.:	0.426	Frecuencia (Hz):	59.9

**Tabla 4.3 Caso B - Cartilla de medición**

En la Tabla 4.4 se encuentra la recopilación de datos de la red y el transformador que alimenta al motor de la chancadora tajo (el circuito unifilar que se encuentra en el Anexo A) utilizados para el cálculo de la reducción de pérdidas:

Datos del transformador		
Potencia Total	kVAT	1000
Impedancia	XT (%)	5%
Tensión primaria	Vp (Volt)	2300
Corriente nominal	In (Amp)	1312.2
Relación de transformación	1/a	0.191
Pérdidas en vacío	Po (kW)	2.5
Pérdidas en cortocircuito	Pcc (kW)	9.3

Datos de la red de distribución		
Resistencia del cable	R (ohm/km)	0.0754
Longitud del cable	L (km)	0.195
Corriente de carga	Ic (Amp)	395

**Tabla 4.4 Datos de la red**

#### 4.1.3 Análisis de la medición

Lo primero es calcular el porcentaje de carga, con ese valor se va ha conocer como esta funcionando el motor.

##### A. Porcentaje de Carga del Motor

Se utiliza la fórmula siguiente para el cálculo del porcentaje de carga del motor

$$\% \text{ de Carga} = \frac{\text{Potencia activa (kW)} \times \text{Eficiencia (\%)}}{\text{Potencia Nominal (HP)} \times 0.746 \text{ kW/ HP}} \quad \dots(4.1)$$

Los datos de las mediciones y los datos de placa son remplazados en la formula 4.1 y se obtiene lo siguiente:

#### Caso A

$$\% \text{ de Carga} = \frac{36.9 \text{ kW} \times 92\%}{200 \text{ HP} \times 0.746 \text{ kW/ HP}} = 22.75 \%$$

#### Caso B

$$\% \text{ de Carga} = \frac{58.9 \text{ kW} \times 92\%}{200 \text{ HP} \times 0.746 \text{ kW/ HP}} = 36.32 \%$$

### 4.1.4 Alternativa: Compensación capacitiva

#### 4.1.4.1 Cálculo de la potencia capacitiva

Las mediciones y la condición del factor de potencia mejorado de 0.98 ( $\cos\Phi_{\text{mejorado}} = 0.98$ ) son reemplazados en la formula 1.13 (Capítulo 1), como se muestra a continuación y para calcular la potencia capacitiva necesaria para corregir el factor de potencia original.

#### Caso A

- ♦ Potencia capacitiva (kVAR) =  $36.9 \text{ kW} \times \left( \frac{0.289}{0.957} - \frac{0.98}{0.06} \right) = 119.96 \text{ kVAR}$

#### Caso B

- ♦ Potencia capacitiva (kVAR) =  $58.9 \text{ kW} \times \left( \frac{0.426}{0.905} - \frac{0.98}{0.086} \right) = 119.90 \text{ kVAR}$

#### 4.1.4.2 Cálculo de la reducción de pérdidas

**A.1** Las pérdidas en las líneas de distribución serán calculadas reemplazando

los datos de medición y los valores de la red, en la formula 1.14 (capitulo 1) para los casos A y B como se muestra continuación:

Caso A

$$\diamond \text{ Pérdidas en la línea} = (152.23^2 - 44.89^2) * 0.0754(\text{ohm/km}) * 0.195(\text{km}) = 11.39 \text{ kW}$$

Caso B

$$\diamond \text{ Pérdidas en la línea} = (164.27^2 - 71.41^2) * 0.0754(\text{ohm/km}) * 0.195(\text{km}) = 11.78 \text{ kW}$$

**A.2** Las pérdidas en los transformadores de potencia son calculados, reemplazando en la formula 1.15 (capitulo 1) los datos del transformador que están incluidos en los datos de la red (ver tabla 4.4)

Caso A

$$k^2_{\text{car-original}} - k^2_{\text{car-mejorado}} = \left[ \frac{(395+152.23)^2}{1312.16} - \frac{(395+44.89)^2}{1312.16} \right]$$

$$\text{Pérdidas en el transformador} = 9.3 \times (k^2_{\text{car-original}} - k^2_{\text{car-mejorado}}) = 0.57 \text{ kW}$$

Caso B

$$k^2_{\text{car-original}} - k^2_{\text{car-mejorado}} = \left[ \frac{(395+164.27)^2}{1312.17} - \frac{(395+71.41)^2}{1312.16} \right]$$

$$\text{Pérdidas en el transformador} = 9.3 \times (k^2_{\text{car-original}} - k^2_{\text{car-mejorado}}) = 0.51 \text{ kW}$$

**4.1.4.3 Perfil de tensión mejorado**

Para calcular el porcentaje de elevación de tensión a través del transformador se utilizara la fórmula 1.17 (Capítulo 1) de manera que reemplazando los datos de medición se obtiene lo siguiente:

Caso A

$$\text{VT \%} = \frac{119.96}{2399.2} \times 5\% = 0.5998\%$$

1000

$$\text{Incremento de Tensión} = \text{VT}\% \times V_s = 0.599\% \times 440 = 2.639 \text{ V}$$

**Caso B**

$$\text{VT \%} = \frac{119.90 \times 5\%}{1000} = 0.5995\%$$

$$\text{Incremento de Tensión} = \text{VT}\% \times V_s = 0.5995\% \times 440 = 2.638 \text{ V}$$

**4.1.5 Resumen del análisis de las mediciones**

Después de recopilar datos de placa, mediciones y resultados de los cálculos: del porcentaje de carga, potencia reactiva capacitiva, pérdidas, perfil de tensión mejorado se obtiene la tabla 4.5.

Referencia	FP	FP	Potencia	Eficiencia	Porcentaje	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Corriente	Potencia	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas	Tensión
	original	mejorado	Nominal (HP)		de carga del motor	original	Activa kW	Reactiva original kVAR	Total original kVA	Reactiva aplicada kVAR	reactiva mejorado kVAR	mejorada	Total mejorado kVA	de carga liberada en el transformador (%)	en la línea (kW)	en el transformador (Kw)	mejorada en el secundario 440V
CASO A	0.289	0.98	200	92.0%	22.75%	152.23	36.90	122.00	127.40	119.96	2.04	44.89	36.96	19.61%	0.0342	0.572	2.639
CASO B	0.426	0.98	200	92.0%	36.32%	164.27	58.90	125.30	138.40	119.90	5.40	71.41	59.15	16.60%	0.0353	0.51	2.638

**Tabla 4.5 Resumen de los resultados del análisis del motor chancadora tajo**

**4.1.6 Conclusiones**

- ♦ El motor se encuentra trabajando con porcentajes de carga bajos como se muestran en el “Caso A” de 22.75% y el “Caso B” de 36.32% esto significa que el motor consume excesiva potencia reactiva en comparación con la potencia activa, como se puede ver en una parte de la cartilla de medición:

**Caso A**

Potencia Activa (kW)	36.9
Potencia Reactiva (kVAR)	122.0

## Caso B

Potencia Activa (kW)	58.9
Potencia Reactiva (kVAR)	125.3

El consumo de potencia reactiva si bien es parte del funcionamiento del motor, trae como consecuencia el incremento de la corriente, lo que produce un incremento de pérdidas.

- Las corrientes originales son para el “Caso A” de 152.23 Amperios y para el “Caso B” de 164.27 Amperios, si se instalara un banco de condensadores de capacidad de 100 kVAR, la corriente que solicitaría el motor de la red disminuye para el “Caso A” a 44.89 Amp. y para el “Caso B” a 71.41 Amperios. Si el banco de condensadores funciona con el motor en paralelo las pérdidas disminuyen como se muestra en la tabla 4.6:

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de Tajo	0.60	4,132.73	100.00	684,000.00

**Tabla 4.6 Reducción de pérdidas eléctricas en el motor chancadora tajo**

- Instalando el banco de condensadores en paralelo con el motor, si el motor está trabajando con un factor de potencia de 0.289 o de 0.426, el transformador que alimenta al motor se libera de 16.60 % a 19.61% respectivamente de su carga nominal, esto significa que el transformador tendrá mayor capacidad de distribución de energía a la red, para cargas futuras. Además el factor de potencia mejoró a 0.98.
- El cambio por un motor de menor capacidad no es factible debido a que según el análisis del proceso de Chancado de Tajo la carga del proceso es variable y en el transcurso del funcionamiento puede presentarse una roca de grandes dimensiones, el motor de menor capacidad no podría ser usado.

- ♦ El banco de condensadores debe tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Potencia Total:	100 kVAR
Tensión:	440 V
Trabajo a una altitud:	4300 (m.s.n.m)

#### 4.1.7 Recomendaciones

- Entonces lo que ahora se debe hacer es compensar la potencia reactiva con bancos de condensadores y así disminuir las pérdidas por distribución, el banco de condensadores debe tener una capacidad de 100kVAR
- Según el análisis realizado al proceso, la carga que llega al echadero no es uniforme, debería haber un proceso de pre-selección que separe la carga fina que no necesita ser triturada y las rocas mas grandes deben ser acumuladas, para luego ser trituradas, el motor de la chancadora solo funcionaría para triturar las rocas grandes almacenadas y mientras dure esto, evitando de esta forma que el motor trabaje sin mineral.
- No se recomienda el cambio del motor todavía.

#### 4.2 Análisis de las mediciones de los motores del proceso de chancado y bombas mina

En el primer ejemplo se mostró los cálculos paso a paso para el motor de la chancadora tajo, de modo que el resultado de los cálculos sea lo mas claro posible, para los siguientes motores se obtienen los resultados a través de un hoja

de cálculo en EXCEL con las mismas fórmulas utilizadas para el primer cálculo, los datos y mediciones podrán ser corroborados en el “Anexo C - Reporte de mediciones de motores del proceso de chancado y bombas mina”

Los motores analizados son los siguientes:

- A.1 Motor de la faja 1 de chancadora tajo
- B.1 Motor de la chancadora primaria
- C.1 Motor bomba N° 1 nivel 800
- D.1 Motor bomba N° 2 nivel 1600
- E.1 Motor bomba N° 1 nivel 1200
- F.1 Motor bomba N° 2 nivel 1200
- G.1 Motor bomba N° 3 nivel 1200
- H.1 Motor bomba N° 4 nivel 1200
- I.1 Motor bomba N° 1 nivel 2125
- J.1 Motor bomba N° 2 nivel 2125
- K.1 Motor bomba N° 3 nivel 2125

#### **4.2.1 Resumen del análisis de mediciones – Conclusiones y**

##### **recomendaciones**

A continuación se presentan los resúmenes de los análisis, conclusiones y recomendaciones para cada motor

##### **A-1 Motor de la faja 1 de chancadora tajo**

F.P	F.P	Potencia		Porcentaje	Tensión	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Corriente	%	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas en	Incremento
original	mejorado	Nominal	Eficiencia	de carga del	(Volt)	original	Activa kW	Reactiva	Total	capacitiva	reactiva	mejorada	Elevación	de carga	on la línea	el	de tensión
original	mejorado	(HP)		motor				original	original	aplicada	mejorada	mejorada	de Tensión	liberada en	(kW)	transformado	en el
original	mejorado	(HP)		motor	(Volt)	original	Activa kW	kVAR	kVA	kVAR	kVAR	mejorada	original	transformad	(kW)	r (Kw)	secundario
0.433	0.98	150	92.0%	66.66%	486.76	185.40	67.70	141.20	156.60	136.76	4.44	81.92	10.63%	16.74%	0.0447	0.18	3.01

**Tabla 4.7 Resumen de los resultados del análisis del motor de la faja 1 de chancadora tajo**

### Conclusiones

- ♦ El motor este trabajando a 55.6% de carga del motor y a un factor de potencia de 0.433 son indicadores de que el motor a perdido sus propiedades magnéticas, porque su factor de potencia debería ser aproximadamente 0.7 y por lo tanto ha perdido eficiencia.
- ♦ Se logra liberar el 15.74 % de la carga nominal del transformador utilizando banco de condensadores.
- ♦ Por la elevada potencia reactiva consumida, el motor debe trabajar en paralelo con un banco de condensadores de 100 kVAR, además de mejorar el factor de potencia a 0.98 se reducen las pérdidas por distribución como se muestran en la tabla 4.8

Mejoras	Reducción de perdidas electricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de Faja 1	0.22	1,532.16	100.00	684,000.00

**Tabla 4.8 Reducción de perdidas eléctricas**

- ♦ El banco de condensadores debe tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Potencia Total: 100 kVAR  
Tensión: 440 V  
Trabajo a una altitud: 4300 (m.s.n.m)

## Recomendaciones

- ♦ Es recomendable instalar un banco de condensadores de 100 kVAR, sin tener la necesidad de cambiar el motor, ya que se tiene múltiples beneficios como mejorar el factor de potencia, reducir las pérdidas por distribución de energía e incrementar la capacidad de distribución del transformador.
- ♦ Otra posibilidad es cambiar el motor por otro de alta eficiencia, de manera que se reduzcan las pérdidas, por operación del motor de igual modo se deberá efectuar mediciones cuando el motor este en funcionamiento para diseñar un banco de compensación para dicho motor.

## B-1 Motor de la chancadora primaria

F.P	F.P	Potencia		Porcentaje	Tensión	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	%	Potencia	Corriente	Potencia	Pérdidas	Pérdidas en	Tensión
original	mejorado	Nominal	Eficiencia	de Carga	(Volt)	original	Activa	Reactiva	Total	capacitiva	Elevación	reactiva	mejorada	Total	en la línea	el	mejorada
		(HP)					kW	kVAR	kVA	kVAR	de Tensión	kVAR	mejorada	kVA	(kW)	r (Kw)	en el
0.101	0.98	150	93.0%	15.87%	2383.93	45.93	19.10	188.20	189.10	186.96	3.65%	1.24	4.73	19.14	0.0034	0.06	4.28

**Tabla 4.9 Resumen de los resultados del análisis del motor de la chancadora primaria**

## Conclusiones

- ♦ El motor esta trabajando en vacío, con un porcentaje de carga de 15.87% y factor de potencia 0.101. Esto implica perdidas por funcionamiento del motor.
- ♦ Se debe compensar la potencia reactiva y de esta manera mejorar el bajo factor de potencia.
- ♦ La Chancadora se encuentra en mal estado, trabaja de forma no adecuada. La falla de la chancadora produce la parada del proceso. Finalmente se ha logrado aislar el problema de la chancadora haciendo un by pass, pero esa

solución genera pérdidas como se explican detalladamente en el capítulo II (sub capítulo 2.1.4) “Proceso de Chancado” .

- ♦ El banco de condensadores debe tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Potencia Total: 150 kVAR  
 Tensión: 2300 V  
 Trabajo a una altitud: 4300 (m.s.n.m)

- ♦ Las pérdidas por distribución son pequeñas debido a que las líneas son cortas y las corrientes pequeñas, se tiene mayor reducción de pérdidas por energía reactiva como se puede ver en la tabla 4.10

Mejoras	Reducción de perdidas electricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de chancadora	0.06	433.66	150.00	1,026,000.00

**Tabla 4.10 Reducción de perdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Se recomienda instalar banco de condensadores de 150 kVAR.
- ♦ La chancadora debe ser reparada, siendo capaz de triturar minerales sin atascarse, de lo contrario lo más recomendable sería cambiarlo.
- ♦ Mantenimiento del interruptor de la chancadora primaria. Durante las mediciones se comprobó que el interruptor del motor de la chancadora primaria, no se encontraba en buen estado. Cuando se hizo la apertura del circuito, con el objetivo de instalar el equipo analizador se retiró parte del interruptor y cuando se intento cerrarlo presentó dificultades al hacerlo, lo que prolongó el tiempo de reinicio del proceso, finalmente se pudo cerrar el circuito, pero quedó pendiente el mantenimiento.

**C-1 Motor bomba N° 1 nivel 800**

F.P	F.P	Potencia		Porcent	Tensió	%	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Corriente	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas	Pérdidas en	Tensión
original	mejorado	Nominal	Eficiencia	aje de	n (Volt)	Elevación	original	Activa	Reactiva	Total	Reactiva	mejorada	de carga	en la	en la	el	mejorada
		(HP)		carga		de		KW	kVAR	kVA	kVAR		liberada en el	líneas L-	línea L-	transformado	en el
				del		Tensión							transformador	144 y L-	320 (KW)	r (Kw)	primario
				motor		original								145 (KW)			
0.882	0.98	1250	96.4%	95.28%	2434.30	5.84%	247.40	921.70	492.20	1044.90	436.64	222.66	5.63%	1.71	0.0996	1.3874	38.28

**Tabla 4.11 Resumen de los resultados del análisis motor bomba N° 1 nivel 800**

## Conclusiones

◆ El motor se encuentra trabajando casi a plena carga, ya que funciona a 95.28% de carga, aunque en la corriente hay un poco más de margen: la corriente que requiere es de 245 Amperios, siendo su corriente nominal 275 Amperios.

◆ La tensión inicial medida es de 2434 V, este valor representa una sobre tensión de 5.84%, con la instalación del banco de condensadores la tensión se incrementaría a 2472 V (107.47%), este valor todavía está dentro del rango (menor al 110% de la tensión nominal).

◆ El banco de condensadores debe tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Potencia Total: 450 kVAR  
 Tensión: 2300 V  
 Trabajo a una altitud: 4300 (m.s.n.m)

◆ Instalar un banco de condensadores, por las ventajas que ofrece: de ahorro en energía eléctrica como se muestra en la tabla 4.12

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 1 del NV 800	3.20	21,867.48	450.00	3,078,000.00

**Tabla 4.12 Reducción de pérdidas eléctricas**

## Recomendaciones

- ♦ Se recomienda instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia.
- ♦ Se debe medir frecuentemente los motores de manera que los parámetros de funcionamiento del motor se encuentren dentro de los valores nominales y realizar algunos cambios para mantenerlo dentro de ese rango.
- ♦ No es recomendable esforzar al motor demasiado, puede producirse excesivo calentamiento, lo que deteriora el aislamiento del motor. Un motor 1250 HP / 2300 V tiene un precio muy elevado, se debe tener especial cuidado y darle un adecuado mantenimiento.

### D-1 Motor bomba N° 2 nivel 1600

F.P original	F.P mejorado	Potencia Nominal (HP)	Eficiencia	Porcentaje de carga del motor	Tensión (Volt)	% Deviación de Tensión original	Corriente original	Potencia Activa kW	Potencia Reactiva original kVAR	Potencia Total original kVA	Potencia Reactiva aplicada kVAR	Corriente mejorada	Porcentaje de carga liberada en el transformador	Pérdidas en la línea L-361 L-362 (kW)	Pérdidas en la línea L-320 (kW)	Pérdidas en el transformador (Kw)	Incremento de tensión en el secundario
0.853	0.98	1250	96.4%	73.72%	2415.06	5.00%	198.97	713.10	492.20	835.70	392.35	173.19	5.77%	1.41	0.0822	1.4443	34.4720

**Tabla 4.13 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N°2 nivel 1600**

## Conclusiones

- ♦ El motor se encuentra trabajando a un porcentaje de carga de 73.72%, tiene mayor rango libre para poder seguir trabajando sin problemas.
- ♦ La tensión actual de trabajo del motor es 2415.06 V (105 % de la tensión nominal), pero si se instalara el banco de condensadores la tensión se incrementaría a 2449.53 V (106.5% de la tensión nominal) todavía esta dentro del rango permitido (menor al 110% de la tensión nominal).

- ♦ El banco de condensadores debe tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo: Fijo  
 Potencia Total: 400 kVAR  
 Tensión: 2300 V  
 Trabajo a una altitud: 4300 (m.s.n.m)

- ♦ Una ventaja de tener trabajando al motor con el banco de condensadores es la reducción de pérdidas en energía eléctrica y se muestran para el motor de la bomba N° 2 del Nv 1600 en la tabla 4.14

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 2 del NV 1600	2.94	20,085.66	400.00	2,736,000.00

**Tabla 4.14 Reducción de perdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Se recomienda instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.853 a 0.98.
- ♦ El motor es nuevo y se debería efectuar mantenimientos para que el motor no sufra daños prematuros.
- ♦ Se recomienda hacer trabajar al motor con sobre tensiones menores al 10%.

### E-1 Motor bomba N° 1 nivel 1200

#### Compensación Capacitiva

F.P. original	F.P. mejorado	Potencia Nominal (HP)	Porcentaje de carga del motor	Tensión (Volt)	% Elevación de Tensión original	Corriente original	Potencia Activa kW	Potencia Reactiva original kVAR	Potencia Total original kVA	Potencia Reactiva aplicada kVAR	Potencia reactiva mejorada kVAR	Corriente mejorada	Potencia Total mejorada kVA	Porcentaje de carga liberada en el transformador	Pérdidas en la líneas L-134 L	Pérdidas en el transformador (Kw)	Tensión mejorada en el secundario
0.906	0.98	800	94.4%	2,649.6	10.86%	171.30	685.50	319.70	758.60	278.00	41.70	158.37	686.77	2.89%	1.86	0.7362	33.36

**Tabla 4.16 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N° 1 nivel 1200**

## Conclusiones

- ◆ El motor ha sido rebobinado 8 veces después de esto es indudable que su eficiencia haya disminuido.
- ◆ El motor se encuentra trabajando en el límite; su corriente medida es 171.3 Amperios y la corriente nominal es 172 Amperios.
- ◆ El motor esta sobrecargado, el porcentaje de carga es 108.43%.
- ◆ La tensión de trabajo también esta en el límite, es 2549 V (110.82% de la tensión nominal), si se instalara el banco de condensadores habría un aumento hasta 2582.96 V (112.30% de la tensión nominal), este valor excede el rango permitido, el máximo valor para que el motor no sufra deterioro de su aislamiento debe ser el 110% de la tensión nominal.
- ◆ El uso de banco de condensadores es importante, el equipo debe tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo:	Fijo
Potencia Total:	300 kVAR
Tensión:	2300 V
Trabajo a una altitud:	4300 (m.s.n.m)

## Recomendaciones

- ◆ Se recomienda disminuir la carga del motor, variando las válvulas de las tuberías de circuito de bombeo, no debería trabajar con corrientes elevadas por que calientan el motor y deterioran los aislamientos dejando a los motores propensos a cualquier falla.
- ◆ Se recomienda también instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.906 a 0.98. Las ventajas adicionales de tener trabajando al motor en

paralelo con el banco de condensadores son la reducción de pérdidas en energía eléctrica y se muestran a continuación en la tabla 4.16

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 1 del NV 1200	2.60	17,751.17	300.00	2,052,000.00

**Tabla 4.16 Reducción de pérdidas eléctricas**

- ◆ Otra recomendación adicional si se llegara a instalar el banco de condensadores, es disminuir la tensión, variando el tap del transformador ya que tensión se incrementaría a 112.30% de la tensión nominal, el aislamiento puede deteriorarse lo que puede originar fallas en el motor

### F-1 Motor bomba N° 2 nivel 1200

#### Compensación Capacitiva

F.P	F.P	Potencia		Porcentaje	Tensión	%	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Corriente	Potencia	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas	Pérdidas	Tensión
original	mejorado	Nominal	Eficiencia	de carga	(Volt)	Elevación de Tensión	original	Activa kW	Reactiva kVAR	Total kVA	Reactiva aplicada kVAR	reactiva mejorada kVAR	mejorada kVA	Total mejorado kVA	de carga liberada en el transformador	en la líneas L-131 (kW)	en la línea L-311 (kW)	en el transformador (Kw)	mejorada en el secundario (Volt)
0.876	0.98	800	94.4%	106.20%	2,632.3	10.10%	175.00	671.40	372.00	767.60	328.27	43.73	156.43	672.82	10.61%	0.20	0.0040	1.2870	45.32

**Tabla 4.17 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N° 2 nivel 1200**

#### Conclusiones

- ◆ La eficiencia de este motor también ha disminuido, por las rebobinadas que ha tenido.
- ◆ El motor se encuentra sobrecargado, por que funciona con un exceso de carga, el porcentaje de carga es 106.2 %
- ◆ El motor funciona con sobre corrientes, pues su corriente medida es 175 Amperios y la corriente nominal es 172 Amperios.

- ◆ La tensión de trabajo también esta en el límite, es 2532.2 V (110.1% de la tensión nominal), si se instalara el banco de condensadores habría un aumento de tensión a 2577.62 V (112.07% de la tensión nominal), este valor excede el rango permitido (110% de la tensión nominal).
- ◆ El banco de condensadores para ser instalados en este motor tiene las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo:	Fijo
Potencia Total:	350 kVAR
Tensión:	2300 V
Trabajo a una altitud:	4300 (m.s.n.m)

### Recomendaciones

- ◆ Es recomendable reducir la carga del motor, variando las válvulas de las tuberías de circuito de bombeo, como se recomendó en el motor anterior, no debería trabajar con corriente elevadas por que calientan el motor y deterioran los aislamientos dejando a los motores propensos a cualquier falla.
- ◆ Se recomienda instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.876 a 0.98. Esta implementación reducen las pérdidas en energía eléctrica como se pueden ver en la tabla 4.18

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 2 del NV 1200	1.29	8,830.44	350.00	2,394,000.00

**Tabla 4.18 Reducción de perdidas eléctricas**

- ◆ Es importante tener el suministro eléctrico con buena calidad sin excesos, por esa razón si se llegara a instalar el banco de condensadores, se debe disminuir la

tensión, variando la posición de los taps del transformador por que el incremento de la tensión total es 12.07% y no debería exceder del 10%.

### G-1 Motor bomba N° 3 nivel 1200

#### Compensación Capacitiva

F.P	F.P	Potencia		Porcenta	Tensió	%	Corriente	Potenci	Potencia	Potenci	Potencia	Potencia	Corriente	Potencia	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas	Pérdidas	Tensión
original	mejorado	Nominal	Efficiencia	je de	n (Volt)	Elevación	original	a Activa	Reactiva	a Total	Reactiva	reactiva	mejorada	Total	de carga	en la	en la línea	en el	mejorada
original	mejorado	(HP)		carga del		de	original	KW	KVAR	KVA	KVAR	KVAR	mejorada	KVA	liberada en	L-134	L-351	transform	en el
original	mejorado	(HP)		motor		Tensión	original	KW	KVAR	KVA	KVAR	KVAR	mejorada	KVA	el	(KW)	(KW)	ador (Kv)	secundario
original	mejorado	(HP)		motor		Tensión	original	KW	KVAR	KVA	KVAR	KVAR	mejorada	KVA	el	(KW)	(KW)	ador (Kv)	secundario
0.884	0.98	800	94.4%	98.15%	2,571.7	11.81%	157.40	620.50	328.10	701.90	289.89	38.21	141.98	621.68	8.79%	0.148	0.0424	0.817	40.07

**Tabla 4.19 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N° 3 nivel 1200**

#### Conclusiones

- ◆ El motor esta trabajando dentro de los valores nominales a un porcentaje de carga de 98.15 %. La corriente nominal del motor es 172 Amperios y la corriente medida es 157.4 Amperios.
- ◆ Existe sobre tensión de 111.8% de la tensión nominal, lo que excede el valor recomendado que es 110% tensión nominal.
- ◆ El banco de condensadores a ser instalado en paralelo con el motor tendría las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo: Fijo  
 Potencia Total: 300 kVAR  
 Tensión: 2300 V  
 Trabajo a una altitud: 4300 (m.s.n.m)

#### Recomendaciones

- ◆ Controlar la carga del motor y efectuar mediciones, por que se puede prevenir problemas, como por ejemplo el incremento de la corriente que calentaría al motor y dañaría su aislamiento, si se toman acciones y se mejora la operación.

- ◆ Se recomienda instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.884 a 0.98. Esta implementación reduce las pérdidas en energía eléctrica que se pueden ver en la tabla 4.20

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 3 del NV 1200	1.0074	6890.616	300.00	2052000.00

**Tabla 4.20 Reducción de pérdidas eléctricas**

- ◆ Disminuir la tensión, variando la posición de los taps del transformador si se implementa el banco de condensadores, por que el incremento de la tensión total sería 13.56% y no debería exceder del 10%.

### H-1 Motor bomba N° 4 nivel 1200

#### Compensación capacitiva

F.P original	F.P mejorado	Potencia Nominal (HP)	Porcentaje de Eficiencia	Porcentaje de carga del motor	Tensión (Volt)	% Elevación de Tensión original	Corriente original	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva original (kVAR)	Potencia Total original (kVA)	Potencia Reactiva aplicada (kVAR)	Potencia reactiva mejorada (kVAR)	Corriente mejorada	Potencia Total mejorada (kVA)	Porcentaje de carga liberada en el transformador	Pérdidas en la línea L-134 (kW)	Pérdida en la línea L-311 (kW)	Pérdidas en el transformador (Kw)	Tensión mejorada en el secundario (Volt)
0.886	0.98	900	96.4%	92.12%	2,551.5	10.94%	163.70	641.60	335.70	724.10	296.23	39.47	148.00	642.81	9.59%	0.16	0.0512	0.773	40.95

**Tabla 4.21 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N° 4 nivel 1200**

#### Conclusiones

- ◆ Los parámetros de funcionamiento del motor están dentro de los valores nominales, tiene un porcentaje de carga de 92.12 %. La corriente nominal del motor es 195 Amperios y la corriente medida es 163.7 Amperios.
- ◆ La tensión llega a medir 2551.5 V (110.94% de la tensión nominal), lo que excede del valor recomendado que es 110% tensión nominal.
- ◆ El valor comercial del banco de condensadores a ser instalado en paralelo con el motor debe tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo: Fijo  
 Potencia Total: 300 kVAR  
 Tensión: 2300 V  
 Trabajo a una altitud: 4300 (m.s.n.m)

### Recomendaciones

- ◆ Controlar la carga del motor y efectuar mediciones cuando el motor esta en funcionamiento.
- ◆ Instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.886 a 0.98. Esta implementación reducen las pérdidas en energía eléctrica como se pueden ver en la tabla 4.22

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 4 del NV 1200	0.98	6,731.93	300.00	2,052,000.00

**Tabla 4.22 Reducción de perdidas eléctricas**

- ◆ Disminuir la tensión, variando la posición de los taps del transformador si se implementan los bancos de condensadores, por que el incremento de la tensión total sería 13.0% y no debería exceder del 10%.

### I-1 Motor bomba N° 1 nivel 2125

#### Compensación Capacitiva

F.P.	F.P.	Potencia	Porcentaje	Tensión	%	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Corriente	Potencia	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas	Pérdidas	Tensión	
original	mejorado	Nominal	de carga	(Volt)	Elevación de Tensión	original	Activa	Reactiva original	Total original	Reactiva aplicada	reactiva mejorada	mejorada	de carga liberada en el transformador	en la línea L-125 (kW)	en la línea L-309 (kW)	en el transformador (Kw)	mejorada en el secundario (Volt)	
0.843	0.98	800 (HP)	95.8%	2,434.4	8.02%	164.90	601.60	384.50	714.00	346.79	37.71	141.85	602.78	10.93%	1.73	0.1188	1.113	67.55

**Tabla 4.23 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N° 1 nivel 2125**

## Conclusiones

- ◆ El motor se encuentra funcionando dentro de los límites nominales a un porcentaje de carga de 96.57 %. La corriente nominal del motor es 180 Amperios y la corriente medida es 164.9 Amperios.
- ◆ La tensión de trabajo del motor es 2484.4 V (108.02% de la tensión nominal), lo que esta dentro de lo recomendado que es 110% tensión nominal.
- ◆ La potencia del banco de condensadores a ser instalado en paralelo con el motor deberá tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo:	Fijo
Potencia Total:	350 kVAR
Tensión:	2300 V
Trabajo a una altitud:	4300 (m.s.n.m)

## Recomendaciones

- ◆ Controlar la carga del motor y efectuar mediciones en funcionamiento del motor.
- ◆ Instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.843 a 0.98. Esta aplicación reduce la corriente absorbida de la red a 141.85 y por lo tanto se reducen las pérdidas en energía eléctrica como se pueden ver en la tabla

4.24

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 1 del NV 2125	3.33	22,762.15	350.00	2,394,000.00

**Tabla 4.24 Reducción de perdidas eléctricas**

- ◆ Disminuir la tensión, variando la posición de los taps del transformador si se implementan los bancos de condensadores, por que el incremento de la tensión total sería 10.52% y no debería exceder del 10%.

## J-1 Motor bomba N° 2 nivel 2125

### Compensación Capacitiva

F.P	F.P	Potencia		Porcentaje	Tensión	%	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Corriente	Potencia	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas	Pérdidas	Tensión
original	mejorado	Nominal	Eficiencia	de carga	(Volt)	Elevación de Tensión original	original	Activa	Reactiva original	Total original	Reactiva aplicada	reactiva mejorada	mejorada	Total mejorado	de carga liberada en el transformador	en la línea L-125 (kW)	en la línea L-309 (kW)	en el transformador (kW)	mejorada en el secundario (Volt)
0.896	0.98	800	95.8%	107.07%	2,442.8	6.21%	175.33	667.00	331.10	744.60	289.44	41.66	160.30	668.30	7.44%	1.24	0.0847	0.866	48.03

**Tabla 4.25 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N° 2 nivel 2125**

### Conclusiones

- ◆ El motor trabaja con exceso de carga a un porcentaje de 107.07 %. Aunque la corriente nominal del motor es 190 Amperios y la corriente medida sea 175.33 Amperios.
- ◆ La tensión de trabajo del motor es 2442.8 V (106.2 % de la tensión nominal). La tensión de trabajo si se implementara el banco de condensadores, sería 2490.85 V que es 108.29% de la tensión nominal lo que estaría dentro del valor recomendado.
- ◆ La potencia del banco de condensadores calculada tiene las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo: Fijo  
 Potencia Total: 300 kVAR  
 Tensión: 2300 V  
 Trabajo a una altitud: 4300 (m.s.n.m)

### Recomendaciones

- ◆ Controlar la carga del motor y efectuar mediciones al motor.
- ◆ Instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.896 a 0.98. Esta aplicación reduce la corriente absorbida de la red de 175.33 Amperios

a 160.3 Amperios y debido a eso se reducen las pérdidas en energía eléctrica como se pueden ver en la tabla 4.26

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 2 del NV 2125	2.47	16,926.95	300.00	2,052,000.00

**Tabla 4.26 Reducción de pérdidas eléctricas**

### K-1 Motor bomba N° 3 nivel 2125

#### Compensación Capacitiva

F.P	F.P	Potencia		Porcentaje	Tensión	%	Corriente	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Corriente	Potencia	Porcentaje	Pérdidas	Pérdidas	Pérdidas	Tensión
original	mejorado	Nominal	Eficiencia	de carga	(Volt)	Elevación de Tensión	original	Activa	Reactiva original	Total original	Reactiva aplicada	reactiva mejorada	mejorada	Total mejorado	de carga liberada en el transformador	en la línea L <sub>1</sub>	en la línea L <sub>2</sub>	en el transformador	mejorada en el secundario
original	mejorado	(HP)		del motor		original	original	kW	kVAR	kVA	kVAR	kVAR	mejorada	kVA	As	127 (kW)	309 (kW)	1.540	(Volt)
0.825	0.98	800	95.8%	99.28%	2,448.2	6.44%	175.63	618.50	422.90	749.30	386.66	37.35	147.85	619.63	13.74%	2.20	0.1610	1.540	63.98

**Tabla 4.27 Resumen de los resultados del análisis del motor bomba N° 3 nivel 2125**

#### Conclusiones

- ◆ El motor todavía no está sobrecargado pues su porcentaje de carga es 99.28%. La corriente nominal del motor es 190 Amperios y la corriente medida es 175.63 Amperios.
- ◆ La tensión de trabajo del motor está dentro del rango permitido: la tensión medida es 2448.2 V (106.44 % de la tensión nominal). La tensión de trabajo si se implementara el banco de condensadores sería 2490.85 V (108.29% de la tensión nominal) y es menor que el porcentaje recomendado (110%).
- ◆ La potencia del banco de condensadores a ser instalado en paralelo con el motor deberá tener las siguientes especificaciones

Descripción:

Tipo:	Fijo
Potencia Total:	400 kVAR
Tensión:	2300 V
Trabajo a una altitud:	4300 (m.s.n.m)

## Recomendaciones

- ◆ El motor debe estar incluido en un programa de control donde pueda efectuarse mediciones y de esta manera realizar cambios o mejoras cuando el funcionamiento lo requiera.
- ◆ Instalar banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.825 a 0.98. Esta aplicación reduce la corriente absorbida de la red de 175.63 a 147.85 y por lo tanto se reducen las pérdidas en energía eléctrica que se pueden ver en la tabla 4.28

Mejoras	Reducción de pérdidas eléctricas			
	kW/mes	kWh/año	kVAR/mes	kVARh/año
Instalación de un banco de condensadores en paralelo con el motor de la bomba N° 3 del NV 2125	4.40	30,075.48	400.00	2,736,000.00

**Tabla 4.28 Reducción de pérdidas eléctricas**

## 4.3 Análisis de las mediciones del motor de la bomba N° 6 - Concentradora

### 4.3.1 Datos nominales del motor

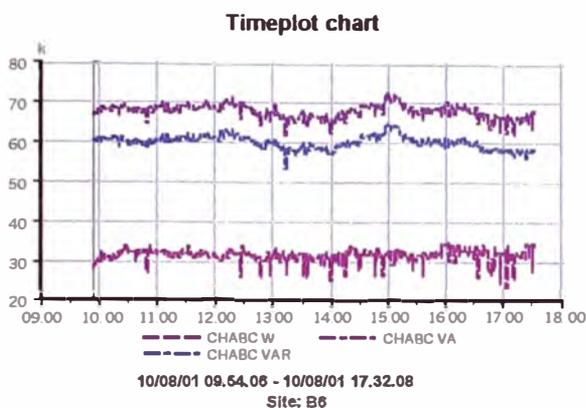
Los datos de placa del motor de la bomba N° 6 se muestran en la tabla 4.29

Datos de Placa : Motor Asíncrono	
N° Reparaciones:	4
Marca:	Delcrosa
P(HP):	75
P(kW):	55.95
V(V):	440
RPM:	1185
Hz:	60
IN(A):	91
n%:	92%

**Tabla 4.29 Datos de placa del motor**

### 4.3.2 Reporte de la medición

En la figura 4.3 se muestra el gráfico de las de potencias activa, reactiva y total en el periodo de medición



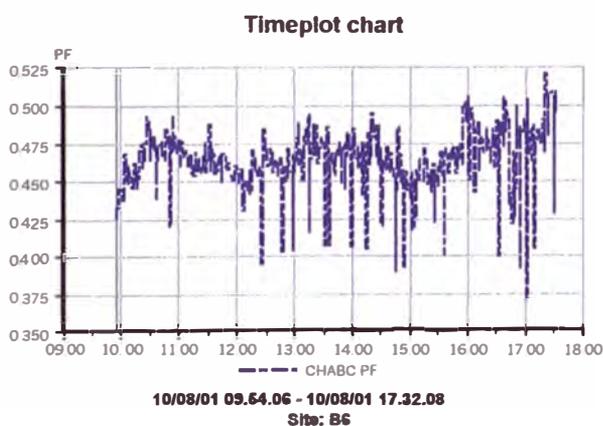
**Figura 4.3 Registro gráfico de las potencias**

CHABCW: Potencia Activa Total Consumida (KW)

CHABCVA : Potencia Total Consumida (KVA)

CHABCVAR : Potencia Reactiva Total Consumida (KVAR)

En la figura 4.4 se muestra el registro gráfico del factor de potencia en el periodo de medición



**Figura 4.4 Registro gráfico del factor de potencia**

En el cuadro 4.3 se muestra el registro tabulado de un punto de medición con factor de potencia de 0.289, con todos los parámetros medidos.

Event waveform/detail  
Timed event at 10/08/01 17.21.02,000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	233.4	226.4	378.9	0.5	288.3
I	81.0	81.1	86.5	6.6	248.6
kW	1.5	15.8	17.1	0.0	34.4
kVA	18.9	18.3	32.8	0.0	65.9
kVAR	18.8	9.4	28.0	0.0	56.2
PF	0.079	0.858	0.522	0.534	0.521
VTHD	1.10	1.06	0.79	0.00	
ITHD	3.49	3.65	3.61	0.00	
V H3	0.6	0.8	0.4	0.0	
I H3	1.2	1.0	0.4	0.0	
TDF	1.2	1.2	1.2	0.0	
Demand	0.8	15.4	16.3	0.0	32.5 (kW)
Energy	1.0	83.9	87.0	0.0	171.9 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.1				
UNBAL	35.5				

**Cuadro 4.3 Registro tabulado de los parámetros**

En la tabla 4.30 se muestra los parámetros de medición que van a ser utilizados para el análisis de medición:

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 6		
Potencia Total (kVA)	65.9		
Potencia Activa (kW)	34.4		
Potencia Reactiva (kVAR)	56.2		
Va (A):	449.4	Ia (A):	81.0
Vb (A):	449.5	Ib (A):	81.1
Vc (A):	449.5	Ic (A):	86.5
F.P.:	0.521	Frecuencia (Hz):	60.1

**Tabla 4.30 Cartilla de mediciones**

### 4.3.3 Análisis de la medición

Se calcula el porcentaje de carga del motor, reemplazando los datos en la fórmula 4.1

#### Porcentaje de carga

$$\% \text{ de Carga} = \frac{P_m \text{ (kW)} \times \text{eficiencia}}{\text{HPplaca} \times 0.746 \text{ kW/HP}} \times 100 \% \quad \dots(4.1)$$

P<sub>m</sub> : potencia medida

$$\% \text{ de Carga} = \frac{34.4 \text{ kW} \times 91.5 \%}{75 \text{ H.P.} \times 0.746 \text{ kW/HP}} = 56.26 \%$$

La diferencia de tensión con la que se encuentra trabajando el motor, se calcula reemplazando el valor de la tensión medida y la tensión nominal, en la fórmula 4.2

#### Diferencia de tensión

$$\text{Diferencia de tensión} = \left[ \left( \frac{V_m}{V_{\text{placa}}} \right) - 1 \right] \times 100\% \quad \dots(4.2)$$

$V_m$  : voltaje medido

$$\text{Diferencia de tensión} = \left[ \left( \frac{449.47}{440.0} \right) - 1 \right] \times 100\% = 2.15 \%$$

La eficiencia ajustada es la eficiencia nominal menos la disminución por rebobinado y se calcula reemplazando los datos en la fórmula 4.3

#### Eficiencia ajustada

$$\eta_{\text{ajustada}} = \eta_{\text{original}} - x \quad \dots(4.3)$$

$x$  : disminución por rebobinado

$$\eta_{\text{ajustada}} = 91.5 \% - 2 * 3.77 \% = 83.96 \%$$

La potencia útil es calculada reemplazando las mediciones en la fórmula 4.4

#### Potencia útil entregada en el eje

$$P_{\text{útil}} (\text{kW}) = \text{Potencia medida (kW)} \times \eta_{\text{ajustada}} \quad \dots(4.4)$$

$$P_{\text{útil}} (\text{kW}) = 34.4 (\text{kW}) \times 83.96\% = 28.88 \text{ kW}$$

#### 4.3.4 Alternativa: Motores eléctricos eficientes

##### 4.3.4.1 Cálculo del motor eléctrico eficiente

La potencia útil o potencia entregada en el eje del motor se calculará reemplazando los valores requeridos en la fórmula (4.5).

Potencia entregada en el eje del motor

$$P_{\text{mecánica}} (\text{H.P.}) = \frac{\text{Potencia útil (kW)}}{0.746} \quad \dots(4.5)$$

$$P_{\text{mecánica}} (\text{H.P.}) = \frac{28.88}{0.746} = 38.71$$

La capacidad del motor de alta eficiencia se ha calculado reemplazando la potencia mecánica en la fórmula 4.6

Motor de alta eficiencia adecuado

$$P(\text{H.P.}) = \frac{P_{\text{mecánica}}(\text{H.P.})}{75\%} \quad \dots(4.6)$$

$$P(\text{H.P.}) = \frac{38.71}{75\%} = 51.61$$

Potencia del nuevo motor = 60 H.P.

$$\% \text{Carga} = \frac{P_{\text{mecánica}} (\text{H.P.})}{\text{Potencia del nuevo motor}}$$

$$\% \text{Carga} = \frac{38.71}{60} = 64.52 \%$$

##### 4.3.4.2 Cálculo de la potencia ahorrada

La potencia ahorrada por usar un motor eficiente se calcula utilizando la fórmula (4.7).

Potencia ahorrada por usar motor de alta eficiencia

$$P_{\text{ahorrada}} = P_m (\text{KW}) - P(\text{H.P.}) \times 0.746 \text{ kW/H.P.} \times \% \text{Carga} \times (1/\eta_{\text{nueva}}) \quad \dots(4.7)$$

$$P_{\text{ahorrada}} = 34.4 \text{ (KW)} - 60 \text{ (H.P.)} \times 0.746 \text{ kW/H.P.} \times 64.52\% \times (1/94.5)$$

$$P_{\text{ahorrada}} = 3.84 \text{ KW}$$

### 4.3.5 Resumen del análisis de las mediciones

#### A.2 Motor de la Bomba N° 6

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje (kW)	n %	Potencia Activa medida (kW)	Potencia Reactiva medida (kVAR)	Potencia Total original (kVA)	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida (A)	Corriente reactiva medida (A)	Corriente Total medida (A)	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustado	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
75	55.95	91.5%	34.40	56.20	69.50	449.47	43.50	70.52	82.86	0.626	66.26%	2.16%	82.94%	28.88	38.72	60.00	64.6%	94.60%	3.87

Tabla 4.31 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 6

### 4.3.6 Conclusiones

- ♦ El motor se encuentra trabajando con un bajo factor de potencia de 0.525, siendo su porcentaje de carga 56.26%, para un porcentaje de carga de 50% el factor de potencia no debe ser menor a 0.7.
- ♦ Estos valores nos comprueban que hay un exceso en el consumo de energía reactiva con respecto a la potencia activa que son; potencia reactiva de 56.2 kVAR y potencia activa de 34.4 kW porque el motor ha sufrido pérdidas de sus propiedades magnéticas (Después de cuatro rebobinadas).
- ♦ Existe un incremento de corriente; La corriente reactiva es 70.52 Amperios y 43.5 Amperios de corriente activa lo que hace una corriente total de 82.86 Amperios este incremento de corriente genera pérdidas de 3.87 kW
- ♦ Se ha efectuado cálculos de la potencia del motor de alta eficiencia que reemplazaría al motor en funcionamiento y las especificaciones son:

Motor de la bomba N° 6  
Potencia: 60 H.P.  
Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94,6 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ El motor de menor capacidad mejoraría el porcentaje de carga y también el factor de potencia
- ♦ Las pérdidas reducidas ó potencia ahorrada por cambiar el motor se muestran en la tabla 4.32

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 6	3.869	33,428.95

**Tabla 4.32 Reducción de pérdidas eléctricas**

#### 4.3.7 Recomendaciones

- ♦ Se recomienda el cambio del motor, se reducirían las pérdidas.
- ♦ Efectuar mediciones mas detalladas. Que el motor este consumiendo una corriente elevada no significa que este trabajando a plena carga, como hemos visto en las mediciones la corriente reactiva ocupa un gran porcentaje de la corriente total y el porcentaje de carga es menor al 50%.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Realizar mantenimiento y limpieza de motores.

#### 4.4 Análisis de las mediciones de los motores de concentradora

En el análisis de las mediciones del motor de la bomba N° 6, se ha detallado claramente los cálculos efectuados, de la misma manera se realizaran los cálculos para los motores siguientes:

- A. Motor de la bomba N° 8
- B. Motor de la bomba N° 10
- C. Motor de la bomba N° 12
- D. Motor de la bomba N° 13
- E. Motor de la bomba N° 14
- F. Motor de la bomba N° 16
- G. Motor de la bomba N° 44
- H. Motor de la bomba N° 51
- I. Motor de la bomba N° 61
- J. Motor de la bomba N° 62
- K. Motor de la bomba N° 66
- L. Motor de la bomba N° 68
- M. Motor de la bomba N° 73
- N. Motor de la bomba N° 81
- O. Motor de la bomba N° 86
- P. Motor de la bomba N° 95
- Q. Motor Spencer
- R. Motor Nash N° 2
- S. Motor Nash N° 3

#### 4.4.1 Resumen del análisis de mediciones – Conclusiones y recomendaciones

En esta parte se incluye los resúmenes de los análisis, comentarios y recomendaciones de cada motor.

##### A. Motor de la bomba N° 8

Potencia Nominal (HP)	Potencia en eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original KVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medida	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ % ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	$\eta$ % nueva	Potencia ahorrada (kW)
75	55.95	91.5%	36.70	38.00	52.90	449.47	44.62	46.29	64.3	0.694	60.02%	2.16%	91.60%	33.68	46.01	60.00	76.0%	94.90%	1.31

**Tabla 4.33 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 8**

#### Conclusiones

- ♦ El motor se encuentra trabajando con bajo factor de potencia de 0.694, siendo su porcentaje de carga 60.02%, aunque según las normas para motores al 50% de carga el factor de potencia no debe ser menor a 0.75.
- ♦ El porcentaje de carga no es tan bajo, el problema de este motor es que ha perdido eficiencia, por esta razón la potencia reactiva (38 kVAR) es mayor a la potencia activa (36.7 kW).
- ♦ La corriente total se eleva a 64,3 Amperios, debido a que la corriente reactiva se hace mayor esto limita la corriente activa que es la corriente que es utilizada para la potencia útil.
- ♦ Si se cambiara el motor por otro de alta eficiencia se obtendría las reducciones de pérdidas mostradas en la tabla 4.34.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 8	1.315	11,360.37

**Tabla 4.34 Reducción de pérdidas eléctricas**

- ♦ Las especificaciones del motor de alta eficiencia son:

Motor de la bomba N° 8

Potencia: 60 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 94,6 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

### Recomendaciones

- ♦ Se recomienda el cambio del motor.
- ♦ Efectuar mediciones continuas detalladas, que permitan conocer el funcionamiento del motor.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Realizar mantenimiento y limpieza de motores.

### B. Motor de la bomba N° 10

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ % ajustada	Potencia Útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	% nueva	Potencia ahorrada (kW)
220	164.12	93.0%	86.30	126.40	153.10	449.47	108.21	158.43	191.86	0.564	48.90%	2.16%	93.00%	80.26	107.69	160.00	71.7%	95.80%	2.622

**Tabla 4.35 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 10**

### Conclusiones

- ♦ El motor esta funcionando con bajo porcentaje de carga 48.9 %

- ♦ La potencia reactiva es 126.4 kVAR mucho mayor que la potencia activa que es 86.3 kW, debido a que el motor trabaja a bajo porcentaje de carga.
- ♦ El motor trabaja con un bajo factor de potencia
- ♦ Se limita el funcionamiento del motor, por que la corriente total se eleva a 191.86 Amperios, debido a que la corriente reactiva (158.43 Amperios) es mayor que la corriente activa (108.21 Amperios)
- ♦ Si se cambiara el motor por otro de alta eficiencia se obtendría un ahorro de 1.31 kW en el funcionamiento, en la tabla 4.36 se pueden ver las reducciones de pérdidas

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 10	2.522	21,793.00

**Tabla 4.36 Reducción de pérdidas eléctricas**

- ♦ Las especificaciones del motor de alta eficiencia son:

Motor de la bomba N° 10  
 Potencia: 150 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: C  
 Eficiencia: 95.8 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

### **Recomendaciones**

- ♦ Se recomienda el cambio del motor por uno de menor capacidad, porque con el motor actual solo se esta trabajando a un porcentaje de 48.9%.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.

- ♦ Mantenimiento y limpieza de motores. Efectuar mediciones mas detalladas, que me permitan conocer el estado real del motor.

### C. Motor de la bomba N° 12

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ % ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	$\eta$ % nueva	Potencia ahorrada (kW)
250	186.50	93.0%	119.60	70.10	136.60	449.47	144.66	84.69	167.63	0.863	59.64%	2.15%	93.00%	111.23	149.10	200.00	74.5%	95.80%	3.496

**Tabla 4.37 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 12**

#### Conclusiones

- ♦ El motor se encuentra trabajando con un buen factor de potencia (0.863) para el porcentaje de carga (59.64%).
- ♦ La potencia reactiva 70.10 kVAR es menor que la potencia activa 119.6 kW. Lo que me indica que las características del diseño del motor no se han alterado.
- ♦ Aunque no haya perdido eficiencia, se ha calculado la potencia del motor de alta eficiencia que trabajaría de mejor manera. Además se pueden reducir pérdidas, el la tabla 4.38 se muestra las posibles reducciones de pérdidas

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia kW	Energía kWh/año
	Cambiar el motor de la Bomba N° 12	3.496

**Tabla 4.38 Reducción de pérdidas eléctricas**

- ♦ Especificaciones del motor de alta eficiencia

Motor de la bomba N° 12

Potencia: 200 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: B  
 Eficiencia: 95.8 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

### Recomendaciones

- ♦ Cambiar el motor por otro de menor capacidad pero de mayor eficiencia.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Es recomendable un buen mantenimiento

### D. Motor de la bomba N° 13

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustado	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
250	186.50	93.5%	147.30	118.40	189.00	449.47	178.57	143.73	229.23	0.779	73.86%	2.16%	93.60%	137.73	184.62	260.00	73.8%	95.80%	3.636

Tabla 4.40 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 13

### Conclusiones

- ♦ En el motor de la bomba 13, el factor de potencia todavía está en un valor considerable (0.779) y su porcentaje de carga es 73.85%, aunque para un porcentaje de carga de 75% el factor de potencia debería ser 0.85.
- ♦ La potencia activa 147.3 kW es mayor que la potencia reactiva 118.4 kVAR, son valores aceptables.
- ♦ Si se cambiara por un motor de alta eficiencia debería ser de la misma capacidad y debe las especificaciones siguientes:

Motor de la bomba N° 13  
 Potencia: 250 H.P.  
 Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 95.8 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Con el motor nuevo de alta eficiencia se lograrían reducir las pérdidas como se muestran en la tabla 4.40

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 13	3,506	30,551.04

**Tabla 4.40 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ No se recomienda cambiar el motor por ahora, por que se encuentra trabajando de forma normal.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Es recomendable un buen mantenimiento

### E. Motor de la bomba N° 14

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n%	Potencia (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
300	223.80	94.1%	140.80	127.20	189.00	449.47	180.31	162.91	243	0.742	59.20%	2.16%	94.10%	132.49	177.60	250.00	71.0%	95.80%	2.499

**Tabla 4.41 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 14**

### Conclusiones

- ♦ El factor de potencia depende de la carga aplicada al motor, como se puede observar en la tabla 4.41 si el porcentaje de carga es 59.2% que es bajo, el factor de potencia también lo es.

- ♦ La eficiencia del motor esta todavía dentro del rango normado, pues el consumo de la potencia activa (140.8 kW) es mayor que la potencia reactiva (127.2 kVAR),
- ♦ Si se cambiara por un motor de alta eficiencia, el motor debería tener las especificaciones siguientes:

Motor de la bomba N° 14  
 Potencia: 250 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: C  
 Eficiencia: 95.8 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ La reducción de pérdidas que se obtendrían al cambiar el motor se muestran en la tabla 4.42

Mejora	Reducción de perdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 14	2.499	21,591.36

**Tabla 4.42 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Se recomienda cambiar el motor por otro de menor capacidad, por que se encuentra trabajando a un porcentaje de carga bajo.
- ♦ Mantenimiento de motores.

### F. Motor de la bomba N° 16

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (KW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
150	111.90	92.0%	69.90	69.40	97.90	449.47	89.49	90.02	126.93	0.705	67.47%	2.15%	88.23%	61.67	82.67	125.00	66.1%	95.00%	4.981

**Tabla 4.43 Resumen los resultados del análisis del motor de la bomba N° 16**

## Conclusiones

- ◆ El valor del factor de potencia esta dentro del rango (0.705) para un porcentaje de carga del 57.47%. Para un porcentaje de carga de 50% el factor de potencia debería ser 0.759, esta muy cercano al valor medido.
- ◆ Como el motor ha sido rebobinado dos veces es inevitable el hecho haya perdido eficiencia
- ◆ La nueva potencia del motor de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:
- ◆ La reducción de pérdidas que se obtendrían se muestran en la tabla 4.44

Mejora	Reducción de perdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 16	4.981	43,035.84

**Tabla 4.44 Reducción de pérdidas eléctricas**

## Recomendaciones

- ◆ Se recomienda que el motor trabaje a un 75% de carga, una de las razones es que en ese punto de carga la eficiencia es mayor y el motor trabajaría mas eficientemente.
- ◆ Cambiando el motor por otro de menor capacidad, el porcentaje de carga aumenta
- ◆ Un buen mantenimiento.

### G. Motor de la bomba N° 44

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	Potencia n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustado	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
100	74.60	90.0%	27.40	32.60	49.70	449.47	47.77	41.62	63.36	0.754	46.12%	2.16%	89.00%	33.29	44.62	60	74.4%	94.60%	2.214

**Tabla 4.45 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 44**

#### Conclusiones

- ◆ El motor cumple con el valor del factor de potencia que debería tener cuando el motor esta funcionando a un 50% de carga. Cuando el porcentaje de carga es 45.12% el factor de potencia es 0.754.
- ◆ El motor ha sido rebobinado 2 veces pero según los parámetros analizados; el porcentaje perdido es mínimo y todavía se encuentra trabajando dentro de un buen rango de eficiencia, entonces el problema principal es el bajo porcentaje de carga.
- ◆ La nueva potencia del motor de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:
 

Motor de la bomba N° 44  
Potencia: 60 H.P.  
Tensión: 440 V  
TEFC  
Diseño: C  
Eficiencia: 94.6 %  
Altitud: 4300 m.s.n.m.
- ◆ La reducción de pérdidas que se obtendrían si se cambiara el motor se muestran en la tabla 4.46

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 44	3.273	28,278.72

**Tabla 4.46 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ◆ La carga debe ser incrementada o el motor debe ser cambiado por otro de menos capacidad.
- ◆ El motor debe trabajar a un porcentaje de carga de 75%, para que las pérdidas del motor sean mínimas
- ◆ Mantenimiento de motores.

### H. Motor de la bomba N° 51

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	$\eta$ nueva	Potencia ahorrada (kW)
200	149.20	94.0%	75.30	63.50	98.50	449.43	96.83	81.51	126.57	0.765	47.44%	2.14%	94.00%	70.78	94.88	125.00	75.0%	95.00%	0.793

**Tabla 4.47 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 51**

### Conclusiones

- ◆ El motor también cumple con el valor que debería tener el factor de potencia, cuando el motor está funcionando a un 50% del porcentaje de carga. El factor de potencia es 0.765 cuando el motor trabaja con 47.44%.
- ◆ La potencia activa es 75.3 kW y es mayor que la potencia reactiva 63.5 kVAR.

- ◆ Según los parámetros de potencia analizados y debido a que el motor no ha sido rebobinado, se puede considerar que el motor no ha perdido eficiencia.
- ◆ El problema es el bajo porcentaje de carga, debido a que el motor esta sobredimensionado.
- ◆ La nueva potencia del motor de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:

Motor de la bomba N° 51

Potencia: 125 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 95 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

La reducción de pérdidas que se obtendrían se muestra en la tabla

4.48

Mejora	Reducción de perdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 51	1.415	12,225.60

**Tabla 4.48 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ◆ Incrementar carga o cambiar el motor por otro de menos capacidad.
- ◆ El motor debe trabajar a un porcentaje de carga de 75%, para que las perdidas del motor sean mínimas
- ◆ Es importante un buen mantenimiento.

## I. Motor de la bomba N° 61

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ % ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	$\eta$ %	Potencia ahorrada (kW)
30	22.38	89.5%	16.90	13.20	21.50	449.40	21.30	16.59	27	0.789	67.58%	2.14%	81.96%	13.85	18.57	30.00	61.9%	93.00%	2.006

**Tabla 4.50 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 61**

### Conclusiones

- ◆ Después de haber rebobinado 4 veces el motor, es inevitable que las características del diseño del motor puedan haber variado.
- ◆ El factor de potencia (0.789) no es tan bajo para el porcentaje de carga que tiene (67.58%).
- ◆ Existe una elevación de tensión de 4.3% sobre la nominal, lo que no es malo siempre y cuando no sobrepase el 10%
- ◆ La nueva potencia del motor de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:

Motor de la bomba N° 61

Potencia: 30 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 93 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ◆ La reducción de pérdidas que se obtendrían usando un motor de alta eficiencia se muestran en la tabla 4.50

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 61	2.006	17,331.84

**Tabla 4.50 Reducción de pérdidas eléctricas**

## Recomendaciones

- ♦ Se recomienda cambiar el motor actual por otro de mayor eficiencia, por que se reducen las pérdidas.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y el se reducen las pérdidas.
- ♦ Un buen mantenimiento.

## J. Motor de la bomba N° 62

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecanica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
75	55.95	91.0%	42.30	32.50	53.40	449.46	55.51	42.65	70	0.793	68.80%	2.16%	83.46%	36.30	47.32	76.00	63.1%	95.00%	6.138

**Tabla 4.51 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 62**

## Conclusiones

- ♦ En el motor de la bomba N° 62 el factor de potencia es 0.793 con porcentaje de carga del 68.8 %, el valor está dentro del rango aceptable
- ♦ El motor ha sido rebobinado 4 veces y las características de diseño han variado.
- ♦ El motor trabaja con una elevación de tensión del 2.15 %, esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal)
- ♦ El beneficio del cambio por el motor de alta eficiencia es la disminución de las pérdidas por la transformación de energía, la reducción de pérdidas que se lograrían son mostradas en la tabla 4.52

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 62	5.138	44,392.32

**Tabla 4.52 Reducción de pérdidas eléctricas.**

- ♦ El motor de alta eficiencia debe tener las siguientes

especificaciones siguientes

Motor de la bomba N° 62

Potencia: 75 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 95 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

### Recomendaciones

- ♦ Se recomienda cambiar el motor por otro de mayor eficiencia
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, se reducen pérdidas
- ♦ Un buen mantenimiento.

### K. Motor de la bomba N° 66

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida (kW)	Potencia Reactiva medida (kVAR)	Potencia Total original (kVA)	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tension original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P. carga	% nueva	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
75	55.95	91.5%	42.30	32.80	54.50	458.93	57.24	43.23	71.73	0.798	69.18%	4.30%	83.96%	36.62	47.61	76.00	63.6%	95.00%	4.916

**Tabla 4.53 Resumen los resultados del análisis del motor de la bomba N° 66**

### Conclusiones

- ♦ En el motor de la bomba N° 66 el factor de potencia es 0.798 y con porcentaje de carga de 69.18 %, el valor es aceptable.
- ♦ El motor ha sido rebobinado 4 veces y ha perdido eficiencia.

- ♦ El motor tiene una elevación de 4.30 % de tensión, esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal)
- ♦ El motor de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:

Motor de la bomba N° 66

Potencia: 75 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 95 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Al cambiar el motor disminuyen las pérdidas por que la eficiencia del nuevo motor es mayor.
- ♦ La reducción de pérdidas que se obtendrían al cambiar el motor son mostradas en la tabla 4.54

Mejora	Reducción de perdidas electricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 66	4.916	33,625.44

**Tabla 4.54 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Cambiar el motor actual por otro motor de alta eficiencia pero de la misma capacidad (75 HP), el ahorro por potencia es 4.916 kW.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y también las pérdidas disminuyen
- ♦ Un buen mantenimiento.

### L. Motor de la bomba N° 68

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original KVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
30	22.38	89.5%	14.70	14.00	20.30	449.40	19.31	18.34	26.63	0.725	58.79%	2.14%	86.73%	12.60	16.89	26.00	67.6%	93.0%	1.149

**Tabla 4.55 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 68**

#### Conclusiones

- ♦ El porcentaje de carga del motor es bajo (58.79%).
- ♦ El motor tiene tres rebobinadas, la eficiencia ha disminuido.
- ♦ El factor de potencia también es bajo (0.725), nos indica que el motor esta consumiendo potencia activa y reactiva en un mismo porcentaje y de esta manera esta limitando el trabajo del motor
- ♦ El motor trabaja con una elevación de tensión del 4.30 % de la tensión nominal, esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal)
- ♦ El motor de alta eficiencia debe tener las siguientes

especificaciones:

Motor de la bomba N° 68

Potencia: 25 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 93 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Con el cambio por un motor nuevo de menor potencia (25 HP) pero de mayor eficiencia, se lograría disminuciones de las pérdidas de energía como se muestran en la tabla 4.56

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 68	1.447	9,897.48

**Tabla 4.56 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Se recomienda cambiar el motor por otro de mayor eficiencia y de menor capacidad como se detallan en las especificaciones.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y se reducen pérdidas.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, por que la eficiencia del motor es mayor cercano a ese valor.
- ♦ Un buen mantenimiento.

### M. Motor de la bomba N° 73

Referencia	Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida IVAR	Potencia Total original IVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ % ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	$\eta$ %	Potencia ahorrada (kW)
CASO A	36	26.86	89.5%	2.70	19.30	19.50	458.93	3.55	25.08	25.33	0.140	9.00%	4.30%	86.73%	2.31	3.10	35.00	12.4%	93.0%	0.211
CASO B	36	26.86	89.5%	20.20	21.50	29.50	458.93	26.40	28.16	38.6	0.684	67.32%	4.30%	86.73%	17.32	23.21	40.00	68.0%	94.5%	1.875
CASO C	36	26.86	89.5%	43.40	30.70	53.20	458.93	56.41	39.96	68.13	0.816	144.63%	4.30%	86.73%	37.21	49.88	75.00	66.6%	94.5%	4.028

**Tabla 4.57 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 73**

### Conclusiones

- ♦ De los tres casos analizados de la gráfica de potencias (ver Anexo D – Reporte de mediciones de los motores de concentradora), la carga es variable. El caso B es el más común y por lo tanto lo que trataremos.

- ♦ El factor de potencia es bajo (0.684) para el porcentaje de carga con el que trabaja (67.32 %) ya que para un porcentaje de carga de 50% el factor de potencia no debe ser menor a 0.75.
- ♦ La corriente reactiva (28.46 Amperios) limita a la corriente activa (26.4 Amperios) y es porque es mayor.
- ♦ El motor ha sido rebobinado 1 vez, pero ha perdido eficiencia esto se ve en el exceso del consumo de potencia reactiva
- ♦ El motor funciona con una elevación de 4.30 % de tensión y esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal)
- ♦ El motor de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:

Motor de la bomba N° 73

Potencia: 40 H.P.

Tensión: 440 V

f.s.: 1.5

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 94.5 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Con el motor nuevo se lograría disminuciones de pérdidas en potencia y energía como se muestran en la tabla 4.58.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 73	4.235	36,590.40

**Tabla 4.58 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Conocer a que se debe que la carga sea variable y solucionar el problema y luego volver a tomar mediciones

- ♦ Si no se logra controlar, se recomienda cambiar el motor por otro de mayor eficiencia como se detallan las especificaciones.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, por que la eficiencia del motor es mayor en ese intervalo
- ♦ Un buen mantenimiento.

#### N. Motor de la bomba N° 81

Potencia Nominal (H.P)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original KVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecanica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
75	55.95	91.5%	43.20	39.90	58.80	458.93	52.16	48.26	71.06	0.734	70.66%	4.30%	83.96%	36.27	48.62	76.00	64.8%	94.9%	4.980

**Tabla 4.59 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 81**

#### Conclusiones

- ♦ El factor de potencia es bajo (0.734) para un porcentaje de carga cercano al 75% (70.65%).
- ♦ El motor después de haber sido rebobinado 6 veces, ha perdido eficiencia.
- ♦ El motor tiene una elevación de 4.30 % de tensión, esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal)
- ♦ El motor de alta eficiencia debe tener las siguientes

especificaciones:

Motor de la bomba N° 81

Potencia: 75 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 94.9 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ◆ Por cambiar el motor se lograría reducir pérdidas como se muestran en la tabla 4.60

Mejora	Reducción de perdidas electricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambiar el motor de la Bomba N° 81	4.818	41,627.52

**Tabla 4.60 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ◆ Cambiar el motor, aunque el porcentaje de carga se vea afectado (disminuiría a 64.8%) pero por la ventaja que tiene el motor de alta eficiencia es de disminuir la potencia consumida en 4.98 kW
- ◆ Se recomienda un buen mantenimiento.

### O. Motor de la bomba N° 95

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida (kW)	Potencia Reactiva medida (kVAR)	Potencia Total original (kVA)	Voltaje (Veff)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustado	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
350	261.10	94.6%	147.30	118.40	189.00	458.93	178.65	143.80	229.33	0.779	63.37%	4.36%	90.83%	133.79	179.36	260.00	71.7%	95.8%	7.642

**Tabla 4.61 Resumen de los resultados del análisis del motor de la bomba N° 95**

### Conclusiones

- ◆ Es aceptable el factor de potencia de 0.779 para el porcentaje de carga de 53.37 %.

- ♦ Lo que no es recomendable es hacer trabajar a un motor con un porcentaje de carga bajo (53.37%) y que esto afecte al factor de potencia
- ♦ Con el cambio del motor actual por otro de menor potencia (250 HP) pero de alta eficiencia se conseguiría mejorar el factor de potencia y reducir la potencia consumida en 7.642 kW.
- ♦ El motor tiene una elevación de tensión de 4.30 %, esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal) para no causar daños al motor ni causar problemas al proceso.
- ♦ Las especificaciones del motor de alta eficiencia son las siguientes:

Motor de la bomba N° 95

Potencia: 250 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 95.8 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Por cambiar el motor se lograría reducir pérdidas como se muestran en la tabla 4.62

Mejora	Reducción de perdidas electricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Motor de la Bomba N° 95	7.642	52,271.28

**Tabla 4.62 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Cambiar el motor actual por otro motor de alta eficiencia de acuerdo a las especificaciones mostradas.

- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, por que la eficiencia del motor es mayor en ese intervalo
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Un buen mantenimiento.

## P. Motor Spencer

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
200	149.20	93.0%	179.50	83.60	198.10	449.50	237.42	110.24	261.76	0.907	111.89%	2.16%	93.00%	166.94	223.77	300.00	74.6%	95.8%	5.246

**Tabla 4.63 Resumen de los resultados del análisis del motor Spencer**

### Conclusiones

- ♦ El motor esta funcionando con un exceso de corriente: La corriente total medida es 261.76 Amperios y la corriente nominal están en el rango de 227 a 238 Amperios.
- ♦ El motor trabaja con sobre carga, la potencia activa medida es 179.50 kW es mayor que la potencia nominal (149.2 kW).
- ♦ El motor no ha perdido eficiencia, pero si le fuerza demasiado a trabajar, el exceso de corriente causa calentamiento en el motor lo que deteriora el aislamiento y puede producir fallas en el motor.
- ♦ El motor nuevo de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:

Motor Spencer

Potencia: 300 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: C

Eficiencia: 95.8 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Si se cambiara el motor se reducirían las pérdidas por funcionamiento en la tabla 4.64 se muestran dichas reducciones.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Motor SPENCER	5.246	35,882.64

**Tabla 4.64 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ El cambio debe ser por un motor de mayor potencia (300 HP), si el cambio es hecho por el motor de alta eficiencia, el ahorro por consumo de energía sería 5.246 kW.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, pero máximo hasta el 100%, excedernos de este valor es esforzar, ocasionar daños al motor y problemas al proceso.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%
- ♦ Un buen mantenimiento al motor.

### Q. Motor Nash N° 2

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ ajustada	Potencia útil (MW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	$\eta$ nueva	Potencia ahorrada (kW)
200	149.20	93.0%	126.30	74.40	146.60	449.50	164.52	96.75	190.86	0.862	70.73%	2.16%	92.00%	116.20	156.76	200	77.9%	95.8%	5.010

**Tabla 4.65 Resumen de los resultados del análisis del motor Nash N° 2**

## Conclusiones

- ♦ El motor después de haber sido rebobinado una vez ha perdido eficiencia, pero es mínima.
- ♦ El motor trabaja con un buen porcentaje de carga (78.73%) y a su vez con un factor de potencia bastante aceptable (0.862).
- ♦ El motor tiene una elevación de tensión de 2.16%, esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal)
- ♦ El motor nuevo de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:

especificaciones:

Motor Nash N° 2  
 Potencia: 300 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: C  
 Eficiencia: 95.8 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ En la tabla 4.66 se muestran las reducciones de pérdidas, que se obtendrían al cambiar el motor

Mejora	Reducción de pérdidas electricas	
	Potencia	Energia
	kW	kWh/año
Cambiar el motor NASH N° 2	3.691	31,890.24

**Tabla 4.66 Reducción de pérdidas eléctricas**

## Recomendaciones

- ♦ El motor por ahora no debe ser cambiado, por que esta funcionando dentro de los parámetros recomendados.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y el motor trabaja mas eficientemente.

- ♦ Se debe controlar la corriente, realizar mediciones para evitar sobre corrientes que puedan dañar al motor.
- ♦ El motor actual puede ser cambiado por el motor de alta eficiencia especificado si se quiere disminuir la potencia consumida en 5.01 kW
- ♦ Se recomienda un buen mantenimiento del motor

### R. Motor Nash N° 3

Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kW	Voltaje (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n%	Potencia mecánica útil (kW)	Potencia H.P.	Potencia del motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
220	164.12	93.0%	134.10	86.50	159.60	449.40	177.05	114.36	210.77	0.840	75.99%	2.14%	93.00%	124.71	167.18	250.00	66.9%	95.8%	3.919

**Tabla 4.67 Resumen de los resultados del análisis del motor Nash N° 3**

### Conclusiones

- ♦ El motor ha sido rebobinado una vez, ha perdido eficiencia pero un porcentaje mínimo de eficiencia, razón por la cual no se toma en cuenta para el ajuste de eficiencia.
- ♦ El motor esta funcionando con una corriente total de 210.77 Amperios que no excede la corriente nominal 227 Amperios.
- ♦ El motor trabaja con un buen porcentaje de carga 75.99 % y un aceptable factor de potencia.
- ♦ El motor tiene una elevación de tensión de 2.16%, esta dentro de lo permitido (menor a 10% de la tensión nominal) para no causar daños al motor.
- ♦ El motor nuevo de alta eficiencia debe tener las siguientes especificaciones:

Motor Nash N° 3  
 Potencia: 200 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: C  
 Eficiencia: 95.8 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Si se cambiara el motor se lograrían reducir las pérdidas eléctricas se muestran en la tabla 4.68

Mejora	Reducción de perdidas electricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Motor NASH N° 3	3.919	33,860.16

**Tabla 4.68 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ El motor por ahora no debe ser cambiado, por que esta funcionando con un buen porcentaje de carga y la pérdida de eficiencia es mínima.
- ♦ Se debe controlar la corriente, realizar mediciones para evitar sobre corrientes que puedan dañar al motor.
- ♦ El motor puede ser cambiado si se quiere disminuir la potencia consumida en 3.919 kW
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Un buen mantenimiento del motor

### 4.5 Análisis de las mediciones de los motores del proceso de flotación

Con los mismos procedimientos utilizados para el análisis del motor de la bomba N° 6 de concentradora, se procederá al análisis de los motores del proceso de flotación siguientes:

- A. Motores del banco Wenco
- B. Motores del banco Out Kumpo
- C. Motores del banco N° 1
- D. Motores del banco N° 5
- E. Motores del banco N° 9
- F. Motor del banco N° 10
- G. Motores del banco N° 11
- H. Motores del banco N° 12
- I. Motores del banco N° 13
- J. Motores del banco N° 15
- K. Motores del banco N° 17
- L. Motores del banco N° 18
- M. Motores del banco N° 19
- N. Motores del banco N° 20.
- O. Motores del banco N° 21

#### **4.5.1 Resumen del análisis de las mediciones – Comentarios y recomendaciones**

Se muestran los resúmenes de los análisis, comentarios y recomendaciones de cada motor.

### A. Motores del banco Wenco

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original KVA	Tensión (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	Eficiencia ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia H.P. mecánica	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
BW-1	30	40	22.38	89.5%	15.50	16.30	22.50	468.33	18.96	19.90	27.5	0.690	61.99%	6.44%	89.50%	13.87	18.60	25.00	74.4%	93.0%	0.583
BW-2	30	40	22.38	89.5%	13.80	13.20	19.00	467.40	16.63	15.89	23	0.723	55.19%	6.23%	81.96%	11.31	15.16	25.00	60.6%	93.0%	1.638
BW-3	30	40	22.38	89.5%	16.00	15.90	22.50	467.40	19.21	19.06	27.06	0.710	63.99%	6.23%	85.73%	13.72	18.39	25.00	79.9%	93.0%	1.251

**Tabla 4.69 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco Wenco**

### Conclusiones

- ♦ Las corrientes medidas de los motores del banco Wenco N° 1 - 2 y 3 son 23, 27.06, 27.5 Amperios son menores a las nominales, con respecto a eso no hay problemas
- ♦ Los factores de potencia son bajos 0.69, 0.723 y 0.710 .
- ♦ Las eficiencias de los motores han disminuido debido a las rebobinadas
- ♦ Los motores pueden ser cambiados por motores de menor potencia ya que son más eficientes y pueden disminuir las pérdidas, como se muestran en la tabla 4.70.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor Wenco N° 1	0.583	5,040.00
Cambio del motor Wenco N° 2	1.638	14,153.99
Cambio del motor Wenco N° 3	1.251	10,806.50

**Tabla 4.73 Reducción de pérdidas eléctricas**

- ♦ Las tensiones de trabajo de los motores tienen elevaciones de 6.44%, 6.23% y 6.23 % de la tensión nominal, están dentro de lo

permitido (menores a 10% de la tensión nominal) para no causar daños al motor.

- ♦ Especificaciones de los motores de alta eficiencia:

Motor del banco Wenco N° 1, 2 y 3

Potencia: 25 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 93 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

### Recomendaciones

- ♦ Cambiar los motores actuales de bajo rendimiento por motores eficientes, en el orden siguiente: Primero el motor del banco Wenco N° 2, segundo el motor del banco Wenco N° 3 y tercero el motor del banco Wenco N° 1
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, por que la eficiencia del motor es mayor en ese intervalo
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y el motor trabaja más eficientemente.
- ♦ Mantenimiento a los motores

### B. Motores del banco Out Kumpo

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tensión n (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	Eficiencia ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	$\eta$ % nueva	Potencia ahorrada (kW)
OK-2	30	40	22.38	89.5%	5.60	12.80	14.00	467.40	6.78	15.54	16.96	0.490	22.39%	6.23%	85.73%	4.90	6.44	26.00	26.7%	93.60%	0.471
OK-3	30	35.8	22.38	89.5%	16.00	15.90	22.50	467.40	16.33	16.20	23	0.710	63.99%	6.23%	85.73%	13.72	18.39	26.00	73.0%	93.60%	1.346

**Tabla 4.71 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco Out Kumpo**

## Conclusiones

- ♦ Los motores trabajan con corrientes de 16.96 y 23 Amperios son menores a las nominales y no se tiene problemas con a las corrientes.
- ♦ Las tensiones tienen elevaciones de 6.23 %, todavía están dentro de lo permitido (menores a 10%) para no causar daños al motor.
- ♦ El porcentaje de carga del motor Out Kumpo N° 2 es muy bajo (22.39%).
- ♦ El factor de potencia del motor del banco Out Kumpo N° 2 también es bajo.
- ♦ El factor de potencia y porcentaje de carga del motor del banco Out Kumpo N° 3 son valores aceptables, aunque la eficiencia ha disminuido después de haber sido rebobinado dos veces.
- ♦ Las especificaciones del motor de alta eficiencia en el caso de cambiarlo sería:

Motor del banco Out Kumpo N° 2

Potencia: 10 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 92 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco Out Kumpo N° 3

Potencia: 25 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 93 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Con los motores nuevos se lograrían reducir las pérdidas que se muestran en la tabla 4.72

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor Out Kumpo N° 2	0.471	4,068.18
Cambio del motor Out Kumpo N° 3	1.345	11,623.38

**Tabla 4.72 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Cambiar los motores por que han perdido eficiencia.
- ♦ Es recomendable trabajar con un porcentaje de carga del 75%l.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Mantenimiento a los motores

### C. Motores del banco N° 1

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	$\eta$ %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medida	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	$\eta$ % ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	$\eta$ % nueva	Potencia ahorrada (kW)
B1	36	40	26.86	90.0%	14.80	15.90	23.80	473.10	17.79	22.52	28.7	0.620	49.60%	7.52%	86.23%	12.76	17.11	25.00	60.4%	93.00%	1.077
B1-2	36	40	26.86	90.0%	24.90	19.50	31.70	477.00	29.81	23.29	37.83	0.788	83.49%	8.41%	86.23%	21.67	28.70	40.00	72.0%	94.50%	2.179

**Tabla 4.76 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 1**

### Conclusiones

- ♦ El motor del banco N° 1 trabaja con corrientes 28.7 Amperios, es menor al valor nominal.
- ♦ El motor del banco N° 1 - 2 trabaja con corrientes 37.83 Amperios, esta casi cerca al valor nominal, el motor debería cambiarse.
- ♦ Los motores trabajan con elevaciones de 7.52% y 8.41% de la tensión nominal, todavía están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal)

- ♦ La eficiencia ha disminuido, esto se puede comprobar porque el porcentaje carga para el Banco N° 1-2 es 83.45% y la corriente es casi la nominal, existen pérdidas que no permiten entregar al motor la potencia útil que debería entregar.
- ♦ El porcentaje de carga del motor del banco N° 1 es 49.6 % es bajo, desde luego esto afecta a que factor de potencia también lo sea.
- ♦ El motor del banco N° 1 puede ser cambiado por un motor de menor potencia ya que es mas eficiente y pueden disminuirse las pérdidas en el motor en 1.077 kW.
- ♦ El motor del banco N° 1-2 puede ser cambiado por un motor de mayor potencia, por que se requiere mas carga, las pérdidas que se puede disminuir en el motor son 2.179 kW.
- ♦ Las especificaciones del motor de alta eficiencia son:

**Motor del banco N° 1**

Potencia: 25 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 93 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

**Motor del banco N° 1-2**

Potencia: 40 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94.5 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ En la tabla 4.74 se muestran las reducciones de perdidas que se obtendrian con el cambio del motor.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco 1	1.077	9,308.53
Cambio del motor del banco 1 - 2	2.179	18,827.25

**Tabla 4.74 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- El motor del banco N° 1 - 2 debería cambiarse con mas urgencia que el motor del banco N° 1
- Es recomendable trabajar con porcentajes de carga cercanos al 75% pero menores al 100%
- Mantenimiento a los motores

### D. Motores del banco N° 5

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
B5-1	30	40	22.38	89.5%	21.51	16.80	27.30	471.96	26.19	20.46	33.23	0.788	86.03%	7.26%	85.73%	18.44	24.72	40.00	61.8%	94.6%	2.017
B5-2	30	40	22.38	89.5%	18.30	16.80	23.30	474.06	21.82	17.22	27.8	0.785	73.18%	7.74%	85.73%	16.69	21.03	30.00	70.1%	93.7%	1.567
B5-3	30	40	22.38	89.5%	26.20	19.70	32.80	471.46	31.76	23.99	39.8	0.798	104.78%	7.15%	85.73%	22.46	30.11	40.00	75.3%	94.6%	2.467
B5-4	30	40	22.38	89.5%	11.20	8.60	14.10	472.06	13.01	9.99	16.4	0.793	44.79%	7.29%	85.73%	9.60	12.87	20.00	64.4%	93.7%	0.963

**Tabla 4.75 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 5**

### Conclusiones

- El motor del banco N° 5 - 3 trabaja con una corriente cercana a la nominal; la corriente medida es 39.8 Amperios, siendo la corriente nominal 40 amperios. Este valor resulta preocupante, se debe tomar acciones antes de que se excedan las corrientes nominales y dañen al motor y causen problemas al proceso

- ♦ En los motores de los bancos N° 5 - 2 y 4 trabajan con corrientes de 27.8 y 16.4 Amperios respectivamente, menores a las nominales, no hay problemas con estos motores.
- ♦ El motor del banco N° 5 - 1 trabaja con una corriente de 33.2 Amperios la mas cercana a la nominal después del motor del banco N° 5 - 3
- ♦ Los motores funcionan con elevaciones de tensión de 7.15%, 7.26%, 7.29% y 7.74 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ♦ Especificaciones del motores de alta eficiencia en el caso de cambiarlo sería:

**Motor del banco N° 5 - 1 y 3**

**Potencia: 40 H.P.**

**Tensión: 440 V**

**TEFC**

**Diseño: B**

**Eficiencia: 94.6%**

**Altitud: 4300 m.s.n.m.**

**Motor del banco N° 5 - 2**

**Potencia: 30 H.P.**

**Tensión: 440 V**

**TEFC**

**Diseño: B**

**Eficiencia: 93.7%**

**Altitud: 4300 m.s.n.m.**

**Motor del banco N° 5 - 4**

**Potencia: 20 H.P.**

**Tensión: 440 V**

**TEFC**

**Diseño: B**

**Eficiencia: 94%**

**Altitud: 4300 m.s.n.m.**

- ♦ Las reducciones de pérdidas que se obtendrían con el cambio de motores se muestran en la tabla 4.76.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 5 -1	2.017	17,427.50
Cambio del motor del banco N° 5 -2	1.557	13,448.80
Cambio del motor del banco N° 5 -3	2.457	21,224.99
Cambio del motor del banco N° 5 -4	0.953	8,230.96

**Tabla 4.76 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ El motor del banco N° 5 -3 esta sobrecargado su porcentaje de carga es 104.78 % . Se debe cambiar el motor por otro de mayor capacidad. Las reducción de pérdidas serían 2.457 kW.
- ♦ El motor del banco N° 5 -1 debe ser controlado y ser cambiado después del motor del banco N° 5-3 por otro de mayor capacidad.
- ♦ El motor del banco N° 5 - 2 sería cambiado después del motor del banco N° 5 – 1 por otro de igual capacidad, su porcentaje de carga es 86.03%, las perdidas reducidas serían 1.557 kW.
- ♦ El motor del banco N° 5 - 4 sería cambiado finalmente por otro de menor capacidad, su porcentaje de carga es 44.79 %, las perdidas reducidas serían 0.953 kW.
- ♦ Mantenimiento a los motores

### E. Motores del banco N° 9

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volts)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustado	Potencia mecánica (kW)	H.P. H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
B9-1	24	26	17.90	88.0%	9.10	11.80	14.90	464.53	10.91	14.14	17.86	0.611	44.73%	5.58%	84.23%	7.66	10.27	15.00	68.5%	92.20%	0.787
B9-2	20	26	14.92	88.0%	9.80	10.80	14.60	469.36	11.85	12.95	17.56	0.675	57.80%	6.67%	88.00%	8.62	11.56	20.00	57.8%	92.20%	0.446
B9-3	20	28.50	14.92	88.0%	11.60	12.00	16.70	463.83	14.25	14.74	20.5	0.695	68.42%	5.42%	88.00%	10.21	13.68	20.00	68.4%	92.20%	0.528
B9-4	24	26.00	17.90	88.0%	11.70	15.50	19.40	470.46	14.17	18.75	23.5	0.603	57.51%	6.92%	88.46%	9.41	12.62	20.00	63.1%	92.20%	1.490
B9-5	20	26.00	14.92	88.0%	8.00	12.70	15.00	470.93	9.70	15.40	18.2	0.533	47.18%	7.03%	88.46%	6.44	8.63	15.00	57.5%	92.20%	1.019
B9-6	15	28.50	11.19	87.0%	7.14	14.30	16.10	456.33	9.23	17.81	20.06	0.460	55.51%	3.71%	83.23%	5.94	7.97	15.00	53.1%	92.20%	0.695

**Tabla 4.77 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 9**

#### Conclusiones

- ♦ Los motores del banco N° 9 - 3 , 4 y 6 tienen corrientes elevadas, muy cercanas a las corrientes nominales.
- ♦ Los motores de los bancos N° 9 - 1, 2 y 5 trabajan con corrientes de 17.86, 17.56 y 18.2 Amperios respectivamente, no hay problemas con estos motores.
- ♦ Las tensiones de trabajo de los motores tienen elevaciones desde 3.71% hasta 7.03 % de la tensión nominal y están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal)
- ♦ Los factores de potencia son muy bajos (0.46, 0.533, 0.603, 0.611, 0.675 y 0.695), también lo son los porcentajes de carga (44.73% y 47.18%).
- ♦ Los motores del banco N° 9 – 1, 4, 5 y 6 han perdido eficiencia .
- ♦ Las especificaciones de los motores de alta eficiencia son:

Motor del banco N° 9 - 1, 2, 3, 4, 5 y 6

Potencia: 20 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 92.2 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 9 - 1	0.787	6,796.46
Cambio del motor del banco N° 9 - 2	0.446	3,857.08
Cambio del motor del banco N° 9 - 3	0.528	4,565.52
Cambio del motor del banco N° 9 - 4	1.490	12,871.73
Cambio del motor del banco N° 9 - 5	1.019	8,801.18
Cambio del motor del banco N° 9 - 6	0.695	6,001.69

**Tabla 4.78 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Los motores del banco N° 9 - 3 , 4 y 6 deben ser cambiados con mayor urgencia.
- ♦ Se deben controlar el funcionamiento de los motores para que no ocurran sobre corrientes que dañen al motor y se produzcan problemas en el proceso.
- ♦ Un buen mantenimiento a los motores

### F. Motor del banco N° 10

Motor	Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
B10	60	44.76	91.0%	24.30	25.00	34.90	470.43	29.53	30.29	42.3	0.698	49.00%	6.92%	91.00%	22.11	29.64	40.00	74.1%	94.5%	0.900

**Tabla 4.79 Resumen de los resultados del análisis del motor del banco N° 10**

### Conclusiones

- ♦ El motor del banco N° 10 esta trabajando con bajo porcentaje de carga 49.4 % y bajo factor de potencia 0.698.

- ♦ El motor ha sido rebobinado una vez las características de diseño han cambiado, esto significa que el motor ha perdido eficiencia.
- ♦ La tensión de trabajo del motor tiene un elevación de tensión de 6.92 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal)
- ♦ Las especificaciones del motor de alta eficiencia en el caso de cambiarlo sería:

Motor del banco N° 10

Potencia: 40 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94.5 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Las reducciones de pérdidas que se obtendrían al cambiar el motor se muestran en la tabla 4.80

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 10	0.900	7776.000

**Tabla 4.80 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ El motor trabaja con bajo porcentaje de carga, es preferible cambiar por otro motor de menor potencia.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje a un porcentaje del 75% o más cercano a ese valor.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Un buen mantenimiento.

### G. Motores del banco N° 11

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	FP medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia H.P. mecánica	Potencia del nuevo motor H.P. carga	% nueva	n %	Potencia ahorrada (kW)
B11-1	20	20.50	14.92	87.0%	11.80	11.40	16.30	465.93	14.40	13.92	20.03	0.718	68.81%	5.89%	83.23%	9.82	13.17	20.00	66.8%	92.2%	1.148
B11-2	20	20.50	14.92	87.0%	10.80	15.40	18.80	467.73	13.19	18.72	22.9	0.576	62.98%	6.30%	83.23%	8.99	12.06	20.00	60.2%	92.2%	1.051
B11-3	20	20.50	14.92	87.0%	10.10	15.60	18.60	472.33	12.17	18.92	22.5	0.541	68.89%	7.35%	83.23%	8.41	11.27	20.00	56.3%	92.2%	0.983
B11-4	24	27.50	17.90	88.0%	9.50	14.00	16.90	464.70	15.70	23.22	28.03	0.560	46.63%	5.61%	84.23%	8.00	10.73	20.00	53.6%	92.2%	0.821
B11-5	24	27.50	17.90	88.0%	12.70	11.20	17.00	468.50	15.42	13.51	20.5	0.752	62.42%	6.48%	84.23%	10.70	14.34	20.00	71.7%	92.2%	1.099
B11-6	15	20.50	11.19	87.0%	5.20	7.50	9.10	469.26	5.97	9.28	11.03	0.541	40.43%	6.65%	83.23%	4.33	5.80	15.00	38.7%	92.0%	0.496

**Tabla 4.81 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 11**

#### Conclusiones

- ♦ Los motores del banco N° 11 - 2, 3 y 4 tienen corrientes elevadas, sobrepasan las nominales: La corriente del banco N° 11-2 es 22.9 Amperios (corriente nominal 20.5 Amperios), la corriente del banco N° 11-3 es 22.5 Amperios (corriente nominal 20.5 amperios), la corriente del banco N° 11-4 es 28.03 (corriente nominal 27.5 amperios).
- ♦ El motor del banco N° 11 - 1 tiene la corriente muy cercana a la nominal y tiene que ser controlada.
- ♦ Los motores del banco N° 11 - 5 y 6 trabajan con corrientes de 20.5 y 11.03 Amperios respectivamente, no hay problemas con estos motores.
- ♦ Los motores trabajan con elevaciones de tensión desde 5.61% hasta 7.35 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ♦ El factor de potencia promedio total del banco N° 11 es muy bajo 0.62.

- ♦ Las especificaciones de los motores de alta eficiencia en el caso de cambiarlos serían:

Motor del banco N° 11 - 1, 2, 3, 4 y 5

Potencia: 20 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 92.2 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 11 - 6

Potencia: 15 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 92 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Las reducciones de pérdidas que se obtendrían con los cambios de motores serían (ver tabla 4.82):

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 11 - 1	1.148	9918.757
Cambio del motor del banco N° 11 - 2	1.051	9078.185
Cambio del motor del banco N° 11 - 3	0.983	8489.784
Cambio del motor del banco N° 11 - 4	0.821	7095.202
Cambio del motor del banco N° 11 - 5	1.098	9485.164
Cambio del motor del banco N° 11 - 6	0.496	4282.810

**Tabla 4.82 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Los motores del banco N° 11 - 2, 3 y 4 deben ser cambiados en el menor plazo posible.
- ♦ Seguir un control del motor del banco N° 11 - 1 y debe ser cambiado después de los motores del banco N° 11 - 2, 3 y 4.

- ♦ Es recomendable trabajar con sobre tensiones menores al 10%. Porque la corriente disminuye y el motor trabaja mas eficientemente.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, por que la eficiencia del motor es mayor en ese intervalo
- ♦ Un buen mantenimiento

### H. Motores del banco N° 12

Motor	Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida a kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volt)	Corriente e activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia a ahorrad a (kW)
B12-1	60	44.76	91.0%	22.00	25.38	33.59	475.89	26.37	30.42	40.26	0.655	44.73%	8.16%	91.00%	20.02	26.84	40.00	67.1%	94.5%	0.815
B12-2	60	44.76	91.0%	26.04	28.87	38.88	466.66	26.06	40.51	48.17	0.541	52.94%	6.06%	91.00%	23.70	31.76	60.00	52.9%	94.6%	0.991

**Tabla 4.83 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 12**

### Conclusiones

- ♦ El motor del banco N° 12 - 2 ha perdido mas sus propiedades magnéticas que el motor del banco N° 12 - 1, por que tiene un factor de potencia mas bajo (0.541) aunque el porcentaje de carga sea mayor (52.94%)
- ♦ Los motores se encuentran sobredimensionados, esa es la razón por la cual los motores trabajan a porcentajes de carga tan bajos.
- ♦ Los motores funcionan con sobre tensiones de 6.06% y 8.16 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ♦ Especificaciones de los motores de alta eficiencia:

Motor del banco N° 12 - 1

Potencia: 40 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94.5 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 12 - 2

Potencia: 60 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94.6 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

♦ Cambiando el motor del banco 12 -2 no se logra mejorar el porcentaje de carga.

♦ Las reducciones de perdidas que se obtendrían al cambiar los motores de muestran en la tabla 4.84

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 12 - 1	0.815	7040.000
Cambio del motor del banco N° 12 - 2	0.991	8561.820

**Tabla 4.84 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Para mejorar el porcentaje de carga, cambiar el motor del banco N° 12 - 1 por otro de menor capacidad, pero de mayor eficiencia.
- ♦ Revisar el banco N° 12, si los motores se encuentran trabajando en un mismo banco y los requerimientos son diferentes, quizá exista algún problema que genere esa diferencia.
- ♦ Todavía no se recomienda cambiar el motor del banco 12 – 2.

- ♦ Se recomienda trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y también las pérdidas.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, por que la eficiencia del motor es mayor en ese intervalo
- ♦ Un buen mantenimiento

### I. Motores del banco N° 13

Motor	Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original KVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
B13-2	40	29.84	90.0%	23.70	21.40	31.90	471.03	29.02	26.14	39.06	0.743	71.48%	7.05%	90.00%	21.33	28.59	40.00	71.5%	94.50%	1.129
B13-3	40	29.84	90.0%	15.60	17.70	23.60	470.17	18.34	22.43	28.97	0.633	47.05%	2.21%	90.00%	14.04	18.82	30.00	62.7%	93.70%	0.616

**Tabla 4.85 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 13**

### Conclusiones

- ♦ El motor del banco N° 13 - 2 esta trabajando de manera adecuada aunque con un factor de potencia 0.743 bajo para el porcentaje de carga del 71.48%.
- ♦ El motor del banco N° 13 - 3 esta trabajando con un factor de potencia 0.743 aceptable para el porcentaje de carga 47.05%. Pero el porcentaje de carga debe ser mejorado.
- ♦ Las tensiones de trabajo de los motores tienen un elevación de tensión de 2.21 y 7.05 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ♦ Las especificaciones de los motores en el caso de cambiarlos serian:

Motor del banco N° 13 - 2

Potencia: 40 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94.5 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 13 - 3

Potencia: 30 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 93.7 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Al cambiar los motores se lograría mejorar los porcentajes de carga y reducir pérdidas como se muestran en tabla 4.86

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 13 - 2	1.129	9750.857
Cambio del motor del banco N° 13 - 3	0.616	5322.314

**Tabla 4.86 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Cambiar el motor del banco N° 13 - 3, tendría que ser un motor de la menor capacidad pero de mayor eficiencia como se muestra especificado.
- ♦ Todavía no es necesario cambiar al motor del banco N° 13 - 2.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje con un porcentaje de carga cercano al 75%, por que la eficiencia del motor es mayor en ese intervalo.

- Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y el motor trabaja mas eficientemente.
- Un buen mantenimiento.

## J. Motores del banco N° 15

Motor	Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original KVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (KW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n% nueva	Potencia ahorrada (KW)
B15-2	40	29.84	90.0%	17.50	18.30	25.30	478.57	21.28	22.26	30.8	0.691	62.78%	8.77%	90.00%	16.76	21.11	30.00	70.6%	94.10%	0.762
B15-3	40	29.84	90.0%	15.70	16.40	22.70	470.17	19.19	20.02	27.73	0.692	47.36%	2.21%	90.00%	14.13	18.94	26.00	76.8%	93.00%	0.606

**Tabla 4.87 Resumen de los resultados del análisis de los motores del banco N° 15**

### Conclusiones

- El motor del banco N° 15 - 2 esta trabajando con un factor de potencia bajo 0.691 y un porcentaje de carga 52.78% por que el factor de potencia para el porcentaje de carga del 50% debe ser por lo menos 0.75.
- El motor del banco N° 13 - 3 esta trabajando con un factor de potencia bajo 0.692 y un porcentaje de carga 47.35%.
- Los motores trabajan con elevaciones de tensión del 2.21% y 8.77% de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- Las especificaciones de los motores de alta eficiencia en el caso de cambiarlos serían:

Motor del banco N° 15 - 2  
 Potencia: 30 H.P.  
 Tensión: 440 V

TEFC  
 Diseño: B  
 Eficiencia: 93.7 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 15 - 3  
 Potencia: 25 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: B  
 Eficiencia: 93 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Al cambiar los motores se lograría reducir pérdidas para cada motor como se muestran en la tabla 4.88.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 15 - 2	0.762	6587.885
Cambio del motor del banco N° 15 - 3	0.506	4375.742

**Tabla 4.88 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

- ♦ Cambiar el motor del banco N° 15 - 2 por otro motor de menor capacidad ( 30 HP) pero de alta eficiencia como se muestra en las especificaciones.
- ♦ Cambiar el motor del banco N° 15 - 3 por otro motor de menor capacidad ( 25 HP) pero de alta eficiencia como se muestra en las especificaciones.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y el motor trabaja mas eficientemente.
- ♦ Un buen mantenimiento.

## K. Motores del banco N° 17

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tensión (Volts)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P.	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia Útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
B17-1	24	27.50	17.90	88.0%	8.40	10.20	13.20	466.23	10.30	12.50	16.2	0.636	41.29%	5.96%	80.46%	6.76	9.06	16.00	60.4%	92.0%	1.064
B17-2	24	27.50	17.90	88.0%	4.70	10.30	11.40	470.60	5.93	13.01	14.3	0.415	23.10%	6.95%	84.23%	3.96	6.31	16.00	36.4%	92.0%	0.397
B17-3	15	20.50	11.19	88.0%	6.40	13.40	14.90	463.83	7.89	16.62	18.4	0.429	60.33%	5.42%	84.23%	6.39	7.23	16.00	48.2%	92.0%	0.641
B17-4	20	20.50	14.92	89.0%	8.30	16.50	18.50	463.43	10.26	20.47	22.9	0.448	49.51%	5.33%	85.23%	7.07	9.48	16.00	63.2%	92.0%	0.611
B17-5	20	20.50	14.92	88.0%	8.40	12.80	15.30	459.63	10.41	15.89	19	0.548	49.54%	4.46%	80.46%	6.76	9.06	16.00	60.4%	92.0%	1.064
B17-6	20	20.50	14.92	88.0%	6.40	13.40	14.90	463.83	7.89	16.62	18.4	0.429	37.76%	5.42%	84.23%	6.39	7.23	16.00	48.2%	92.0%	0.641

**Tabla 4.89 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 17**

### Conclusiones

- ♦ El motor del banco N° 17 - 4 esta trabajando con un factor de potencia muy bajo 0.448 y un porcentaje de carga 49.50%. Según las normas de rendimiento de motores para un motor de 20 HP y a 50% de carga el factor de potencia debe ser mayor a 0.7
- ♦ La corriente del motor del banco N° 17 - 4 ha sobrepasado la corriente nominal.
- ♦ Los motores del banco N° 17 - 3, 5 y 6 están trabajando con una corriente cercana a la nominal. Para el motor del banco N° 17 - 3 la corriente medida es 18.4 Amperios y la corriente nominal es 20.5 Amperios, para el motor del banco N° 17 - 5 la corriente medida es 19 Amperios y la corriente nominal es 20.5 Amperios, para el motor del banco N° 17 - 6 la corriente medida es 18.4 Amperios y la corriente nominal es 20.5 Amperios.
- ♦ Los motores del banco N° 17 - 1 y 2 están trabajando con corrientes con un mayor margen de seguridad, pero es necesario controlar el funcionamiento.

♦ Las tensiones de trabajo de los motores tienen elevaciones de tensión de 4.46%, 5.33%, 5.42%, 5.96% y 8.77 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).

♦ Especificaciones de los motores de alta eficiencia para el cambio:

Motores del banco N° 17-1, 2, 3, 4, 5 y 6

Potencia: 15 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 92 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

♦ Las eficiencias de los motores actuales han disminuido y si se llegaran a cambiar por motores de alta eficiencia se obtendrían las reducciones de perdidas mostradas en la tabla 4.90

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 17 - 1	1.054	9103.555
Cambio del motor del banco N° 17 - 2	0.397	3429.610
Cambio del motor del banco N° 17 - 3	0.541	4670.108
Cambio del motor del banco N° 17 - 4	0.611	5277.068
Cambio del motor del banco N° 17 - 5	1.054	9103.555
Cambio del motor del banco N° 17 - 6	0.541	4670.108

**Tabla 4.90 Reducción de pérdidas eléctricas**

### Recomendaciones

♦ Es necesario cambiar el motor del banco N° 17 - 4 por otro motor, lo recomendable es cambiarlo por otro motor de alta eficiencia como se detalla en las especificaciones

- ♦ Los motores del banco N° 17 - 3, 5 y 6 deben ser controlados para evitar sobre corrientes, daños al equipo y paradas intempestivas.
- ♦ No permitir que los motores trabajen con sobre tensiones mayores a 10% de la tensión nominal.
- ♦ Un buen mantenimiento.

### L. Motores del banco N° 18

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida KVAR	Potencia Total original KVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión nominal	n%	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor HP	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
B18-1	24	26.0	17.90	89.0%	8.00	15.50	17.40	466.70	9.90	19.05	21.47	0.461	39.77%	6.07%	85.23%	6.82	9.14	16.00	60.9%	92.00%	0.589
B18-2	24	26.0	17.90	89.0%	4.90	14.30	15.20	469.63	6.06	17.65	18.66	0.325	24.36%	6.73%	85.23%	4.18	6.60	16.00	37.3%	92.00%	0.361
B18-3	24	26.0	17.90	89.0%	8.40	13.20	15.60	465.33	10.34	16.29	19.3	0.536	41.76%	5.76%	85.23%	7.16	9.60	16.00	64.0%	92.00%	0.618
B18-4	20	20.5	14.92	88.0%	8.80	8.70	12.40	468.73	10.54	10.43	14.83	0.711	51.90%	6.53%	84.23%	7.41	9.94	16.00	66.2%	92.00%	0.743
B18-5	20	20.5	14.92	88.0%	5.60	10.40	11.80	466.13	6.90	12.79	14.53	0.475	33.03%	5.94%	84.23%	4.72	6.32	16.00	42.2%	92.00%	0.473
B18-5	15	20.5	11.19	88.3%	6.50	8.20	10.50	471.33	7.80	9.77	12.5	0.624	51.29%	7.12%	84.53%	5.49	7.37	16.00	49.1%	92.00%	0.528

**Tabla 4.91 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 18**

### Conclusiones

- ♦ Los motores del banco N° 18 - 1,2,3 y 5 tienen bajos factores de potencia (0.461, 0.325, 0.536 y 0.475) y bajos porcentaje de carga (39.77%, 24.36%, 41.76% y 33.03%).
- ♦ Las eficiencias de los motores del banco N° 18 han disminuido, por que los motores han sido rebobinados.
- ♦ Las tensiones de trabajo de los motores tienen un elevación de tensión de 5.76%, 5.94%, 6.07%, 6.53%, 6.73% y 7.12 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ♦ Especificaciones de los motores de alta eficiencia para el cambio:

Motor del banco N° 18 - 1, 2, 3, 4, 5 y 6

Potencia: 15 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 92 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ♦ Con los cambios de los motores se obtendrían las siguientes disminuciones de pérdidas, ver tabla 4.92.

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 18 - 1	0.589	5086.330
Cambio del motor del banco N° 18 - 2	0.361	3115.377
Cambio del motor del banco N° 18 - 3	0.618	5340.647
Cambio del motor del banco N° 18 - 4	0.743	6421.398
Cambio del motor del banco N° 18 - 5	0.473	4086.344
Cambio del motor del banco N° 18 - 6	0.528	4559.948

**Tabla 4.92 Reducción de pérdidas eléctricas**

- ♦ Además con los cambios de los motores los porcentajes de carga mejorarían al igual que los factores de potencia.

### **Recomendaciones**

- ♦ Se recomienda empezar el cambio por el motor del banco N° 18 - 1, seguidamente con los motores del banco N° 18 - 3, 4 y 6, finalmente los motores del banco N° 18 - 5 y 2.
- ♦ Es recomendable que el motor trabaje a un porcentaje del 75% o más cercano a ese valor.
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y el motor trabaja mas eficientemente.
- ♦ Un buen mantenimiento

## M. Motores del banco N° 19

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volts)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n%	Potencia ahorrada (kW)
B19-1	20	20.50	14.92	88.0%	6.10	13.70	15.00	463.53	7.67	17.16	18.8	0.408	35.90%	5.35%	88.00%	6.37	7.20	15.00	48.0%	91.70%	0.246
B19-2	20	20.50	14.92	88.0%	5.60	14.20	15.30	465.56	6.83	17.48	18.77	0.364	33.03%	5.81%	88.00%	4.93	6.61	15.00	44.0%	91.70%	0.226
B19-3	15	20.50	11.19	88.3%	9.30	8.20	12.40	464.26	11.20	9.82	14.9	0.752	73.39%	5.51%	84.90%	7.86	10.54	15.00	70.3%	92.00%	0.756
B19-4	20	20.50	14.92	88.0%	11.60	13.50	17.80	469.80	14.21	16.44	21.73	0.654	68.42%	6.77%	80.46%	9.33	12.51	20.00	62.6%	92.20%	1.177
B19-6	15	20.50	11.19	88.3%	13.90	10.20	17.30	470.17	16.44	12.03	20.37	0.807	109.68%	6.86%	84.53%	11.75	15.75	25.00	63.0%	93.00%	1.266

**Tabla 4.93 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 19**

### Conclusiones

- ♦ Los motores consumen reducida potencia activa, pero mayor potencia reactiva lo que incrementa la corriente total y limita el funcionamiento del motor. De todo esto resulta una deficiencia en la entrega de potencia en el eje (Potencia útil).
- ♦ El exceso en el consumo de potencia reactiva y corrientes totales altas son debido a que el motor ha perdido eficiencia.
- ♦ Los motores del banco N° 19 - 4 y 6 están trabajando con corrientes mayores a la nominal, no deben seguir funcionando de esa forma.
- ♦ El motor del banco N° 19 - 3 están trabajando con corrientes menores a la nominal, puede seguir funcionando aunque con baja eficiencia.
- ♦ Las motores trabajan con elevaciones de tensión de 5.35%, 5.51%, 5.81%, 6.77% y 6.86 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ♦ Especificaciones de los motores en el caso de cambiarlos serían:  
Motor del banco N° 19-1, 2 y 3

Potencia: 15 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: B  
 Eficiencia: 92 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 19- 4  
 Potencia: 20 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: B  
 Eficiencia: 92.2 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 19- 6  
 Potencia: 25 H.P.  
 Tensión: 440 V  
 TEFC  
 Diseño: B  
 Eficiencia: 93 %  
 Altitud: 4300 m.s.n.m.

♦ Las eficiencias de los motores actuales han disminuido y si se llegaran a cambiar por motores de alta eficiencia se obtendrían las reducciones de pérdidas mostradas en la tabla 4.94

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 19 - 1	0.246	2126.552
Cambio del motor del banco N° 19 - 2	0.226	1952.244
Cambio del motor del banco N° 19 - 3	0.755	6524.233
Cambio del motor del banco N° 19 - 4	1.477	12761.711
Cambio del motor del banco N° 19 - 6	1.266	10937.775

**Tabla 4.94 Reducción de pérdidas eléctricas**

## Recomendaciones

- ♦ Los motores del banco N° 19 - 4 y 6 necesitan ser cambiados en el menor plazo posible y sus respectivos ahorros serían: 1.477 y 1.266 kW
- ♦ Los motores del banco N° 19 - 1 y 2 deben ser controlados y cambiados después de los motores de los bancos N° 19 - 4 y 6 .
- ♦ Trabajar con sobre tensiones menores al 10%.
- ♦ Un buen mantenimiento

## N. Motores del banco N° 20

Motor	Potencia Nominal (HP)	Corriente nominal	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tension (Volt)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
B20-1	20	27.00	14.92	88.0%	5.30	11.10	12.20	464.46	6.58	13.81	15.3	0.430	31.26%	5.56%	80.46%	4.26	6.72	10.00	67.2%	92.0%	0.666
B20-2	20	26.00	14.92	88.0%	4.00	11.50	12.20	472.50	4.91	14.10	14.93	0.329	23.69%	7.39%	80.46%	3.22	4.31	10.00	43.1%	92.0%	0.602
B20-3	20	20.50	14.92	88.0%	4.10	10.40	11.20	470.50	4.93	12.46	13.4	0.368	24.18%	6.93%	80.46%	3.30	4.42	10.00	44.2%	92.0%	0.514
B20-4	20	26.00	14.92	89.0%	6.60	8.30	10.60	474.43	7.84	9.77	12.53	0.626	39.37%	7.82%	81.46%	6.38	7.21	10.00	72.1%	92.0%	0.766
B20-5	20	26.00	14.92	89.0%	5.20	12.00	13.10	470.97	6.40	14.66	16	0.400	31.02%	7.04%	81.46%	4.24	6.68	10.00	66.8%	92.0%	0.696
B20-6	15	20.50	11.19	88.3%	5.00	7.90	9.40	468.83	6.10	9.55	11.33	0.538	39.46%	6.55%	88.30%	4.42	6.92	10.00	69.2%	92.0%	0.201

Tabla 4.95 Resumen de los resultados del análisis del motores del banco N° 20

## Conclusiones

- ♦ Los motores consumen mayor cantidad de potencia reactiva y desde luego mayor corriente reactiva, esto incrementa el consumo de corriente total.
- ♦ Casi todos los motores tienen de 3 a 4 rebobinadas y han perdido eficiencia.

- ◆ Los motores tienen bajos factores de potencia (0.329, 0.368, 0.4, 0.43, 0.538 y 0.626) y porcentajes de carga desde 24.18% hasta 39.49%, también bajos.
- ◆ Los motores funcionan con elevaciones de tensión de 5.35%, 5.51%, 5.81%, 6.77% y 6.86 % de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ◆ Se ha calculado las nuevas potencias necesarias de motores eficientes, para el cálculo se ha utilizado la eficiencia ajustada, que es la eficiencia nominal menos las pérdidas.
- ◆ Especificaciones de los motores de alta eficiencia en el caso de cambiarlos serían:

Motor del banco N° 20 - 1, 2, 3, 4, 5 y 6

Potencia: 10 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 92.2 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ◆ Las reducciones de pérdidas que se obtendrían al cambiar los motores se muestran en la tabla 4.96

Mejora	Reducción de pérdidas eléctricas	
	Potencia	Energía
	kW	kWh/año
Cambio del motor del banco N° 20 - 1	0.665	5743.910
Cambio del motor del banco N° 20 - 2	0.502	4335.026
Cambio del motor del banco N° 20 - 3	0.514	4443.402
Cambio del motor del banco N° 20 - 4	0.756	6532.967
Cambio del motor del banco N° 20 - 5	0.596	5147.186
Cambio del motor del banco N° 20 - 6	0.201	1737.391

**Tabla 4.96 Reducción de pérdidas eléctricas**

## Recomendaciones

- ◆ Se recomienda cambiar los motores en el orden siguiente: Primero el motor del banco N° 20 - 2 , segundo el motor del banco N° 20 - 3, tercero el motor del banco N° 20 - 5, cuarto el motor del banco N° 20 - 1, quinto el motor del banco N° 20 - 4 y por último el motor del banco N° 20 - 6.
- ◆ Mejorar el factor de potencia porque el incremento de potencia reactiva incrementa la corriente total y aumentan las pérdidas por distribución de energía.
- ◆ Es recomendable trabajar con sobre tensiones menores al 10%, porque la corriente disminuye y el motor trabaja mas eficientemente.
- ◆ Un buen mantenimiento

## O. Motores del banco N° 21

Motor	Potencia Nominal (HP)	Potencia en el eje en kW	n %	Potencia Activa medida a kW	Potencia Reactiva medida kVAR	Potencia Total original kVA	Tensión n (Volts)	Corriente activa medida	Corriente reactiva medida	Corriente Total medida	F.P. medido	Porcentaje de carga del motor	% Elevación de Tensión original	n% ajustada	Potencia útil (kW)	Potencia mecánica a H.P.	Potencia del nuevo motor H.P.	% carga nueva	n% nueva	Potencia ahorrada (kW)
B21-1	30	22.38	89.5%	34.10	23.90	41.60	483.17	40.57	28.42	49.53	0.819	136.37%	9.81%	89.50%	30.52	40.91	60.00	68.2%	94.5%	1.804
B21-2	40	29.84	90.0%	23.60	19.70	30.80	474.13	29.16	24.32	37.97	0.768	71.18%	7.76%	90.00%	21.24	28.47	40.00	71.2%	94.1%	1.028
B21-3	40	29.84	90.0%	17.00	16.10	23.40	476.47	20.64	19.61	28.47	0.725	51.27%	8.29%	90.00%	15.30	20.51	30.00	68.4%	93.0%	0.548

**Tabla 4.97 Resumen de los resultados del análisis de los motores del banco N°21**

## Conclusiones

- ◆ El motor del banco N° 21- 1, esta sobrecargado por que se encuentra trabajando con un porcentaje de carga 136.37%,

- ◆ Los motores del banco N° 21 - 2 y 3 tienen factores de potencia y porcentajes de carga que todavía están dentro del rango permitido.
- ◆ Los motores trabajan a elevaciones de tensión de 7.76%, 8.29% y 9.81% de la tensión nominal, están dentro de lo permitido (menores a 10% de la tensión nominal).
- ◆ Con los nuevos motores calculados de alta eficiencia se lograrían mejorar los porcentajes de carga.
- ◆ Las especificaciones de los motores en el caso de cambiarlos serían:

Motor del banco N° 21 - 1

Potencia: 60 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94.6 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 21 - 2

Potencia: 40 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 94.5 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

Motor del banco N° 21 - 3

Potencia: 30 H.P.

Tensión: 440 V

TEFC

Diseño: B

Eficiencia: 93.7 %

Altitud: 4300 m.s.n.m.

- ◆ Al cambiar los motores se reducirían pérdidas que se muestra en la tabla 4.98

## **CAPITULO V**

### **EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO**

#### **5.1 Elementos para la evaluación**

Los elementos utilizados para calcular los indicadores económicos; valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y costo beneficio (B/C) son los siguientes:

- a. Inversión Inicial ( $I_0$ )
- b. Flujo de beneficios totales anuales en el periodo “t” ( $FB_t$ )
- c. Costos en el periodo t ( $C_t$ )
- d. Tasa de interés ( $i$ )
- e. Número de periodos (n)

Para cada motor en particular analizado se calculará el flujo de beneficios por reducción de potencia y energía, la respectiva Inversión inicial, el periodo de recuperación de la inversión inicial a través de los flujos de beneficios generados, los resultados de los cálculos de beneficios mostrados en las tablas resúmenes del programa Excel para una mejor comprensión.

### 5.1.1 Cálculo de beneficios de las alternativas de solución

A continuación se presentan las fórmulas utilizadas para el cálculo de Beneficios por potencia eléctrica activa y energía eléctrica activa y reactiva

#### A.1 Beneficios generados por la reducción de potencia activa eléctrica en el periodo de un año ( $B_{PA}$ )

$$\text{Reducción de potencia eléctrica activa (kW-mes/año)} = \left[ \text{Pérdidas en las líneas (kW)} + \text{Pérdidas en el transformador (kW)} \right] \times 12 \text{ (mes/año)} \quad \dots (5.1)$$

$$\text{Beneficios en \$/año por reducción de potencia eléctrica activa} = \frac{\text{Reducción de potencia eléctrica activa (kW-mes/año)}}{\text{potencia eléctrica activa}} \times 6.35 \text{ \$/kW-mes} \quad \dots (5.2)$$

#### A.2 Beneficios generados por la reducción de energía activa eléctrica en el periodo de un año ( $B_{EA}$ )

$$\text{Reducción de energía eléctrica activa (kWh/año)} = \left[ \text{Pérdidas en las líneas (kW)} + \text{Pérdidas en el transformador (kW)} \right] \times 12 \text{ (mes/año)} \times \text{horas de funcionamiento (Horas/mes)} \quad \dots (5.3)$$

$$\text{Beneficios en \$/año por reducción de energía eléctrica activa} = \frac{\text{Reducción de energía eléctrica activa (kWh/año)}}{\text{energía eléctrica activa}} \times 0.0231 \text{ \$/kWh-mes} \quad \dots (5.4)$$

#### A.3 Beneficios generados por la reducción de energía reactiva eléctrica en el periodo de un año ( $B_{ER}$ )

$$\text{Reducción de energía eléctrica reactiva capacitiva (kVAR/año)} = \frac{\text{Reducción de potencia eléctrica reactiva capacitiva aplicada}}{\text{energía eléctrica reactiva capacitiva}} \times 12 \text{ (mes/año)} \times \text{horas de funcionamiento (Horas/mes)} \quad \dots (5.5)$$

$$\text{Beneficios en \$/año por reducción de energía eléctrica reactiva capacitiva} = \frac{\text{Reducción de energía eléctrica reactiva capacitiva}}{\text{energía eléctrica reactiva capacitiva}} \times 0.005 \text{ \$/kVARh} \quad \dots (5.6)$$

#### 5.1.1.1 Cálculo de beneficios de los motores del proceso de chancado y bombas mina

Se realizaran los cálculos detallados para determinar los beneficios de las mejoras del motor de la chancadora tajo y los demás beneficios de los motores serán calculados utilizando hojas de cálculo, bajo el mismo criterio.

### Cálculo de beneficios del motor chancadora tajo

#### A.1 Beneficios generados por la reducción de potencia activa eléctrica en el periodo de un año ( $B_{PA}$ )

- a. Para calcular la reducción de potencia eléctrica activa se utilizaran los valores de los resultados del análisis del motor de chancadora tajo que se muestran en la tabla 4.6 (Capítulo IV), reemplazando los valores en la fórmula 5.1, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Reducción de potencia eléctrica activa (kW/año)} = \left| 0.0342 \text{ kW} + 0.572 \text{ kW} \right| \times 12 \text{ (meses)}$$

$$\text{Reducción de potencia eléctrica activa (kW/año)} = 7.278 \text{ kW/año}$$

- b. Para calcular el beneficio por reducción de potencia activa se utiliza la fórmula 5.2 y el dato de la estructura tarifaria mostrada en la tabla 2.1 (capítulo 2)

$$\text{Beneficios en \$/año por reducción de potencia eléctrica activa} = 7.28 \text{ (kW/año)} \times 6.35 \text{ \$/kW} = 46.21 \text{ \$/año}$$

#### A.2 Beneficios generados por la reducción de energía activa eléctrica en el periodo de un año ( $B_{EA}$ )

- a. Para calcular la reducción de energía eléctrica activa se reemplaza los valores requeridos de la tabla 4.6 en la fórmula 5.3

$$\text{Reducción de energía eléctrica activa (kWh/año)} = \left| 0.0342 \text{ kW} + 0.572 \text{ kW} \right| \times \frac{12}{\text{(mes/año)}} \times \frac{19 \text{ (hora/día)} \times 30 \text{ (día/mes)}}{30 \text{ (día/mes)}}$$

$$\text{Reducción de energía eléctrica activa (kWh/año)} = 49778.87 \text{ kWh/año}$$

- b. Para calcular el beneficio por reducción de energía activa se utiliza la formula 5.4 y el precio por potencia activa mostrada en la estructura tarifaria de la tabla 2.1 (capitulo 2)

$$\begin{array}{l} \text{Beneficios en \$/año por reducción de la} \\ \text{energía eléctrica activa} \end{array} = 49778.87 \text{ kWh/año} \times \begin{array}{l} 0.0231 \\ \text{\$/kWh} \end{array} = 1149.89 \text{ \$/año}$$

### A.3 Beneficios generados por la reducción de energía reactiva eléctrica en el periodo de un año ( $B_{ER}$ )

- a. Para calcular la reducción de energía eléctrica reactiva se reemplaza el valor de la potencia reactiva aplicada que se encuentra en la tabla 4.6 en la formula 5.5

$$\begin{array}{l} \text{Reducción de energía eléctrica} \\ \text{reactiva (kVAR/año)} \end{array} = \begin{array}{l} 100 \\ \text{(kVAR)} \end{array} \times \begin{array}{l} 12 \\ \text{(mes/año)} \end{array} \times \begin{array}{l} 19 \text{ (hora/día)} \times \\ 30 \text{ (día/mes)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Reducción de energía eléctrica} \\ \text{reactiva (kVARh/año)} \end{array} = 684000 \text{ kVARh/año}$$

- b. Para calcular el beneficio por reducción de potencia reactiva se utiliza la formula 5.6, el precio por energía reactiva capacitiva esta mostrada en la estructura tarifaria de la tabla 2.1 (capitulo 2)

$$\begin{array}{l} \text{Beneficios en \$/año por reducción de la} \\ \text{energía eléctrica activa} \end{array} = 684000 \text{ kVARh/año} \times \begin{array}{l} 0.005 \\ \text{\$/kVARh} \end{array} = 3420.0 \text{ \$/año}$$

### 5.1.1.2 Resumen de los beneficios de los motores del proceso de chancado y bombas mina

A continuación se muestra los beneficios por potencia y energía que se obtendría por instalar banco de condensadores, mostrándose finalmente el flujo de beneficios totales anuales que resulta ser la sumatoria de todos los beneficios.

Mejoras	Beneficios en \$ / año			Flujo de Beneficios
	Por potencia activa	Por energía activa	Por energía reactiva	Totales Anuales (FBt)
Instalar Banco de Condensadores en el motor de la Chacadora tajo	\$46.21	\$95.82	\$3,420.00	\$3,562.037
Instalar Banco de Condensadores en el Motor de la Faja N° 1 - Tajo	\$17.28	\$35.82	\$3,420.00	\$3,473.102
Instalar Banco de Condensadores en el Motor Chacadora Primaria	\$4.79	\$9.94	\$5,130.00	\$5,144.730
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 800	\$243.60	\$505.12	\$15,390.00	\$16,138.715
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 1600	\$223.83	\$464.11	\$13,680.00	\$14,367.938
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 1200	\$197.71	\$409.96	\$10,260.00	\$10,867.676
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 1200	\$113.44	\$235.23	\$11,970.00	\$12,318.671
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 3 - NV 1200	\$76.80	\$159.24	\$10,260.00	\$10,496.035
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 4 - NV 1200	\$74.82	\$155.13	\$10,260.00	\$10,489.951
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 2125	\$225.98	\$468.59	\$11,970.00	\$12,664.571
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 2125	\$166.69	\$345.64	\$10,260.00	\$10,772.327
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 3 - NV 2125	\$296.74	\$615.31	\$13,680.00	\$14,592.057

**Tabla 5.1 Resumen de los beneficios anuales de los motores del proceso de chancado y bombas mina**

### 5.1.1.3 Resumen de los beneficios de los motores de concentradora

En la tabla 5.2 se muestran los beneficios por potencia y energía activa que se obtendrían por efectuar cambios de motores estándares por eficientes, en la última columna se muestra el flujo de beneficios totales anuales que es la suma de los beneficios por año.

Mejoras	Beneficios en \$ / año		Flujo de Beneficios Totales Anuales (FBt)
	Por potencia activa	Por energía activa	
Cambio del motor de la Bomba N° 6	\$294.825	\$866.924	\$1,161.75
Cambio del motor de la Bomba N° 8	\$100.192	\$294.612	\$394.80
Cambio del motor de la Bomba N° 10	\$192.202	\$565.165	\$757.37
Cambio del motor de la Bomba N° 12	\$266.366	\$783.242	\$1,049.61
Cambio del motor de la Bomba N° 13	\$269.476	\$792.387	\$1,061.86
Cambio del motor de la Bomba N° 14	\$190.389	\$559.833	\$750.22
Cambio del motor de la Bomba N° 16	\$379.575	\$1,116.129	\$1,495.70
Cambio del motor de la Bomba N° 44	\$168.703	\$496.067	\$664.77
Cambio del motor de la Bomba N° 51	\$107.823	\$317.051	\$424.87
Cambio del motor de la Bomba N° 61	\$152.872	\$449.516	\$602.39
Cambio del motor de la Bomba N° 62	\$391.541	\$1,151.316	\$1,542.86
Cambio del motor de la Bomba N° 66	\$374.577	\$1,101.433	\$1,476.01
Cambio del motor de la Bomba N° 68	\$87.564	\$257.478	\$345.04
Cambio del motor de la Bomba N° 73	\$142.848	\$420.041	\$562.89
Cambio del motor de la Bomba N° 81	\$379.481	\$1,115.853	\$1,495.33
Cambio del motor de la Bomba N° 86	\$315.247	\$926.974	\$1,242.22
Cambio del motor de la Bomba N° 95	\$582.302	\$1,712.244	\$2,294.55
Cambio del motor SPENCER	\$399.772	\$1,175.517	\$1,575.29
Cambio del motor NASH N° 2	\$381.748	\$1,122.519	\$1,504.27
Cambio del motor NASH N° 3	\$298.659	\$878.200	\$1,176.86

**Tabla 5.2 Resumen de los beneficios anuales de los motores concentradora**

#### 5.1.1.4 Resumen de los beneficios de los motores del proceso de flotación

Los beneficios que se obtendrían de cambiar motores estándares por motores eficientes en el proceso de flotación se muestran en la tabla 5.3, en la última columna

Mejoras	Beneficios en \$ / año		Flujo de Beneficios
	Por potencia activa	Por energía activa	Totales Anuales (FBt)
Cambio del motor Wenco N° 2	\$124.830	\$367.060	\$491.89
Cambio del motor Out Kumpo N° 3	\$102.512	\$301.433	\$403.94
Cambio del motor Wenco N° 3	\$95.307	\$280.249	\$375.56
Cambio del motor del banco N° 11 - 1	\$87.478	\$257.226	\$344.70
Cambio del motor del banco N° 11 - 5	\$83.654	\$245.982	\$329.64
Cambio del motor del banco 1	\$82.096	\$241.401	\$323.50
Cambio del motor del banco N° 9 - 5	\$77.622	\$228.244	\$305.87
Cambio del motor del banco N° 17 - 1	\$80.288	\$236.086	\$316.37
Cambio del motor del banco N° 11 - 3	\$74.875	\$220.168	\$295.04
Cambio del motor del banco N° 5 - 4	\$72.592	\$213.456	\$286.05
Cambio del motor del banco N° 20 - 4	\$57.617	\$169.422	\$227.04
Cambio del motor del banco N° 20 - 1	\$50.658	\$148.959	\$199.62
Cambio del motor del banco N° 19 - 3	\$57.540	\$169.195	\$226.74
Cambio del motor del banco N° 18 - 4	\$56.633	\$166.528	\$223.16
Cambio del motor del banco N° 20 - 5	\$45.395	\$133.484	\$178.88
Cambio del motor del banco N° 5 - 2	\$118.611	\$348.772	\$467.38
Cambio del motor del banco N° 20 - 3	\$39.188	\$115.232	\$154.42
Cambio del motor del banco N° 20 - 2	\$38.233	\$112.422	\$150.65
Cambio del motor del banco N° 18 - 3	\$47.102	\$138.501	\$185.60
Cambio del motor del banco N° 18 - 1	\$44.859	\$131.906	\$176.76
Cambio del motor del banco N° 18 - 6	\$40.216	\$118.255	\$158.47
Cambio del motor del banco N° 15 - 3	\$38.592	\$113.478	\$152.07
Cambio del motor del banco N° 9 - 2	\$34.017	\$100.027	\$134.04
Cambio del motor del banco N° 11 - 6	\$37.772	\$111.068	\$148.84
Cambio del motor del banco N° 18 - 5	\$36.039	\$105.973	\$142.01
Cambio del motor del banco N° 9 - 1	\$59.941	\$176.255	\$236.20
Cambio del motor Out Kumpo N° 2	\$35.879	\$105.502	\$141.38
Cambio del motor del banco N° 17 - 2	\$30.247	\$88.941	\$119.19
Cambio del motor del banco N° 19 - 1	\$18.755	\$55.149	\$73.90
Cambio del motor del banco N° 19 - 2	\$17.218	\$50.628	\$67.85
Cambio del motor del banco N° 18 - 2	\$27.476	\$80.792	\$108.27
Cambio del motor del banco N° 20 - 6	\$15.323	\$45.056	\$60.38

Cambio del motor del banco N° 9 - 4	\$113.521	\$333.807	\$447.33
Cambio del motor del banco N° 19 - 4	\$112.551	\$330.954	\$443.50
Cambio del motor del banco N° 19 - 6	\$96.465	\$283.653	\$380.12
Cambio del motor del banco N° 11 - 2	\$80.065	\$235.428	\$315.49
Cambio del motor del banco N° 5 - 3	\$187.193	\$550.435	\$737.63
Cambio del motor del banco N° 17 - 5	\$80.288	\$236.086	\$316.37
Cambio del motor del banco N° 11 - 4	\$62.576	\$184.002	\$246.58
Cambio del motor del banco 1 - 2	\$166.046	\$488.253	\$654.30
Cambio del motor del banco N° 9 - 6	\$52.932	\$155.644	\$208.58
Cambio del motor del banco N° 5 - 1	\$153.701	\$451.953	\$605.65
Cambio del motor del banco N° 17 - 4	\$46.541	\$136.852	\$183.39
Cambio del motor del banco N° 9 - 3	\$40.265	\$118.399	\$158.66
Cambio del motor del banco N° 21 - 1	\$62.089	\$404.264	\$466.35
Cambio del motor del banco N° 17 - 3	\$41.188	\$121.111	\$162.30
Cambio del motor del banco N° 17 - 6	\$41.188	\$121.111	\$162.30
Cambio del motor del banco N° 15 - 2	\$58.101	\$170.846	\$228.95
Cambio del motor del banco N° 13 - 2	\$85.997	\$252.872	\$338.87
Cambio del motor del banco N° 13 - 3	\$46.940	\$138.025	\$184.97
Cambio del motor del banco N° 21 - 3	\$41.787	\$122.874	\$164.66
Cambio del motor del banco N° 21 - 2	\$78.354	\$230.398	\$308.75
Cambio del motor del banco N° 12 - 2	\$75.510	\$222.037	\$297.55
Cambio del motor del banco N° 12 - 1'	\$62.089	\$182.571	\$244.66
Cambio del motor del banco N° 10	\$68.580	\$201.658	\$270.24

**Tabla 5.3 Resumen de los beneficios anuales de los motores del proceso de flotación**

### 5.1.2 Inversiones requeridas

Conociendo las especificaciones de los equipos recomendados para cada oportunidad de ahorro de energía (ver el Capítulo IV), lo que es importante para el desarrollo de esta parte se ha contactado con los distribuidores de bancos de condensadores y motores eficientes, con esa información se han elaborado los presupuestos y se muestran a continuación.

### 5.1.2.1 Presupuesto de las mejoras en los motores del proceso de chancado y bombas mina

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto para las instalaciones de banco de condensadores en la ubicación respectiva, en la última columna del cuadro se muestra el presupuesto total utilizado para cada mejora.

UBICACIÓN	DESCRIPCION	METRADO		PRESUPUESTO	
		Unid.	Cantidad	Unid. US\$	Total US\$
	CONDENSADORES				
Chancadora	Banco de Condensadores 440V. , 100KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$960.00	\$960.00
	+ tablero de protección				
Faja N° 1 - Tajo	Banco de Condensadores 440V. , 100KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$960.00	\$960.00
	+ tablero de protección				
Chancadora Primaria	Banco de Condensadores 2.3 kV. , 150KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$3,780.00	\$3,780.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 1 - NV 800	Banco de Condensadores 440V. , 450KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$11,340.00	\$11,340.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 2 - NV 1600	Banco de Condensadores 440V. , 400KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$10,080.00	\$10,080.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 1 - NV 1200	Banco de Condensadores 440V. , 300KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$7,560.00	\$7,560.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 2 - NV 1200	Banco de Condensadores 440V. , 350KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$8,820.00	\$8,820.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 3 - NV 1200	Banco de Condensadores 440V. , 300KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$7,560.00	\$7,560.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 4 - NV 1200	Banco de Condensadores 440V. , 300KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$7,560.00	\$7,560.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 1 - NV 2125	Banco de Condensadores 440V. , 350KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$8,820.00	\$8,820.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 2 - NV 2125	Banco de Condensadores 440V. , 300KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$7,560.00	\$7,560.00
	+ tablero de protección				
Bomba N° 3 - NV 2125	Banco de Condensadores 440V. , 400KVAR, 4300 de altitud	Unid.	1	\$10,080.00	\$10,080.00
	+ tablero de protección				
INVERSION TOTAL					\$85,080.00

**Tabla 5.4 Resumen de presupuestos de las mejoras en los motores del proceso de chancado y bombas mina**

### 5.1.2.2 Presupuesto para cambio de los motores de concentradora

En la tabla 5.5 se muestran los precios de los motores estándares y eficientes, los costos diferenciales utilizados para la evaluación económica y el presupuesto total de cada motor.

UBICACIÓN	DESCRIPCION	METRADO		PRESUPUESTO			
		Unid.	Cantidad	Unid. US\$		Costo Diferencial US\$	Total US\$
				Eficiencia Estandar	Alta Eficiencia		
	MOTORES						
Bomba N° 6	Motor de 60 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$3,485.00	\$5,360.00	\$1,875.00	\$5,360.00
Bomba N° 62	Motor de 75 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$4,186.00	\$5,299.00	-	\$5,299.00
Bomba N° 81	Motor de 75 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$4,186.00	\$5,299.00	-	\$5,299.00
Bomba N° 66	Motor de 75 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$4,186.00	\$5,299.00	-	\$5,299.00
Bomba N° 16	Motor de 125 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$7,170.00	\$8,540.00	\$1,370.00	\$8,540.00
Bomba N° 86	Motor de 60 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$3,485.00	\$5,360.00	\$1,875.00	\$5,360.00
Bomba N° 95	Motor de 250 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$12,200.00	\$15,606.00	\$3,406.00	\$15,606.00
Bomba N° 44	Motor de 60 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$3,485.00	\$5,360.00	\$1,875.00	\$5,360.00
Bomba N° 68	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Bomba N° 73	Motor de 75 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$4,186.00	\$5,299.00	\$1,113.00	\$5,299.00
Bomba N° 61	Motor de 30 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,980.00	\$3,265.00	\$1,285.00	\$3,265.00
NASH N° 3	Motor de 250 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$12,200.00	\$15,606.00	\$3,406.00	\$15,606.00
Bomba N° 10	Motor de 150 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$7,897.00	\$9,968.00	\$2,071.00	\$9,968.00
Bomba N° 13	Motor de 250 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$12,200.00	\$15,606.00	\$3,406.00	\$15,606.00
SPENCER	Motor de 300 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$13,766.80	\$19,120.00	\$5,353.20	\$19,120.00
Bomba N° 51	Motor de 125 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$7,170.00	\$8,540.00	\$1,370.00	\$8,540.00
Bomba N° 8	Motor de 60 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$3,485.00	\$5,360.00	\$1,875.00	\$5,360.00
Bomba N° 14	Motor de 250 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$12,200.00	\$15,606.00	\$3,406.00	\$15,606.00
NASH N° 2	Motor de 200 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$10,320.00	\$15,501.00	\$5,181.00	\$15,501.00
Bomba N° 12	Motor de 200 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$10,320.00	\$15,501.00	\$5,181.00	\$15,501.00
INVERSION TOTAL							\$187,468.00

**Tabla 5.5 Resumen de presupuestos para cambio de los motores de concentradora**

### 5.1.2.3 Presupuesto para el cambio de los motores del proceso de flotación

En la tabla 5.6 se muestran los presupuestos para el cambio de motores del proceso de flotación.

UBICACIÓN	DESCRIPCION	METRADO		PRESUPUESTO			
		Unid.	Cantidad	Unid. US\$		Costo Diferencial US\$	Total US\$
				Eficiencia Estandar	Alta Eficiencia		
	MOTORES						
Wenco N° 2	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Out Kumpo N° 3	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Wenco N° 3	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Banco N° 11 - 1	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 11 - 5	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco 1	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Banco N° 9 - 5	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 17 - 1	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 11 - 3	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 5 - 4	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 20 - 4	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 20 - 1	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 19 - 3	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 18 - 4	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 20 - 5	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 5 - 2	Motor de 30 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,980.00	\$3,265.00	\$1,285.00	\$3,265.00
Banco N° 20 - 3	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 20 - 2	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 18 - 3	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 18 - 1	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 18 - 6	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 15 - 3	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Banco N° 9 - 2	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 11 - 6	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 18 - 5	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 9 - 1	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00

Banco Out Kumpo N° 2	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Banco N° 17 - 2	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 19 - 1	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 19 - 2	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 18 - 2	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 20 - 6	Motor de 10 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$811.60	\$1,010.00	\$198.40	\$1,010.00
Banco N° 9 - 4	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 19 - 4	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 19 - 6	Motor de 25 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,616.00	\$1,973.00	\$357.00	\$1,973.00
Banco N° 11 - 2	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 5 - 3	Motor de 40 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$2,590.00	\$4,426.00	\$1,836.00	\$4,426.00
Banco N° 17 - 5	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 11 - 4	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 1 - 2	Motor de 40 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$2,590.00	\$4,426.00	\$1,836.00	\$4,426.00
Banco N° 9 - 6	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 5 - 1	Motor de 40 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$2,590.00	\$4,426.00	\$1,836.00	\$4,426.00
Banco N° 17 - 4	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 9 - 3	Motor de 20 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,330.00	\$1,625.00	\$295.00	\$1,625.00
Banco N° 21 - 1	Motor de 60 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$3,485.00	\$5,360.00	\$1,875.00	\$5,360.00
Banco N° 17 - 3	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 17 - 6	Motor de 15 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,096.00	\$1,450.00	\$354.00	\$1,450.00
Banco N° 15 - 2	Motor de 30 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,980.00	\$3,265.00	\$1,285.00	\$3,265.00
Banco N° 13 - 2	Motor de 40 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$2,590.00	\$4,426.00	\$1,836.00	\$4,426.00
Banco N° 13 - 3	Motor de 30 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,980.00	\$3,265.00	\$1,285.00	\$3,265.00
Banco N° 21 - 3	Motor de 30 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$1,980.00	\$3,265.00	\$1,285.00	\$3,265.00
Banco N° 21 - 2	Motor de 40 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$2,590.00	\$4,426.00	\$1,836.00	\$4,426.00
Banco N° 12 - 2	Motor de 60 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$3,485.00	\$5,360.00	\$1,875.00	\$5,360.00
Banco N° 12 - 1	Motor de 40 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$2,590.00	\$4,426.00	\$1,836.00	\$4,426.00
Banco N° 10	Motor de 40 H.P., 440 V, marca Toshiba	Unid.	1	\$2,590.00	\$4,426.00	\$1,836.00	\$4,426.00
						<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>\$117,728.00</b>

**Tabla 5.6 Resumen de presupuestos para el cambio de los motores del proceso de flotación**

## 5.2 Análisis económico de las alternativas

### 5.2.1 Cálculo de los indicadores económicos de las alternativas de solución

#### A. Indicador Valor actual neto (VAN.)

Se efectuarán los cálculos del indicador VAN, para el motor de chancadora tajo, los valores utilizados se muestran en el cuadro 5.1.

Tasa de actualización ( i )	12%
Inversión ( I <sub>0</sub> )	\$ 960.00

Año (n)	Costo ( C <sub>t</sub> )	Flujo de Beneficios anuales ( BF <sub>t</sub> )
0	C <sub>0</sub> = \$ 0	BF <sub>0</sub> = \$ 0
1	C <sub>1</sub> = \$ 0	BF <sub>1</sub> = \$ 3562.037
2	C <sub>2</sub> = \$ 0	BF <sub>2</sub> = \$ 3562.037
3	C <sub>3</sub> = \$ 0	BF <sub>3</sub> = \$ 3562.037

**Cuadro 5.1 Datos de para evaluación económica del motor chancadora tajo**

Reemplazando los datos valores en la fórmula 1.28:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FB_t - C_t}{(1+i)^t} - I_0$$

$$VAN = \frac{(FB_0 - C_0)}{(1+i)^0} + \frac{(FB_1 - C_1)}{(1+i)^1} + \frac{(FB_2 - C_2)}{(1+i)^2} + \frac{(FB_3 - C_3)}{(1+i)^3} - I_0$$

$$VAN = \frac{(0-0)}{(1+12)^0} + \frac{(\$3562.037-0)}{(1+12)^1} + \frac{(\$3562.037-0)}{(1+12)^2} + \frac{(\$3562.037-0)}{(1+12)^3} - \$960$$

$$VAN = \$ 7 595.41$$

#### B. Indicador tasa interno de retorno (TIR)

Para el cálculo del TIR, los datos del cuadro 5.1 menos la tasa de actualización son reemplazados en la formula 1.29:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FB_t - C_t}{(1+i)^t} - I_0 = 0$$

$$VAN = \frac{(FB_0 - C_0)}{(1+i)^0} + \frac{(FB_1 - C_1)}{(1+i)^1} + \frac{(FB_2 - C_2)}{(1+i)^2} + \frac{(FB_3 - C_3)}{(1+i)^3} - I_0 = 0$$

$$VAN = \frac{(0-0)}{(1+i)^0} + \frac{(\$3562.037-0)}{(1+i)^1} + \frac{(\$3562.037-0)}{(1+i)^2} + \frac{(\$3562.037-0)}{(1+i)^3} - \$960 = 0$$

$$i = 367.41 \%$$

### C. Razón Beneficio/Costo (B/C)

Para el calculo de la razón costo beneficio se reemplaza los valores del cuadro 5.1 en la formula 1.30

$$B / C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{FB_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} + I_0} = \frac{\frac{(FB_0)}{(1+i)^0} + \frac{(FB_1)}{(1+i)^1} + \frac{(FB_2)}{(1+i)^2} + \frac{(FB_3)}{(1+i)^3}}{\frac{(C_0)}{(1+i)^0} + \frac{(C_1)}{(1+i)^1} + \frac{(C_2)}{(1+i)^2} + \frac{(C_3)}{(1+i)^3} + I_0}$$

$$B / C = \frac{\frac{0}{(1+12)^0} + \frac{\$3562.037}{(1+12)^1} + \frac{\$3562.037}{(1+12)^2} + \frac{\$3562.037}{(1+12)^3}}{\frac{(0)}{(1+12)^0} + \frac{(0)}{(1+12)^1} + \frac{(0)}{(1+12)^2} + \frac{(0)}{(1+12)^3} + \$960}$$

$$B / C = 8.91$$

Se seguirá el mismo procedimiento para calcular los indicadores de las respectivas mejoras que podrían ser efectuadas en el proceso de chancado - bombas mina, motores de las bombas de concentradora y motores del proceso de flotación.

### 5.2.1.1 En los motores del proceso de chancado y bombas mina

En la tabla 5.7 se muestran los resultados de los cálculos de los indicadores: valores del VAN, TIR y B/C, para las mejoras que podrían ser aplicadas a los motores de chancado y bombas mina.

Mejoras	Indicadores de Evaluación Económica		
	VAN	TIR	B/C
Instalar Banco de Condensadores en el motor de la Chacadora tajo	\$7,595.41	367.41%	8.91
Instalar Banco de Condensadores en el Motor de la Faja N° 1 - Tajo	\$7,381.81	358.02%	8.69
Instalar Banco de Condensadores en el Motor Chacadora Primaria	\$8,576.77	123.99%	3.27
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 800	\$27,422.47	101.10%	3.42
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 1600	\$24,429.36	130.97%	3.42
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 1200	\$26,756.59	180.42%	4.54
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 1200	\$20,767.37	127.86%	3.35
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 3 - NV 1200	\$17,649.71	126.96%	3.33
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 4 - NV 1200	\$17,635.09	126.87%	3.33
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 2125	\$21,598.16	132.11%	3.45
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 2125	\$18,313.31	130.92%	3.42
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 3 - NV 2125	\$24,967.66	133.37%	3.48

**Tabla 5.7 Resumen de los indicadores de evaluación económica en el proceso de chancado y bombas mina**

### 5.2.1.2 En los motores de concentradora

De igual forma se efectúan los cálculos y se obtienen los indicadores VAN, TIR y B/C, en la tabla 5.8 se muestran los resúmenes:

Mejoras	Indicadores de Evaluación Económica		
	VAN	TIR	B/C
Cambio del motor de la Bomba N° 6	\$2,312.844	55.07%	2.23
Cambio del motor de la Bomba N° 8	-\$451.818	1.74%	0.76
Cambio del motor de la Bomba N° 10	\$659.140	24.19%	1.32
Cambio del motor de la Bomba N° 12	-\$1,397.399	0.43%	0.73
Cambio del motor de la Bomba N° 13	\$421.777	16.89%	1.12
Cambio del motor de la Bomba N° 14	-\$701.620	3.31%	0.79
Cambio del motor de la Bomba N° 16	\$4,021.676	106.25%	3.94
Cambio del motor de la Bomba N° 44	\$521.349	22.71%	1.28
Cambio del motor de la Bomba N° 51	\$161.574	16.66%	1.12
Cambio del motor de la Bomba N° 61	\$886.473	37.25%	1.69
Cambio del motor de la Bomba N° 62	\$262.656	13.98%	1.05
Cambio del motor de la Bomba N° 66	\$21.683	12.17%	1.00
Cambio del motor de la Bomba N° 68	\$886.799	93.05%	3.48
Cambio del motor de la Bomba N° 73	\$916.087	41.73%	1.82
Cambio del motor de la Bomba N° 81	\$91.343	12.69%	1.02
Cambio del motor de la Bomba N° 86	\$2,602.927	59.92%	2.39
Cambio del motor de la Bomba N° 95	\$1,858.784	32.30%	1.55
Cambio del motor SPENCER	\$325.364	14.43%	1.06
Cambio del motor NASH N° 2	\$241.543	13.87%	1.05
Cambio del motor NASH N° 3	\$836.315	21.51%	1.25

**Tabla 5.8 Resumen de los indicadores de evaluación económica de los motores de concentradora**

### 5.2.1.3 En los motores del proceso de flotación

Después de efectuar los cálculos, en la tabla 5.9 se muestran los resúmenes de los resultados: VAN, TIR y B/C.

Mejoras	Indicadores de Evaluación Económica		
	VAN	TIR	B/C
Cambio del motor Wenco N° 2	\$1,416.155	135.90%	4.97
Cambio del motor Out Kumpo N° 3	\$1,099.131	28.14%	4.08
Cambio del motor Wenco N° 3	\$996.795	102.08%	3.79
Cambio del motor del banco N° 11 - 1	\$947.582	114.26%	4.21
Cambio del motor del banco N° 11 - 5	\$893.263	108.93%	4.03
Cambio del motor del banco 1	\$809.135	86.61%	3.27
Cambio del motor del banco N° 9 - 5	\$807.577	100.48%	3.74
Cambio del motor del banco N° 17 - 1	\$786.457	85.28%	3.22
Cambio del motor del banco N° 11 - 3	\$768.566	96.61%	3.61
Cambio del motor del banco N° 5 - 4	\$736.142	66.74%	2.61
Cambio del motor del banco N° 20 - 4	\$620.024	111.75%	4.13
Cambio del motor del banco N° 20 - 1	\$521.174	97.24%	3.63
Cambio del motor del banco N° 19 - 3	\$463.330	57.43%	2.31
Cambio del motor del banco N° 18 - 4	\$450.447	56.28%	2.27
Cambio del motor del banco N° 20 - 5	\$446.419	86.12%	3.25
Cambio del motor del banco N° 5 - 2	\$399.812	23.93%	1.31
Cambio del motor del banco N° 20 - 3	\$358.252	72.78%	2.81
Cambio del motor del banco N° 20 - 2	\$344.675	70.69%	2.74
Cambio del motor del banco N° 18 - 3	\$315.055	43.95%	1.89
Cambio del motor del banco N° 18 - 1	\$283.195	40.96%	1.80
Cambio del motor del banco N° 18 - 6	\$217.252	34.65%	1.61
Cambio del motor del banco N° 15 - 3	\$191.175	31.94%	1.54
Cambio del motor del banco N° 9 - 2	\$188.199	35.49%	1.64
Cambio del motor del banco N° 11 - 6	\$182.533	31.25%	1.52
Cambio del motor del banco N° 18 - 5	\$157.921	28.80%	1.45
Cambio del motor del banco N° 9 - 1	\$497.433	60.45%	2.41
Cambio del motor Out Kumpo N° 2	\$152.646	28.14%	1.43
Cambio del motor del banco N° 17 - 2	\$75.648	20.31%	1.21
Cambio del motor del banco N° 19 - 1	\$68.006	25.09%	1.34
Cambio del motor del banco N° 19 - 2	\$46.169	21.03%	1.23
Cambio del motor del banco N° 18 - 2	\$36.282	16.06%	1.10
Cambio del motor del banco N° 20 - 6	\$19.253	15.85%	1.10

Cambio del motor del banco N° 9 - 4	\$1,317.518	150.09%	5.47
Cambio del motor del banco N° 19 - 4	\$1,303.736	148.76%	5.42
Cambio del motor del banco N° 19 - 6	\$1,013.241	103.42%	3.84
Cambio del motor del banco N° 11 - 2	\$842.279	103.91%	3.86
Cambio del motor del banco N° 5 -3	\$822.982	28.87%	1.45
Cambio del motor del banco N° 17 - 5	\$786.457	85.28%	3.22
Cambio del motor del banco N° 11 - 4	\$593.858	79.04%	3.01
Cambio del motor del banco 1 - 2	\$522.602	22.96%	1.28
Cambio del motor del banco N° 9 - 6	\$456.867	64.91%	2.55
Cambio del motor del banco N° 5 -1	\$347.247	19.39%	1.19
Cambio del motor del banco N° 17 - 4	\$307.090	43.20%	1.87
Cambio del motor del banco N° 9 - 3	\$276.950	45.55%	1.94
Cambio del motor del banco N° 21 - 1	\$77.874	13.66%	1.04
Cambio del motor del banco N° 17 - 3	\$231.052	35.99%	1.65
Cambio del motor del banco N° 17 - 6	\$231.052	35.99%	1.65
Cambio del motor del banco N° 15 - 2	-\$459.696	-3.73%	0.64
Cambio del motor del banco N° 13 - 2	-\$614.452	-2.62%	0.67
Cambio del motor del banco N° 13 - 3	-\$618.242	31.94%	0.52
Cambio del motor del banco N° 21 - 3	-\$691.434	-13.21%	0.46
Cambio del motor del banco N° 21 - 2	-\$723.019	-5.51%	0.61
Cambio del motor del banco N° 12 - 2	-\$802.410	-7.25%	0.57
Cambio del motor del banco N° 12 - 1	-\$954.057	-12.17%	0.48
Cambio del motor del banco N° 10	-\$861.854	-9.42%	0.53

**Tabla 5.9 Resumen de los indicadores de evaluación económica de los motores de concentradora**

### 5.3 Análisis de sensibilidad - Motor de chancadora tajo

El análisis de sensibilidad es bidimensional, es decir, consiste en el examen de la correlación entre dos variables: variable dependiente y variable independiente, siendo la variable dependiente algún indicador del valor del proyecto, tal como el VAN, la TIR u otros indicadores y la variable independiente, alguno de los precios o cantidades de los insumos o productos del proyecto

El análisis de sensibilidad será efectuado para la instalación del banco de condensadores en el motor de chancadora tajo.

### 5.3.1 Variables del análisis

Las variables dependientes del análisis son:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- La relación Beneficio Costo (B/C)

Las variables independientes del análisis son:

- Tasa de actualización
- Precio por potencia
- Precio por energía activa en Horas Punta
- Precio por energía activa en Fuera de Horas Punta
- Precio por energía reactiva

### 5.3.2 Aplicación - mejora del motor de chancadora tajo

Para el análisis de sensibilidad se utilizará el administrador de escenarios, que es una herramienta de evaluación y análisis de Microsoft Excel 2000, permite en un modelo predeterminado en una hoja de Excel, realizar un análisis cuando se efectúan cambios en las variables independientes y los resultados se pueden apreciar en la hoja resumen.

#### 5.3.2.1 Variación de la tasa de actualización

En la hoja de cálculo siguiente se muestra un modelo predeterminado para la evaluación económica.

**COMPENSACION DE LA POTENCIA REACTIVA**

**Evaluación del motor de la chancadora tajo**

**Variables**

Precio de la Potencia Eléctrica	\$6.3500
Precio de la Energía Eléctrica Activa en H.P. ( Horas Punta)	\$0.0367
Precio de la Energía Eléctrica Activa en F.H.P. ( Fuera de Horas Punta)	\$0.0231
Precio de la Energía Eléctrica Reactiva Capacitiva	\$0.0050
N° de horas de funcionamiento en H.P (Horas Punta)	0
N° de horas de funcionamiento en F.H.P. (Fuera de Horas Punta)	19

Beneficio por Reducción de Potencia Electrica Activa / Año	\$46.213
Beneficio por Reducción de Energía Electrica Activa/ Año	\$95.824
Beneficio por Reducción de Energía Electrica Reactiva Capacitiva / Año	\$3,420.000
<b>Beneficio Total en un año</b>	<b>\$3,562.037</b>

Indicador de Evaluación N° 1:	<b>VALOR NETO ACTUAL (VAN)</b>
-------------------------------	--------------------------------

Tasa de actualización 12%

Año	Costo	Flujo de Beneficios anuales
0	-\$960.00	0
1	0	\$3,562.037
2	0	\$3,562.037
3	0	\$3,562.037
<b>VAN</b>		<b>\$7,595.41</b>

Indicador de Evaluación N° 2:	<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>
-------------------------------	--------------------------------------

Año	Flujo de Costos y Beneficios anuales
0	-\$960.00
1	\$3,562.037
2	\$3,562.037
3	\$3,562.037
<b>TIR</b>	<b>367%</b>

Indicador de Evaluación N° 3:	<b>RAZON BENEFICIO COSTO (B/C)</b>
-------------------------------	------------------------------------

Año	Costo	Flujo de Beneficios anuales
0	\$960.00	0
1	0	\$3,562.037
2	0	\$3,562.037
3	0	\$3,562.037
<b>B/C</b>		<b>8.91</b>

**Tabla 5.10 Modelo predeterminado para la evaluación económica del motor  
chancadora tajo**

Se utiliza el administrador de escenarios de Excel para el análisis de sensibilidad y la variable independiente es la tasa de actualización, en el cuadro 5.2 se muestran las variaciones de dicha variable.

Variable	Tasa Actualiz. I	Tasa Actualiz. II	Tasa Actualiz. III
Tasa de actualización (i)	10%	12%	14%

**Cuadro 5.2 Variaciones de la tasa de actualización**

En el cuadro resumen de escenario se presenta el resultado del análisis de sensibilidad donde solo dos variables dependientes: VAN y B/C sufren cambios con la variación de la tasa de actualización como se puede ver en la celda de resultados.

Resumen de escenario				
	Valores actuales	Tasa_Actualiz I	Tasa_Actualiz II	Tasa_Actualiz III
<b>Celdas cambiantes:</b>				
<b>Tasa de actualización</b>	10%	10%	12%	14%
<b>Celdas de resultado:</b>				
<b>VAN</b>	\$7,898.26	\$7,898.26	\$7,595.41	\$7,309.74
<b>TIR</b>	367%	367%	367%	367%
<b>B_C</b>	9.23	9.23	8.91	8.61

Notas: La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el Informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes de cada escenario se muestran en gris.

**Cuadro 5.3 Resumen de escenario del análisis de sensibilidad del motor chancadora tajo con la variación de la tasa de actualización**

### 5.3.2.2 Variación de los precios de potencia y energía eléctrica

Para el análisis de sensibilidad en este caso las variables independientes utilizadas son los precios de potencia y energía eléctrica.

En el cuadro 5.4 se muestran las variaciones utilizadas para el análisis.

Variable	Caso_-10%	Caso_Real	Caso_+10%
Precio de la Potencia Eléctrica	\$5.7150	\$6.3500	\$6.9850
Precio de la Energía Eléctrica Activa en H.P. ( Horas Punta)	\$0.0330	\$0.0367	\$0.0404
Precio de la Energía Eléctrica Activa en F.H.P. ( Fuera de Horas Punta)	\$0.0208	\$0.0231	\$0.0254
Precio de la Energía Eléctrica Reactiva Capacitiva	\$0.0045	\$0.0050	\$0.0055

### Cuadro 5.4 Variación de los precios de potencia y energía eléctrica

En el cuadro 5.5 se muestra el resumen de escenario, donde se pueden ver los cambios de los tres indicadores VAN, TIR y B/C cuando se hacen variar los precios de energía.

Resumen de escenario				
	Valores actuales	Caso_-10%	Caso_Real	Caso_+10%
<b>Celdas cambiantes:</b>				
Precio_potencia_activa	\$6.3500	\$5.7150	\$6.3500	\$6.9850
Precio_energia_activa_H.P.	\$0.0367	\$0.0330	\$0.0367	\$0.0404
Precio_energia_activa_F.H.P.	\$0.0231	\$0.0208	\$0.0231	\$0.0254
Precio_energia_reactiva	\$0.0050	\$0.0045	\$0.0050	\$0.0055
<b>Celdas de resultado:</b>				
VAN	\$7,898.26	\$7,012.54	\$7,898.26	\$8,783.98
TIR	367%	330%	367%	405%
B_C	9.23	8.30	9.23	10.15

Notas: La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el Informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes de cada escenario se muestran en gris.

### Cuadro 5.5 Resumen de escenario del análisis de sensibilidad del motor chancadora tajo con la variación de los precios de energía

#### 5.4 Resultado final del análisis

Después de la aplicación del programa de eficiencia energética se ha logrado aprovechar las oportunidades de ahorro de energía desarrollando un análisis de segundo grado para cuantificar la reducción de la potencia y la energía que se deja de consumir por aplicar las mejoras, además se obtienen beneficios ambientales con la reducción de la energía eléctrica, también se cuantifican la reducción de la emisiones de CO<sub>2</sub> que liberan las centrales térmicas ya sean de carbón o petróleo en el proceso de generar energía eléctrica.

Finalmente con la implementación de las mejoras se logran dos grandes beneficios como son: la reducción de la contaminación ambiental y la reducción del pago por facturación.

En las tablas siguientes se muestran las reducciones de: potencia, energía, emisiones de CO<sub>2</sub> y pagos por facturación de cada caso analizado.

Si se implementaran las mejoras en los motores de chancadora tajo y bombas mina se obtendrían las reducciones en energía y reducciones como se muestra en la tabla 5.10

Mejoras	Reducción		Reducción		Disminución del pago en facturación eléctrica
	Potencia Eléctrica Activa	Energía Eléctrica Activa	CO2 por carbón	CO2 por petróleo	
	Kw/mes	kWh/año	Kg CO2/año	Kg CO2/año	\$/año
Instalar Banco de Condensadores en el Motor de la Chancadora Tajo	0.61	4,148.24	1,418.70	1,105.09	\$142.04
Instalar Banco de Condensadores en el Motor de la Faja N° 1 - Tajo	0.23	1,550.86	530.39	413.15	\$53.10
Instalar Banco de Condensadores en el Motor Chancadora Primaria	0.06	430.20	147.13	114.61	\$14.73
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 800	3.20	21,866.46	7,478.32	5,825.22	\$748.72
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 1600	2.94	20,091.46	6,871.27	5,352.36	\$687.94
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 1200	2.59	17,747.36	6,069.59	4,727.89	\$607.68
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 1200	1.49	10,183.05	3,482.60	2,712.76	\$348.67
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 3 - NV 1200	1.01	6,893.48	2,357.57	1,836.42	\$236.04
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 4 - NV 1200	0.98	6,715.78	2,296.79	1,789.08	\$229.95
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 1 - NV 2125	2.97	20,285.17	6,937.52	5,403.96	\$694.57
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 2 - NV 2125	2.19	14,962.66	5,117.22	3,986.05	\$512.33
Instalar Banco de Condensadores en el Motor del Bomba N° 3 - NV 2125	3.89	26,636.90	9,109.81	7,096.06	\$912.06
Sub Total	22.15	151,511.60	51,816.90	40,362.64	\$5,187.81

**Tabla 5.10 Reducción de potencia, energía, emisiones de CO<sub>2</sub> y pagos por facturaciones en los motores de chancadora tajo – bombas mina**

Para los motores de las bombas de concentradora las reducciones en potencia, energía, emisiones de CO<sub>2</sub> y disminución por pago en las facturaciones eléctricas que se obtendrían con la implementación se muestran en la tabla 5.11

Mejoras	Reducción		Reducción		Disminución del pago en facturación
	Potencia Activa	Energía Activa	CO2 por carbón	CO2 por petróleo	
	kW/mes	kWh/año	Kg CO2/año	Kg CO2/año	\$
Cambio del motor de la Bomba N° 6	3.869	33428.945	11,432.69	8,905.46	\$1,161.749
Cambio del motor de la Bomba N° 8	1.315	11360.371	3,885.24	3,026.40	\$394.804
Cambio del motor de la Bomba N° 10	2.522	21793.002	7,453.20	5,805.65	\$757.367
Cambio del motor de la Bomba N° 12	3.496	30202.121	10,329.11	8,045.83	\$1,049.608
Cambio del motor de la Bomba N° 13	3.536	30554.756	10,449.71	8,139.78	\$1,061.863
Cambio del motor de la Bomba N° 14	2.499	21587.374	7,382.87	5,750.87	\$750.221
Cambio del motor de la Bomba N° 16	4.981	43038.387	14,719.11	11,465.41	\$1,495.703
Cambio del motor de la Bomba N° 44	2.214	19128.558	6,541.96	5,095.84	\$664.771
Cambio del motor de la Bomba N° 51	1.415	12225.600	4,181.15	3,256.90	\$424.874
Cambio del motor de la Bomba N° 61	2.006	17333.512	5,928.05	4,617.64	\$602.388
Cambio del motor de la Bomba N° 62	5.138	44395.230	15,183.15	11,826.87	\$1,542.858
Cambio del motor de la Bomba N° 66	4.916	42471.693	14,525.30	11,314.44	\$1,476.009
Cambio del motor de la Bomba N° 68	1.149	9928.475	3,395.53	2,644.94	\$345.042
Cambio del motor de la Bomba N° 73	1.875	16196.937	5,539.35	4,314.86	\$562.889
Cambio del motor de la Bomba N° 81	4.980	43027.746	14,715.47	11,462.58	\$1,495.334
Cambio del motor de la Bomba N° 86	4.137	35744.499	12,224.60	9,522.32	\$1,242.221
Cambio del motor de la Bomba N° 95	7.642	66024.842	22,580.47	17,589.00	\$2,294.547
Cambio del motor SPENCER	5.246	45328.434	15,502.31	12,075.48	\$1,575.289
Cambio del motor NASH N° 2	5.010	43284.777	14,803.38	11,531.05	\$1,504.266
Cambio del motor NASH N° 3	3.919	33863.749	11,581.39	9,021.29	\$1,176.859
Sub Total	71.866	620,919.009	212,354.035	165,412.617	\$21,578.660

**Tabla 5.11 Reducción de potencia, energía, emisiones de CO<sub>2</sub> y pago por facturación en los motores de chancadora tajo – bombas mina**

En la tabla 5.12 se muestran las reducciones en potencia, energía, emisiones de CO<sub>2</sub> también la disminución en el pago en las facturaciones que se obtendrían con la implementación de las mejoras.

Mejoras	Disminución		Disminución de la Contaminación Ambiental		Disminución del pago en facturación
	Potencia Activa	Energía Activa	CO2 por carbón	CO2 por petróleo	
	kW/mes	kWh/año	Kg CO2/año	Kg CO2/año	\$
Cambio del motor Wenco N° 2	1.638	14,153.992	4,840.66	1,289.55	\$491.89
Cambio del motor Wenco N° 3	1.251	10,806.503	3,695.82	984.57	\$375.56
Cambio del motor Out Kumpo N° 2	0.471	4,068.185	1,391.32	370.65	\$141.38
Cambio del motor Out Kumpo N° 3	1.345	11,623.385	3,975.19	1,058.99	\$403.94
Cambio del motor del banco 1	1.077	9,308.532	3,183.51	848.09	\$323.50
Cambio del motor del banco 1 - 2	2.179	18,827.246	6,438.91	1,715.32	\$654.30
Cambio del motor del banco N° 5 - 1	2.017	17,427.500	5,960.20	1,587.79	\$605.65
Cambio del motor del banco N° 5 - 2	1.557	13,448.801	4,599.48	1,225.30	\$467.38
Cambio del motor del banco N° 5 - 3	2.457	21,224.991	7,258.94	1,933.78	\$737.63
Cambio del motor del banco N° 5 - 4	0.953	8,230.960	2,814.98	749.91	\$286.05
Cambio del motor del banco N° 9 - 1	0.787	6,796.456	2,324.39	619.22	\$236.20
Cambio del motor del banco N° 9 - 2	0.446	3,857.076	1,319.12	351.41	\$134.04
Cambio del motor del banco N° 9 - 3	0.528	4,565.518	1,561.41	415.96	\$158.66
Cambio del motor del banco N° 9 - 4	1.490	12,871.726	4,402.12	1,172.72	\$447.33
Cambio del motor del banco N° 9 - 5	1.019	8,801.180	3,010.00	801.86	\$305.87
Cambio del motor del banco N° 9 - 6	0.695	6,001.689	2,052.58	546.81	\$208.58
Cambio del motor del banco N° 10	0.900	7,776.000	2,659.39	708.46	\$270.24
Cambio del motor del banco N° 11 - 1	1.148	9,918.757	3,392.21	903.68	\$344.70
Cambio del motor del banco N° 11 - 2	1.051	9,078.185	3,104.74	827.10	\$315.49
Cambio del motor del banco N° 11 - 3	0.983	8,489.784	2,903.50	773.49	\$295.04
Cambio del motor del banco N° 11 - 4	0.821	7,095.202	2,426.56	646.43	\$246.58
Cambio del motor del banco N° 11 - 5	1.098	9,485.164	3,243.92	864.18	\$329.64
Cambio del motor del banco N° 11 - 6	0.496	4,282.810	1,464.72	390.20	\$148.84
Cambio del motor del banco N° 12 - 1	0.815	7,040.000	2,407.68	641.40	\$244.66
Cambio del motor del banco N° 12 - 2	0.991	8,561.820	2,928.14	780.06	\$297.55

Cambio del motor del banco N° 13 - 2	1.129	9,750.857	3,334.79	888.39	\$338.87
Cambio del motor del banco N° 13 - 3	0.616	5,322.314	1,820.23	484.91	\$184.97
Cambio del motor del banco N° 15 - 2	0.762	6,587.885	2,253.05	600.21	\$228.95
Cambio del motor del banco N° 15 - 3	0.506	4,375.742	1,496.50	398.67	\$152.07
Cambio del motor del banco N° 17 - 1	1.054	9,103.555	3,113.41	829.41	\$316.37
Cambio del motor del banco N° 17 - 2	0.397	3,429.610	1,172.93	312.47	\$119.19
Cambio del motor del banco N° 17 - 3	0.541	4,670.108	1,597.17	425.49	\$162.30
Cambio del motor del banco N° 17 - 4	0.611	5,277.068	1,804.75	480.79	\$183.39
Cambio del motor del banco N° 17 - 5	1.054	9,103.555	3,113.41	829.41	\$316.37
Cambio del motor del banco N° 17 - 6	0.541	4,670.108	1,597.17	425.49	\$162.30
Cambio del motor del banco N° 18 - 1	0.589	5,086.330	1,739.52	463.41	\$176.76
Cambio del motor del banco N° 18 - 2	0.361	3,115.377	1,065.46	283.84	\$108.27
Cambio del motor del banco N° 18 - 3	0.618	5,340.647	1,826.50	486.58	\$185.60
Cambio del motor del banco N° 18 - 4	0.743	6,421.398	2,196.12	585.04	\$223.16
Cambio del motor del banco N° 18 - 5	0.473	4,086.344	1,397.53	372.30	\$142.01
Cambio del motor del banco N° 18 - 6	0.528	4,559.948	1,559.50	415.45	\$158.47
Cambio del motor del banco N° 19 - 1	0.246	2,126.552	727.28	193.75	\$73.90
Cambio del motor del banco N° 19 - 2	0.226	1,952.244	667.67	177.87	\$67.85
Cambio del motor del banco N° 19 - 3	0.755	6,524.233	2,231.28	594.41	\$226.74
Cambio del motor del banco N° 19 - 4	1.477	12,761.711	4,364.50	1,162.70	\$443.50
Cambio del motor del banco N° 19 - 6	1.266	10,937.775	3,740.71	996.53	\$380.12
Cambio del motor del banco N° 20 - 1	0.665	5,743.910	1,964.41	523.32	\$199.62
Cambio del motor del banco N° 20 - 2	0.502	4,335.026	1,482.58	394.96	\$150.65
Cambio del motor del banco N° 20 - 3	0.514	4,443.402	1,519.64	404.83	\$154.42
Cambio del motor del banco N° 20 - 4	0.756	6,532.967	2,234.27	595.21	\$227.04
Cambio del motor del banco N° 20 - 5	0.596	5,147.186	1,760.34	468.95	\$178.88
Cambio del motor del banco N° 20 - 6	0.201	1,737.391	594.19	158.29	\$60.38
Cambio del motor del banco N° 21 - 1	1.804	15,588.571	5,331.28	1,420.25	\$541.75
Cambio del motor del banco N° 21 - 2	1.028	8,884.234	3,038.40	809.43	\$308.75
Cambio del motor del banco N° 21 - 3	0.548	4,738.065	1,620.42	431.68	\$164.66
Sub Total	49.317	426,095.576	145,724.505	38,820.960	\$14,808.00

**Tabla 5.12 Reducción de potencia, energía, emisiones de CO<sub>2</sub> y pago por facturación en los motores del proceso de flotación**

## 5.5 Plan de acción

Para el plan de acción del proyecto general se han elaborado listas de proyectos individuales, se les ha denominado así a las oportunidades de ahorro de energía tales como: Instalación de bancos de condensadores y cambios de motores, la ejecución de los proyectos individuales depende de las prioridades establecidas entre ellos para clasificar los que necesitan realizarse ahora por razones técnicas y los otros que pueden comenzar después.

Para la implementación de las mejoras se han agrupado en dos líneas de acción:

1<sup>ra</sup> Línea de acción: Instalación de banco de condensadores

2<sup>da</sup> Línea de acción: Instalación de motores eficientes

### 5.5.1 1<sup>ra</sup> Línea de acción: Instalación de banco de condensadores

En el esquema siguiente se desglosa las actividades estableciendo un orden de prioridades, para la instalación de banco de condensadores en el proyecto general de reducción de la energía se muestra a continuación:

#### **1.0 PROYECTO DE INSTALACIÓN DE BANCO DE CONDENSADORES**

**1.1** *Instalación de banco de condensadores de 100 KVAR, 440V – Chancadora Tajo.*

**1.2** *Instalación de banco de condensadores de 100 KVAR, 440V – Faja N°1 Chancadora Tajo.*

**1.3** *Instalación de banco de condensadores de 450 KVAR, 2300V – Bomba N°1 Nv. 800 – Mina.*

**1.4** *Instalación de banco de condensadores de 400 KVAR, 2300V – Bomba N°3 Nv. 2125 – Mina.*

**1.5** *Instalación de banco de condensadores de 400 KVAR, 2300V – Bomba N°2 Nv. 1600 – Mina.*

**1.6** *Instalación de banco de condensadores de 300 KVAR, 2300V – Bomba N°1 Nv. 1200 – Mina.*

**1.7** *Instalación de banco de condensadores de 300 KVAR, 2300V – Bomba N°4 Nv. 1200 – Mina.*

**1.8** *Instalación de banco de condensadores de 300 KVAR, 2300V – Bomba N°2 Nv. 2125 – Mina.*

### **5.5.2 2<sup>da</sup> Línea de acción: Instalación de motores eléctricos de alta eficiencia**

A continuación se muestra un esquema de actividades ordenadas por prioridades, para los cambios de motores ya sean por razones técnicas o solo por beneficios.

#### **PROYECTO DE CAMBIO DE MOTORES ELECTRICOS ESTANDARES POR MOTORES ELECTRICOS DE ALTA EFICIENCIA**

##### **1.0 Por razones técnicas y ordenadas por beneficios**

**1.1** *Cambio del motor de 60 HP de la bomba N° 6 – Concentradora*

**1.2** *Cambio del motor de 20 HP del banco N° 9 – 4 – Proceso de Flotación*

**1.3** *Cambio del motor de 20 HP del banco N° 19 – 4 – Proceso de Flotación*

**1.4** *Cambio del motor de 25 HP del banco N° 19 – 6 – Proceso de Flotación*

- 1.5** *Cambio del motor de 20 HP del banco N° 11 – 2 – Proceso de Flotación*
- 1.6** *Cambio del motor de 40 HP del banco N° 5 – 3 – Proceso de Flotación*
- 1.7** *Cambio del motor de 15 HP del banco N° 17 – 5 – Proceso de Flotación*
- 1.8** *Cambio del motor de 15 HP del banco N° 11 – 4 – Proceso de Flotación*
- 1.9** *Cambio del motor de 40 HP del banco N° 1 – 2 – Proceso de Flotación*
- 1.10** *Cambio del motor de 15 HP del banco N° 9 – 6 – Proceso de Flotación*
- 1.11** *Cambio del motor de 40 HP del banco N° 5 – 1 – Proceso de Flotación*
- 1.12** *Cambio del motor de 15 HP del banco N° 17 – 4 – Proceso de Flotación*
- 1.13** *Cambio del motor de 20 HP del banco N° 9 – 3 – Proceso de Flotación*
- 1.14** *Cambio del motor de 60 HP del banco N° 21 – 1 – Proceso de Flotación*
- 1.15** *Cambio del motor de 15 HP del banco N° 17 – 3 – Proceso de Flotación*
- 1.16** *Cambio del motor de 15 HP del banco N° 17 – 6 – Proceso de Flotación*

## **2.0** *Por beneficios*

- 2.1** *Cambio del motor de 75 HP de la Bomba N° 62 – Concentradora*
- 2.2** *Cambio del motor de 75 HP de la Bomba N° 81 - Concentradora*
- 2.3** *Cambio del motor de 75 HP de la Bomba N° 66 - Concentradora*
- 2.4** *Cambio del motor de 125 HP de la Bomba N° 16 – Concentradora*
- 2.5** *Cambio del motor de 60 HP de la Bomba N° 86 - Concentradora*
- 2.6** *Cambio del motor de 250 HP de la Bomba N° 95 – Concentradora*
- 2.7** *Cambio del motor de 25 HP del Banco Wenco N° 2 – Proceso de Flotación*
- 2.8** *Cambio del motor de 25 HP del Banco Out Kumpo N° 3 – Proceso de Flotación*

- 2.9** *Cambio del motor de 25 HP del Banco Wenco N° 3 – Proceso de Flotación*
- 2.10** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 11 – 1 - Proceso de Flotación*
- 2.11** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 11 – 1 - Proceso de Flotación*
- 2.12** *Cambio del motor de 75 HP de la Bomba N° 73 – Concentradora*
- 2.13** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 11 – 5 - Proceso de Flotación*  
*Cambio del motor de 25 HP de la Bomba N° 68 - Concentradora*
- 2.14** *Cambio del motor de 30 HP de la Bomba N° 61 - Concentradora*
- 2.15** *Cambio del motor de 250 HP Nash N° 3 – Concentradora*
- 2.16** *Cambio del motor de 25 HP del Banco N° 1 - Proceso de Flotación*
- 2.17** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 9 – 5 - Proceso de Flotación*
- 2.18** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 17 – 1 - Proceso de Flotación*
- 2.19** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 11 – 3 - Proceso de Flotación*
- 2.20** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 5 – 4 - Proceso de Flotación*
- 2.21** *Cambio del motor de 150 HP del Banco N° 10 - Proceso de Flotación*
- 2.22** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 20 – 4 - Proceso de Flotación*
- 2.23** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 11 – 5 - Proceso de Flotación*
- 2.24** *Cambio del motor de 60 HP de la Bomba N° 44 - Concentradora*
- 2.25** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 20 - 1 - Proceso de Flotación*
- 2.26** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 9 – 1 - Proceso de Flotación*
- 2.27** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 19 – 3 - Proceso de Flotación*
- 2.28** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 18 – 4 - Proceso de Flotación*
- 2.29** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 20 – 5 - Proceso de Flotación*
- 2.30** *Cambio del motor de 250 HP de la Bomba N° 13 - Concentradora*

- 2.31** *Cambio del motor de 30 HP del Banco N° 5 – 2 - Proceso de Flotación*
- 2.32** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 20 – 3 - Proceso de Flotación*
- 2.33** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 20 – 2 - Proceso de Flotación*
- 2.34** *Cambio del motor de 300 HP SPENCER - Concentradora*
- 2.35** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 18 – 3 – Proceso de Flotación*
- 2.36** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 18 – 1 - Proceso de Flotación*
- 2.37** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 18 – 6 - Proceso de Flotación*
- 2.38** *Cambio del motor de 25 HP del Banco N° 15 – 3 - Proceso de Flotación*
- 2.39** *Cambio del motor de 20 HP del Banco N° 9 – 2 - Proceso de Flotación*
- 2.40** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 11 – 6 – Proceso de Flotación*
- 2.41** *Cambio del motor de 125 HP de la Bomba N° 51 - Concentradora*
- 2.42** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 18 – 5 – Proceso de Flotación*
- 2.43** *Cambio del motor de 25 HP del Banco Out Kumpo N° 2 - Proceso de Flotación*
- 2.44** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 17 – 2 - Proceso de Flotación*
- 2.45** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 19 – 1 - Proceso de Flotación*
- 2.46** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 19 – 2 - Proceso de Flotación*
- 2.47** *Cambio del motor de 15 HP del Banco N° 18 – 2 - Proceso de Flotación*
- 2.48** *Cambio del motor de 10 HP del Banco N° 20 – 6 - Proceso de Flotación*

### **3.0 Sin beneficios**

- 3.1** *Cambio del motor de 200 HP NASH N° 2 – Concentradora*
- 3.2** *Cambio del motor de 60 HP de la Bomba N° 8 - oncentradora*
- 3.3** *Cambio del motor de 30 HP del Banco N° 15 – 2 – Proceso de Flotación*

- 3.4** *Cambio del motor de 40 HP del Banco N° 13 – 2 – Proceso de Flotación*
- 3.5** *Cambio del motor de 30 HP del Banco N° 13 – 3 – Proceso de Flotación*
- 3.6** *Cambio del motor de 30 HP del Banco N° 21 – 3 – Proceso de Flotación*
- 3.7** *Cambio del motor de 250 HP de la Bomba N° 14 - Concentradora*
- 3.8** *Cambio del motor de 40 HP del Banco N° 21 – 2 – Proceso de Flotación*
- 3.9** *Cambio del motor de 60 HP del Banco N° 12 – 2 – Proceso de Flotación*
- 3.10** *Cambio del motor de 40 HP del Banco N° 10 – Proceso de Flotación*
- 3.11** *Cambio del motor de 40 HP del Banco N° 12 – 1 – Proceso de Flotación*
- 3.12** *Cambio del motor de 200 HP de la Bomba N° 12 - Concentradora*

## CONCLUSIONES

1. Ha sido muy útil realizar una auditoría energética por que ha permitido conocer la situación en la que se encuentran funcionando los procesos, supervisar las actividades buenas como también las que no son muy recomendables. Después del diagnóstico de primer grado se puede concluir en esta primera parte del análisis que las oportunidades de ahorro de energía provienen de mejoras en “Iluminación”, “Procesos” y en los “Motores Eléctricos”.
2. En “Iluminación” existen diversos puntos por donde se puede lograr ahorros, uno es el uso de fluorescentes eficientes en las instalaciones de la planta ya sea en oficinas como en la planta concentradora, otro es promover el uso de focos ahorradores en las viviendas de los empleados y uno adicional el mas interesante que es aplicado en la industria y en oficinas, es el control de la iluminación que se realiza mediante un sistema que mide la cantidad de luz diurna y atenúa las lámparas en consecuencia se lograrían ahorros de energía.
3. Como la iluminación no es el tema principal de desarrollo del presente trabajo en el “ANEXO H” se ha desarrollado una breve evaluación económica sobre el uso de luminarias eficientes:

En la reconversión de focos incandescentes por focos ahorradores, el periodo de recuperación de la inversión es casi seis meses, un “payback” muy atractivo si además de recuperar la inversión se actualiza la tecnología y se logra ahorros de

energía: para 1000 viviendas de trabajadores de 403 200 kWh/año y el ahorro se duplicaría si se trataran de 2000 viviendas, como se puede ver en el cuadro N° 1.

ACTIVIDADES	PRESUPUESTO	PAYBACK (MESES)	AHORRO EN ENERGIA ELECTRICA (KWh/año)	AHORRO EN \$/AÑO
Reconversión de focos incandescentes vs. Focos ahorradores para uso domestico - para 1000 viviendas	\$7,340.00	5.79	403,200.00	\$13,381.52
Reconversión de focos incandescentes vs. Focos ahorradores para uso domestico - para 2000 viviendas	\$14,680.00	5.79	806,400.00	\$26,763.04

**Cuadro N° 1 Resumen de la evaluación económica para la “Reconversión de Focos Incandescentes por Focos Ahorradores”**

En la reconversión de “Fluorescentes Estándar por Fluorescentes Eficientes, el periodo de recuperación de la inversión es aproximadamente tres meses, un “payback” mucho mas atractivo que el anterior y menos complicado de obtener. El ahorro de energía sería de 20 736 kWh/año para 600 fluorescentes, no es tan alentador como el ahorro en las viviendas de trabajadores, pero es obtenida con un presupuesto muy bajo, en el cuadro N° 2 se puede observar el resumen.

ACTIVIDADES	PRESUPUESTO	PAYBACK (MESES)	AHORRO EN ENERGIA	AHORRO EN DOLARES
Reconversión de fluorescentes tipo T-12 por fluorescentes tipo T-8 para uso industrial para 600 fluorescentes	\$1,170.00	2.21	20,736.00	\$1,369.47

**Cuadro N° 2 Resumen de la evaluación económica para la “Reconversión de Fluorescentes Estándar por Fluorescentes Eficientes”**

4. En el proceso de compresión de aire, se ha encontrado fugas de aire comprimido, esto indudablemente genera pérdidas porque los motores que comprimen el aire, no solo están funcionando para suministrar aire comprimido a los equipos neumáticos si no también para cubrir las fugas. En las páginas 73 – 79 se muestran las ubicaciones de algunas fugas encontradas y deberían ser corregidas.
5. El “Proceso de Chancado” es uno de los procesos donde las actividades realizadas no son recomendables, por las pérdidas de energía. En la trituración

de rocas de la chancadora tajo, el motor de la chancadora en el mayor periodo de funcionamiento trabaja en vacío. Existe otro problema cuando el mineral llega a la chancadora primaria y es que la chancadora es muy antigua y presenta fallas continuamente, cuando ocurre esto la carga que debería ser triturada es retornada hasta las ventanas de alimentación (en las páginas 58 y 59 se detalla el proceso) incrementando las pérdidas por este proceso.

6. En el análisis técnico del funcionamiento de cada motor se sigue su respectivo cuadro resumen, se muestran las conclusiones a las que se llegan después de cada análisis y sus respectivas recomendaciones (ver las páginas desde el 96 al 179), Esto se ha desarrollado para cada uno de los 91 motores evaluados, los motores son parte del proceso de chancado, mina subterránea, de las bombas de concentradora y de los bancos de flotación.
7. Los motores especialmente los que se encuentran en mina subterránea trabajan con sobre tensiones menores al 10% de la tensión nominal, logran disminuir hasta el 1.04% de su consumo en potencia y energía para una sobre tensión de 8.89%.
8. Utilizar el indicador económico “Valor Actual Neto” (VAN) es una ventaja comparada con los otros indicadores como: “Tasa interna de retorno” (TIR) y “Beneficio – Costo” (B/C), permite seleccionar de forma más sencilla de un grupo de proyectos, el proyecto que tiene mayores beneficios solo con la comparación de los valores del VAN para un periodo determinado.
9. Los motores que se muestran en los cuadros N° 3 y N° 4 requieren ser cambiados por razones técnicas, es una necesidad, debido a que se encuentran trabajando en sus límites nominales. Para el análisis económico, el periodo del

proyecto es de cinco años, aunque el tiempo de vida útil del motor sea mayor. Resulta rentable comprar motores de alta eficiencia a motores de eficiencia estándar.

Los motores mostrados se establecen en un orden de prioridades en base a los beneficios generados (de mayor a menor VAN).

ACTIVIDADES	POTENCIA DEL MOTOR H.P.	AHORRO EN ENERGIA ELECTRICA	PRESUPUESTO	COSTO	VALOR ACTUAL
	Nuevo	kWh/año	Precio del motor de alta eficiencia	DIFERENCIAL (\$)	NETO (VAN) EN 5 AÑOS
Cambio del motor del banco N° 9 - 4	20.00	10190.116	\$1,625.00	\$295.00	\$1,317.62
Cambio del motor del banco N° 19 - 4	20.00	10103.021	\$1,625.00	\$295.00	\$1,303.74
Cambio del motor del banco N° 19 - 6	25.00	8659.072	\$1,973.00	\$357.00	\$1,013.24
Cambio del motor del banco N° 11 - 2	20.00	7186.896	\$1,625.00	\$295.00	\$842.28
Cambio del motor del banco N° 5 -3	40.00	16803.118	\$4,426.00	\$1,836.00	\$822.98
Cambio del motor del banco N° 17 - 5	15.00	7206.981	\$1,450.00	\$354.00	\$786.46
Cambio del motor del banco N° 11 - 4	15.00	5617.035	\$1,450.00	\$354.00	\$693.86
Cambio del motor del banco 1 - 2	40.00	14904.903	\$4,426.00	\$1,836.00	\$622.60
Cambio del motor del banco N° 9 - 6	20.00	4751.337	\$1,625.00	\$295.00	\$466.87
Cambio del motor del banco N° 5 -1	40.00	13655.662	\$4,426.00	\$1,836.00	\$324.92
Cambio del motor del banco N° 17 - 4	15.00	4177.679	\$1,450.00	\$354.00	\$307.09
Cambio del motor del banco N° 9 - 3	20.00	3614.369	\$1,625.00	\$295.00	\$276.96
Cambio del motor del banco N° 17 - 3	15.00	3697.169	\$1,450.00	\$354.00	\$231.06
Cambio del motor del banco N° 17 - 6	15.00	3697.169	\$1,450.00	\$354.00	\$231.06

**Cuadro N° 3 Lista de motores que por razones técnicas deben ser cambiados**

ACTIVIDADES	POTENCIA DEL MOTOR H.P.	AHORRO EN ENERGIA ELECTRICA	PRESUPUESTO	COSTO	VALOR ACTUAL
	Nuevo	kWh/año	Precio del motor de alta eficiencia	DIFERENCIAL (\$)	NETO (VAN) EN 5 AÑOS
Cambio del motor de la Bomba N° 6	60.00	26464.582	\$5,360.00	\$1,875.00	2312.84

**Cuadro N° 4 Motor que por razones técnicas debe ser cambiado**

10. Los motores mostrados en el cuadro N° 5, trabajan con eficiencias bajas y resultan mas rentables cambiarlos por motores de alta eficiencia, para estos

cálculos no se trabajaron con costos diferenciales sino con costos totales, lo que es el presupuesto. Las pérdidas en 5 años son superiores al costo del motor y los ahorros por el resto de la vida útil son beneficios para el usuario.

ACTIVIDADES	POTENCIA DEL MOTOR H.P.	AHORRO EN ENERGIA ELECTRICA	PRESUPUESTO	COSTO TOTAL (\$)	VALOR ACTUAL NETO (VAN) EN 5 AÑOS
	Nuevo	kWh/año	Precio del motor de alta eficiencia		
Cambio del motor de la Bomba N° 62	75.00	35146.224	\$5,299.00	\$5,299.00	262.66
Cambio del motor de la Bomba N° 81	75.00	34063.632	\$5,299.00	\$5,299.00	91.34
Cambio del motor de la Bomba N° 66	75.00	33623.424	<b>\$6,299.00</b>	\$5,299.00	21.68

### Cuadro N° 5 Lista de motores de mayor rentabilidad

11. En los cuadros N° 6 y 7 se muestran los motores que están trabajando dentro de las condiciones nominales y deberían ser cambiados después que los motores de los cuadros N° 3, N° 4 y N° 5 han sido reemplazados por motores de alta eficiencia, los motores de los siguientes cuadros también son listados en orden de mayor a menor beneficio.

ACTIVIDADES	POTENCIA DEL MOTOR H.P.	AHORRO EN ENERGIA ELECTRICA	PRESUPUESTO	COSTO DIFERENCIAL (\$)	VALOR ACTUAL NETO (VAN) EN 5 AÑOS
	Nuevo	kWh/año	Precio del motor de alta eficiencia		
Cambio del motor de la Bomba N° 16	125.00	34072.056	\$8,540.00	\$1,370.00	\$4,021.68
Cambio del motor de la Bomba N° 86	60.00	28297.728	\$5,360.00	\$1,875.00	\$2,602.93
Cambio del motor de la Bomba N° 95	250.00	52269.666	\$15,606.00	\$3,406.00	\$1,858.78
Cambio del motor de la Bomba N° 44	60.00	22387.284	\$5,360.00	\$1,875.00	\$1,667.64
Cambio del motor de la Bomba N° 68	25.00	9898.032	\$1,973.00	\$357.00	\$1,209.30
Cambio del motor de la Bomba N° 73	75.00	12822.575	\$5,299.00	\$1,113.00	\$916.09
Cambio del motor de la Bomba N° 61	30.00	13722.364	\$3,265.00	\$1,285.00	\$886.47
Cambio del motor NASH N° 3	250.00	33863.749	\$15,606.00	\$3,406.00	\$836.31
Cambio del motor de la Bomba N° 10	150.00	17252.793	\$9,968.00	\$2,071.00	\$659.14
Cambio del motor de la Bomba N° 13	250.00	24189.182	\$15,606.00	\$3,406.00	\$421.78
Cambio del motor SPENCER	300.00	35885.010	\$19,120.00	\$5,353.20	\$325.36
Cambio del motor de la Bomba N° 51	125.00	9678.600	\$8,540.00	\$1,370.00	\$161.57

### Cuadro N° 6 Lista de motores de las bombas de la planta concentradora

## RECOMENDACIONES

1. De todas las “Oportunidades de Ahorro de Energía” (OAE) es recomendable iniciar con “Iluminación” porque el tiempo de recuperación de la inversión es muy corto de 3 a 6 meses.
2. Las OAE en el proceso de compresión de aire, también deben ser iniciados, en el menor plazo posible ya que no requieren de altas inversiones, son tan solo reparar fugas. En el proceso de chancado es un tanto mas complicado, ya que el proceso de chancado debe ser mejorado, además de cambiar la chancadora primaria.
3. Cuando se compre un motor debe elegirse la eficiencia mínima garantizada, ya que la eficiencia nominal no se cumple.
4. Paralelamente es muy importante empezar por los cambios de motores que en base a razones técnicas sean necesarias, como son los motores de los cuadros N° 3 y 4 (ver conclusiones), es recomendable dar inicio en el orden en cual se encuentran listados para obtener beneficios. Después continuar con los reemplazos de los motores del cuadro N° 5 (ver conclusiones) que son aun mas rentables.
5. Reemplazar los motores de los cuadros N° 6 y 7 (ver conclusiones) cuando los motores de los cuadros N° 3, 4 y 5 (ver conclusiones) hayan sido reemplazados.

6. Iniciar la instalación de bancos de condensadores en el orden de mayor a menor VAN, según se muestran en los cuadros N° 10 y 11 (ver conclusiones).
7. Los bancos de condensadores deben descargarse con resistencias incorporadas o a través de bobinas de descarga antes de conectarlos a la red por medio de contactores (contactor de preconexión y contactor de servicio). Cuando los condensadores no están descargados completamente según la fase, duración de la conexión pueden producirse picos de corriente de más de dos veces de los que se producen cuando los condensadores están descargados. Estos picos pueden provocar la soldadura de los contactos principales de los contactores cuando se realiza la conexión.
8. En la parte técnica para mejorar la confiabilidad del motor y la eficiencia, es importante mantener la tensión dentro de un rango permitido, cuando se trabaje con sobretensiones no excederse del 10% (según NEMA) y el balance de fase correcta, identificar y eliminar corrientes de pico y prevenir armónicas en el suministro, esas corrientes elevadas no son solo responsables de fallas a motores sino daños a cables y transformadores. Se recomienda revisar los sistemas eléctricos periódicamente, especialmente antes de instalar un nuevo motor o hacer cambios al sistema y sus cargas.
9. Los motores empleados son como personas, ellos trabajan individualmente o en forma grupal, ellos pueden rendir mejor si se les cuida por eso es importante mantener trabajando a los motores de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Aunque los motores de energía eficiente pueden trabajar con altas temperaturas nominales y su aislamiento puede ser capaz de manejar altas temperaturas u

otros abusos. No hay razón para reducir su mantenimiento. Los motores deberían tener buena ventilación y ser periódicamente inspeccionados por problemas de suministro de potencia y vibración.

10. También se recomienda que los motores de mina subterránea tengan una aceptable ventilación por que la densidad de aire es menor (las instalaciones se encuentran a 4300 m.s.n.m.), la temperatura del medio aumenta y obstruye la circulación del medio refrigerante.
11. Un programa de mediciones frecuentes que permitan conocer un el funcionamiento de motores, si están trabajando a un bajo porcentaje de carga bajo, a plena carga o sobrecargados esto con la finalidad de adecuar la mejor capacidad del motor para un trabajo eficiente y además no esperar a que falle para repararlo.
12. Cualquiera que sea la directriz que tome la implementación de las oportunidades de ahorro de energía es importante dar inicio a dicha implementación por el proyecto que presente mayor rentabilidad, es decir empezar por el de mayor VAN y finalizar con el de menor VAN.
13. Para las oportunidades de ahorro de energía que ahora no resulten rentables no es recomendable dejarlos de lado, es conveniente seguir un programa de control tanto técnico como económico de todos los equipos.

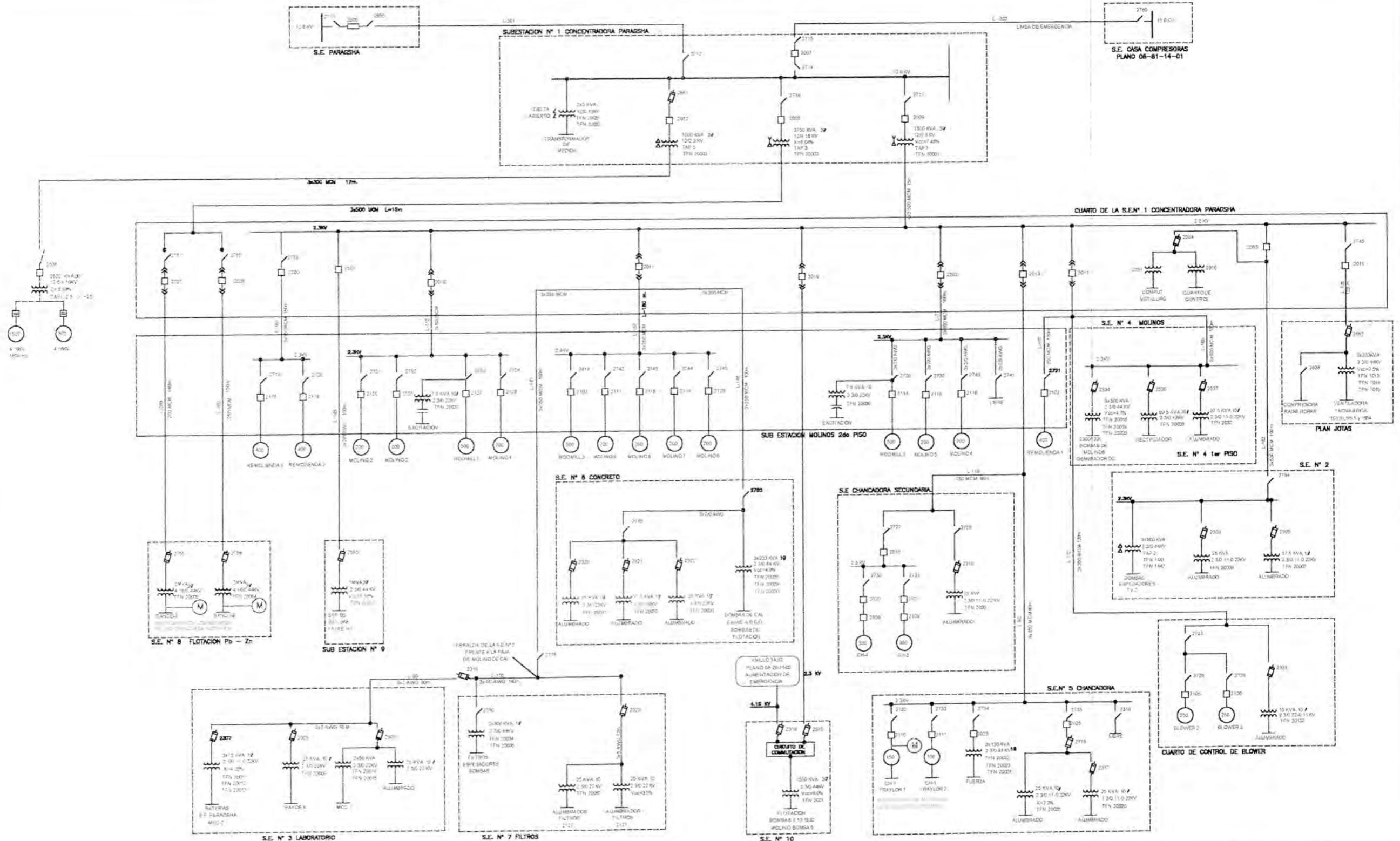
## BIBLIOGRAFIA

- [1] ANDRADE E., SIMON. “Evaluación de proyectos”  
Editora y librería Lucero S.R.L. - 2001
- [2] E. E. STAFF – M. I. T. “Circuitos Magnéticos y Transformadores”  
Editorial Reverte Argentina S.C.A. – 1980
- [3] FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA - FIDE  
Universidad Nacional de Ingeniería – PROCOBRE PERU
- [4] MANUAL DE BAJA TENSION  
Siemens
- [5] MANUAL DE MOTORES ELECTRICOS,  
WEG MOTORES LTDA.
- [6] MOTORES EFICIENTES,  
<http://www.motorsmatter.org/Motor%20Planning%20Kit.pdf>
- [7] MOTOR REPAIR TECH BRIEF  
OFFICE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES  
ENERGY EFFICIENCY Y RENEWABLE ENERGY. U.S. DEPARTMENT OF  
ENERGY - WASHINGTON  
<http://www.oit.doe.gov>

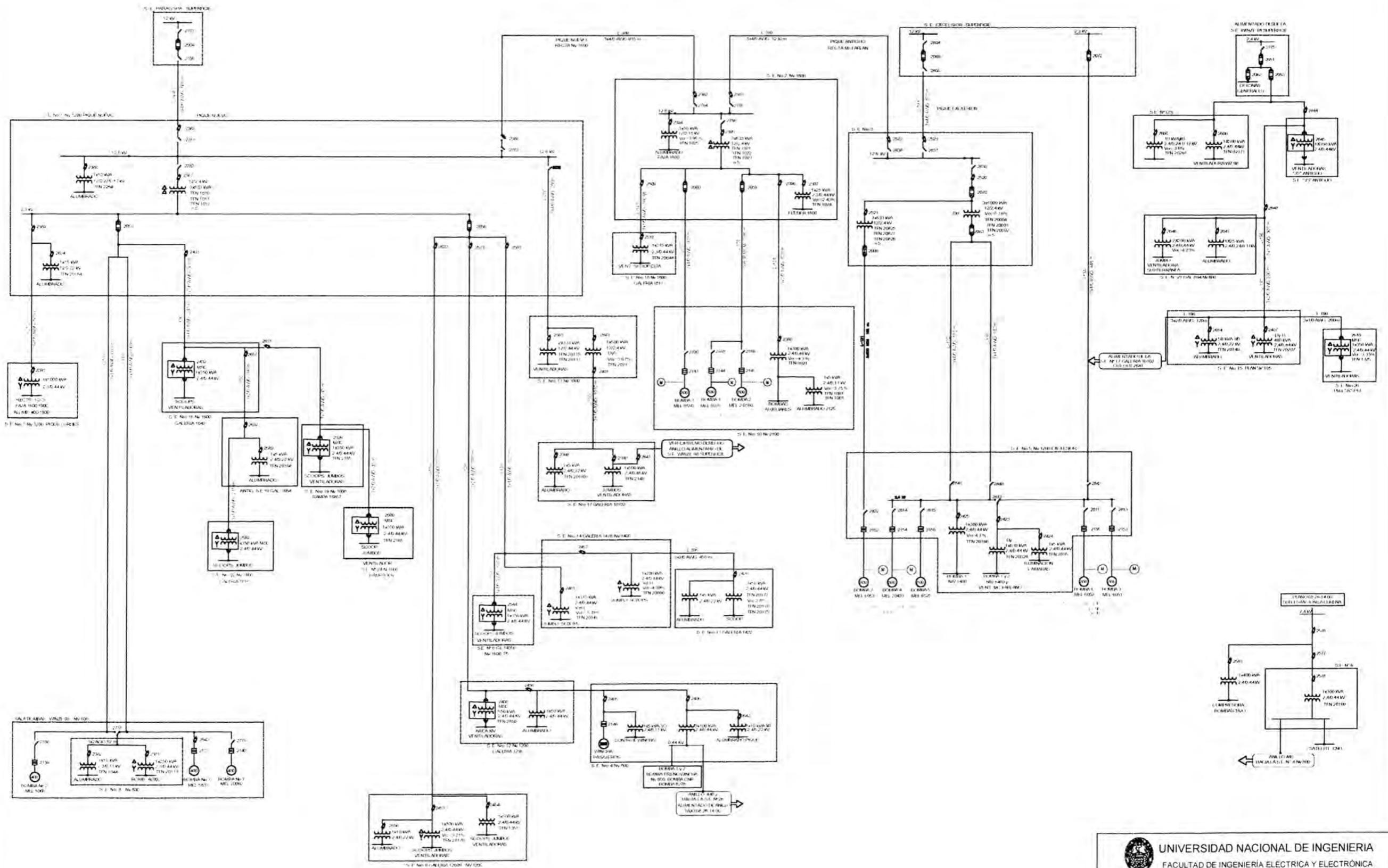
- [8] M.P. KOSTENKO, L. M. PIOTROVSKI. “Máquinas Eléctricas I y II”  
Traducido del ruso por el ingeniero Luis García Rodríguez  
Editorial MIR Moscú. – 1975
- [9] NORMA DE CABLES DE ENERGIA EN REDES DE DISTRIBUCION  
SUBTERRANEA  
Norma N ° DGE 013 – CS – 1
- [10] PERFORMANCE DATA FOR ABOVE NEMA MOTORS  
SIEMENS  
<http://www.sea.siemens.com/motors>
- [11] REDUCCION PERDIDAS EN REDES M.T.  
BANCO CONDENSADORES SOBRE POSTE  
COOPER Cooper Power Systems
- [12] USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LA INDUSTRIA  
LATINOAMERICA -1997  
El Programa Synergy
- [13] V CURSO DE ESPECIALIZACION EFICIENCIA ENERGETICA  
E IMPACTO AMBIENTAL - 2002  
CER – UNI , UMR – IAC, LARC

## **ANEXOS**

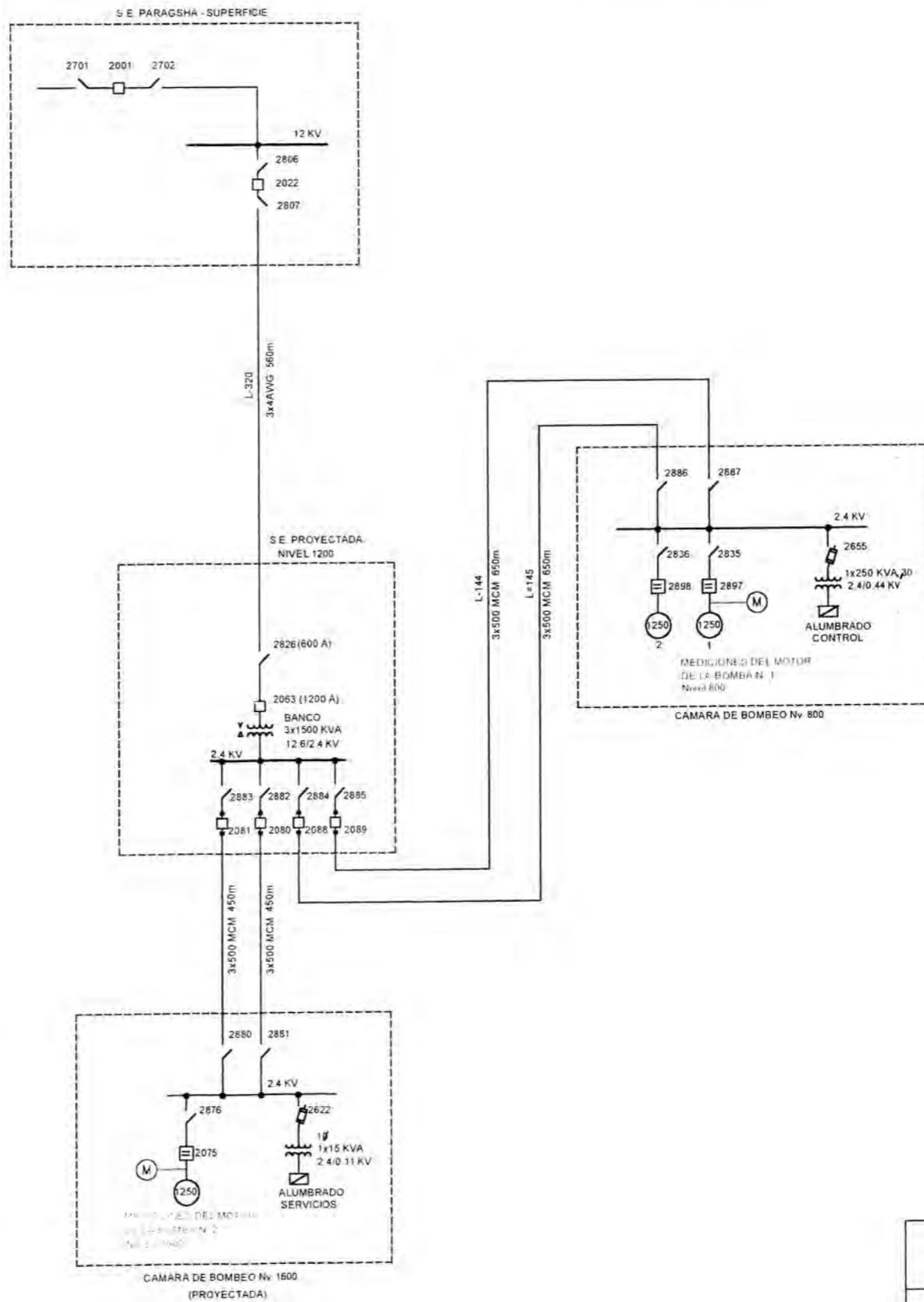
**ANEXO A**  
**“DIAGRAMAS UNIFILARES”**



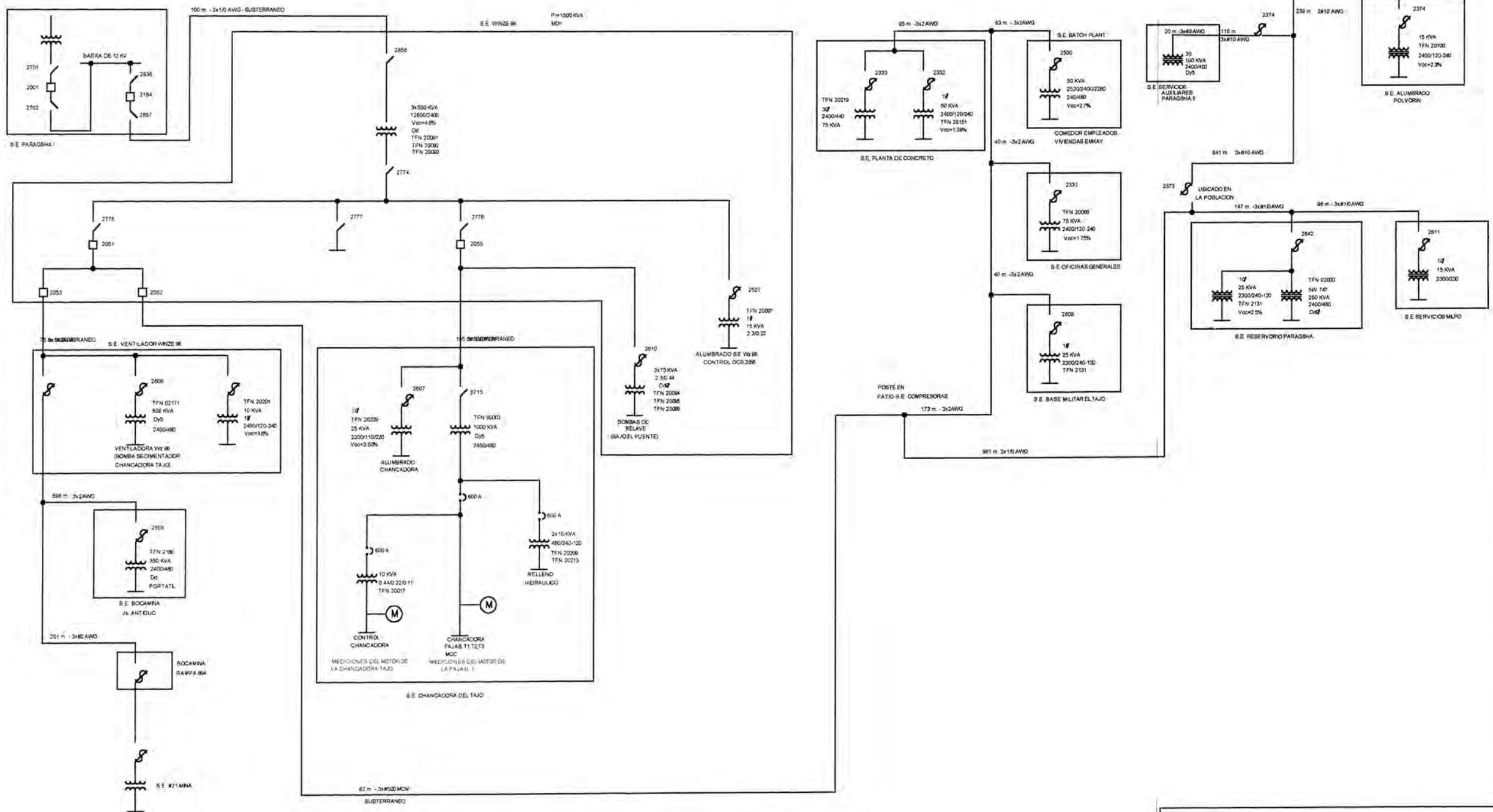
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
	FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
<b>TÍTULO</b>	DIAGRAMA UNIFILAR DE CONCENTRADORA PARAGSHA	
	PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA POR SUSTENTACION Y APROBACION DE TESIS	
<b>BACHILLER</b>	MIRIAM DORA CHÁVEZ LOPE	
<b>ASESOR</b>	FÉLIX VÍCTOR CACERES CÁRDENAS	
<b>FECHA</b>	OCTUBRE 2000	LÁMINA IE - 01



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
<b>TITULO</b>	DIAGRAMA UNIFILAR DE MINA SUBTERRANEA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA POR SUSTENTACION Y APROBACION DE TESIS	
<b>BACHILLER</b>	MIRIAM DORA CHAVEZ LOPE
<b>ASESOR</b>	FELIX VICTOR CACERES CARDENAS
<b>FECHA</b>	OCTUBRE 2000
	LAMINA IE - 02



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
<b>TÍTULO</b>	DIAGRAMA UNIFILAR - MINA PAMA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA POR SUSTENTACION Y APROBACION DE TESIS	
<b>BACHILLER</b>	MIRIAM DORA CHÁVEZ LOPE
<b>ASESOR</b>	FÉLIX VÍCTOR CÁCERES CÁRDENAS
<b>FECHA</b>	OCTUBRE 2000
<b>LAMINA</b>	IE - 03



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
<b>TÍTULO</b>	DIAGRAMA UNIFILAR DE CHANCADORA TAJO
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA POR SUSTENTACION Y APROBACION DE TESIS	
<b>BACHILLER</b>	MIRIAM DORA CHÁVEZ LOPE
<b>ASESOR</b>	FÉLIX VÍCTOR CÁCERES CÁRDENAS
<b>FECHA</b>	OCTUBRE 2000
LAMINA IE - 04	

**ANEXO B**

**“FACTURACIÓN ELÉCTRICA DE LA COMPAÑÍA MINERA VOLCAN”**

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA ENERO</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
POTENCIA LEIDA	kW mes	25,965.0
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	3,055,879
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	13,729,010
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	16,784,889
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$	164,877.75
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		
REGISTRADA EN HORAS PUNTA	\$	112,150.76
REGISTRADA EN HORAS FUERA PUNTA	\$	317,140.13
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>		
	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	594,168.64
<b>IGV (18%)</b>	\$	106,950.36
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	<b>701,119.00</b>

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

TARIFAS PARA FEBRERO		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$/ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$/ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$/ / kVArh	.50

CONSUMO EN EL MES		MT
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
POTENCIA LEIDA	kW mes	27,448.4
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,927,890
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	12,740,229
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,668,119
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

FACTURACIÓN EN EL MES		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$	174,297.34
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		
REGISTRADA EN HORAS PUNTA	\$	107,453.56
REGISTRADA EN HORAS FUERA PUNTA	\$	294,299.29
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>		
	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	576,050.19
<b>IGV (18%)</b>	\$	103,689.03
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	679,739.22

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

TARIFAS PARA MARZO		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ / kVArh	.50

CONSUMO EN EL MES		MT
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
POTENCIA LEIDA	kW mes	27,127.1
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	372.9
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	269.4
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	3,289,774
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	14,280,294
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	17,570,068
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

FACTURACIÓN EN EL MES		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$	172,257.09
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	585.45
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	845.92
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		
REGISTRADA EN HORAS PUNTA	\$	120,734.71
REGISTRADA EN HORAS FUERA PUNTA	\$	329,874.79
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	624,297.96
<b>IGV (18%)</b>	\$	112,373.63
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	736,671.59

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

TARIFAS PARA ABRIL		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ / kVArh	.50

CONSUMO EN EL MES		MT
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
POTENCIA LEIDA	kW mes	26,682.5
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	817.5
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	127.2
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,774,613
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	14,107,260
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	16,881,873
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

FACTURACIÓN EN EL MES		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$	169,433.88
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	1,283.48
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	399.41
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		
REGISTRADA EN HORAS PUNTA	\$	101,828.30
REGISTRADA EN HORAS FUERA PUNTA	\$	325,877.71
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>		
	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	598,822.78
<b>IGV (18%)</b>	\$	107,788.10
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	706,610.88

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA AGOSTO</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
POTENCIA LEIDA	kW mes	25,855.7
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	111.1
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,862,000
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	13,109,431
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,971,431
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$	164,183.70
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	174.43
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		
REGISTRADA EN HORAS PUNTA	\$	105,035.40
REGISTRADA EN HORAS FUERA PUNTA	\$	302,827.86
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>		
	\$	
SUB TOTAL	\$	572,221.39
IGV (18%)	\$	102,999.85
<b>TOTAL FACTURADO</b>	<b>\$</b>	<b>675,221.24</b>

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA SEPTIEMBRE</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$/ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$/ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$/ / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
POTENCIA LEIDA	kW mes	24,507.9
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	127.5
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,746,226
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	12,730,883
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,477,109
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>		kVArh

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$	155,625.17
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	200.18
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		
REGISTRADA EN HORAS PUNTA	\$	100,786.49
REGISTRADA EN HORAS FUERA PUNTA	\$	294,083.40
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>		
	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	550,695.24
<b>IGV (18%)</b>	\$	99,125.14
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	649,820.38

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA OCTUBRE</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$/ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$/ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$/ / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
POTENCIA LEIDA	kW mes	24,710.7
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,820,238
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	12,906,404
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,726,642
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		
POTENCIA CONTRATADA	\$	156,912.95
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		
REGISTRADA EN HORAS PUNTA	\$	103,502.73
REGISTRADA EN HORAS FUERA PUNTA	\$	298,137.93
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>		
	\$	
SUB TOTAL	\$	558,553.61
<b>IGV (18%)</b>	\$	100,539.65
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	<b>659,093.26</b>

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA DICIEMBRE</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
LEÍDA HASTA EL LÍMITE DE LA DEM. MAX. CONTRATADA	\$/ . / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ . / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ . / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ . / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$/ . / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$/ . / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$/ . / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	kW mes	24,507.2
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,590,189
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	13,060,515
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,650,704
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>	\$	<b>155,620.72</b>
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	\$	155,620.72
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>	\$	<b>396,757.84</b>
HORAS PUNTA	\$	95,059.94
HORAS FUERA PUNTA	\$	301,697.90
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	<b>552,378.56</b>
<b>IGV (18%)</b>	\$	<b>99,428.14</b>
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	<b>651,806.70</b>

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA ENERO</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
LEÍDA HASTA EL LÍMITE DE LA DEM. MAX. CONTRATADA	\$/ kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA MÁXIMA CONTRATADA</b>		<b>27,500.0</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	kW mes	24,084.6
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	387.7
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,682,833
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	12,466,435
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,149,268
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>	\$	<b>153,545.90</b>
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	\$	152,937.21
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	608.69
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>	\$	<b>386,434.62</b>
HORAS PUNTA	\$	98,459.97
HORAS FUERA PUNTA	\$	287,974.65
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	<b>539,980.52</b>
<b>IGV (18%)</b>	\$	<b>97,196.49</b>
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	<b>637,177.01</b>

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA FEBRERO</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
LEÍDA HASTA EL LÍMITE DE LA DEM. MAX. CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>KAT</b>
<b>DEMANDA MÁXIMA CONTRATADA</b>		<b>27,500.0</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	kW mes	24,128.9
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	73.2
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,551,524
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	11,232,183
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	13,783,707
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>		<b>\$ 153,333.44</b>
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	\$	153,218.52
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	114.92
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>		<b>\$ 353,104.36</b>
HORAS PUNTA	\$	93,640.93
HORAS FUERA PUNTA	\$	259,463.43
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>		\$
<b>SUB TOTAL</b>	\$	<b>506,437.80</b>
<b>IGV (18%)</b>	\$	<b>91,158.80</b>
<b>TOTAL FACTURADO</b>	<b>\$</b>	<b>597,596.60</b>

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA MARZO</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
LEÍDA HASTA EL LÍMITE DE LA DEM. MAX. CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$/ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$/ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$/ / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA MÁXIMA CONTRATADA</b>		<b>27,500.0</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	kW mes	24,407.2
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,526,528
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	12,593,423
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,119,951
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACIÓN EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>	\$	<b>154,985.72</b>
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	\$	154,985.72
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>	\$	<b>383,631.65</b>
HORAS PUNTA	\$	92,723.58
HORAS FUERA PUNTA	\$	290,908.07
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	<b>538,617.37</b>
<b>IGV (18%)</b>	\$	<b>96,951.13</b>
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	<b>635,568.50</b>

**FACTURACION POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
VOLCAN COMPAÑIA MINERA S.A.A. - CERRO DE PASCO**

<b>TARIFAS PARA ABRIL</b>		
<b>PRECIOS DE POTENCIA</b>		
LEÍDA HASTA EL LÍMITE DE LA DEM. MAX. CONTRATADA	\$/ / kW mes	6.35
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$/ / kW mes	12.70
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$/ / kW mes	1.57
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$/ / kW mes	3.14
<b>PRECIOS DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	ctv.\$./ / kWh	3.67
HORAS FUERA DE PUNTA	ctv.\$./ / kWh	2.31
<b>PRECIOS DE ENERGIA REACTIVA</b>		
QUE EXCEDE EL 33% DEL kWh TOTAL	ctv.\$./ / kVArh	.50

<b>CONSUMO EN EL MES</b>		<b>MT</b>
<b>DEMANDA MÁXIMA CONTRATADA</b>		<b>27,500.0</b>
<b>DEMANDA DE POTENCIA</b>		
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	kW mes	24,947.8
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	kW mes	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	kW mes	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	kW mes	
<b>CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA</b>		
HORAS PUNTA	kWh	2,806,462
HORAS FUERA DE PUNTA	kWh	12,299,348
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA	kWh	15,105,810
<b>EXCESO DE ENERGIA REACTIVA</b>	kVArh	

<b>FACTURACION EN EL MES</b>		
<b>PAGOS POR POTENCIA</b>	\$	<b>158,418.53</b>
DEMANDA MÁXIMA LEÍDA	\$	158,418.53
EXCESO EN HORAS DE PUNTA	\$	
ADICIONAL EN FUERA DE PUNTA	\$	
EXCESO EN HORAS FUERA PUNTA	\$	
<b>PAGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>	\$	<b>387,112.10</b>
HORAS PUNTA	\$	102,997.16
HORAS FUERA PUNTA	\$	284,114.94
<b>PAGOS POR ENERGIA REACTIVA</b>	\$	
<b>SUB TOTAL</b>	\$	<b>545,530.63</b>
<b>IGV (18%)</b>	\$	<b>98,195.51</b>
<b>TOTAL FACTURADO</b>	\$	<b>643,726.14</b>

**ANEXO C**

**“REPORTE DE MEDICIONES DE MOTORES DEL PROCESO DE  
CHANCADO Y BOMBAS MINA”**

# 1. Motor de chancadora tajo

## Datos de Placa : Motor de Inducción

N° Reparaciones: 1  
 Marca: General Electric  
 P(HP): 200  
 P(kW): 149.2  
 V(V): 440  
 RPM: 580  
 Hz: 60  
 IN(A): 287  
 n%: 92%

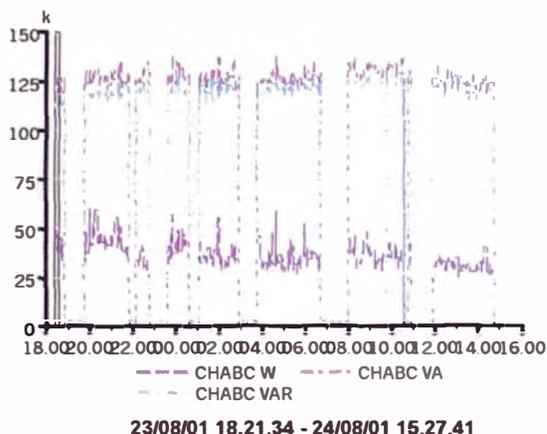
## Datos de un punto de medición – CASO B

### Event waveform/detail

Timed event at 24/08/01 04.33.34,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	485.4	485.3	485.9	0.5	485.6
I	165.9	162.7	164.1	6.2	492.7
kW	-6.6	-6.9	-5.8	0.0	58.9
kVA	80.6	78.9	79.7	0.0	138.4
kVAR	80.3	78.6	79.5	0.0	125.3
PF	0.082	0.087	0.072	0.558	0.426
VTHD	1.42	1.53	1.51	0.00	
ITHD	1.46	1.46	2.00	0.00	
V H3	0.2	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.6	0.5	1.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.1	0.0	
Demand	-19.7	-19.8	-18.8	0.0	31.2 (kW)
Energy	-99.6	-100.8	-97.5	0.0	273.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

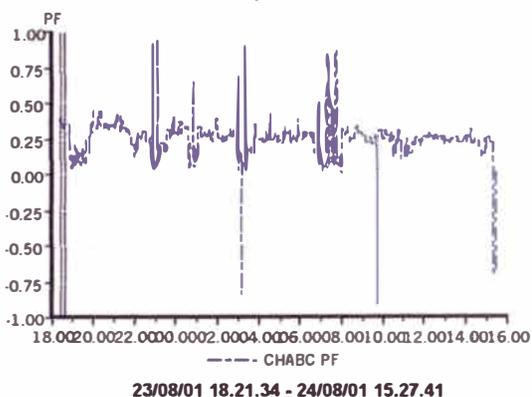
Curvas de las Potencias  
 Timeplot chart



### Datos de la red

Po (kW)	2.5
Pcc (kW)	9.3
Ic (Amp)	395
In (Amp)	1312.16
1/a	0.1913
XT (%)	5%
kVAT	1000
R (ohm/km)	0.0754
L (km)	0.195
Vp (VolR)	2300

Curva del del Factor de potencia  
 Timeplot chart



# 2. Motor de la faja 1 de chancadora tajo

## Datos de Placa :Motor de Inducción

Marca: Delcrosa  
 P(HP): 150  
 P(kW): 111.9  
 V(V): 440  
 RPM: 1180  
 Hz: 60  
 IN(A): 190  
 f.s.: 1.15  
 n%: 92%  
 tipo: NVS 31526  
 Serie: 160365M2

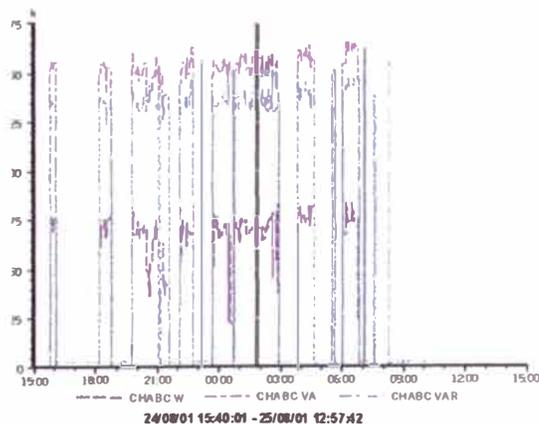
## Datos de un punto de medición – CASO A

### Event waveform/detail

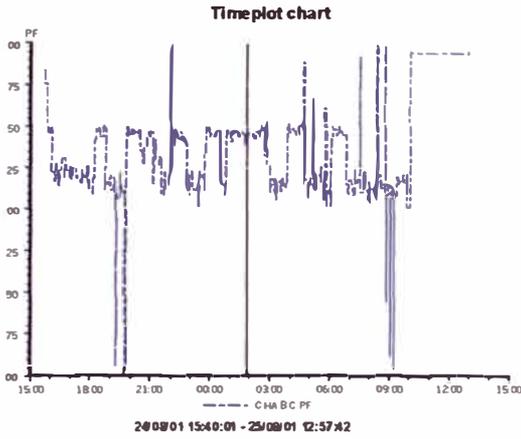
Timed event at 24/08/01 04.27.33.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	482.7	482.5	483.0	0.5	482.8
I	153.9	150.6	152.2	6.0	456.7
kW	-18.7	-16.9	-15.7	0.0	36.9
kVA	74.3	72.7	73.5	0.0	127.4
kVAR	72.3	70.7	71.8	0.0	122.0
PF	0.225	0.233	0.213	0.553	0.289
VTHD	1.87	2.02	1.87	0.00	
ITHD	4.03	4.12	4.08	0.00	
V H3	0.2	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.6	0.6	1.1	0.0	
TDF	1.1	1.1	1.1	0.0	
Demand	-17.6	-17.7	-16.8	0.0	35.5 (kW)
Energy	-97.6	-98.8	-95.6	0.0	270.0 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

Curvas de las Potencias  
 Timeplot chart



### Curva del Factor de potencia



### Datos de un punto de medición

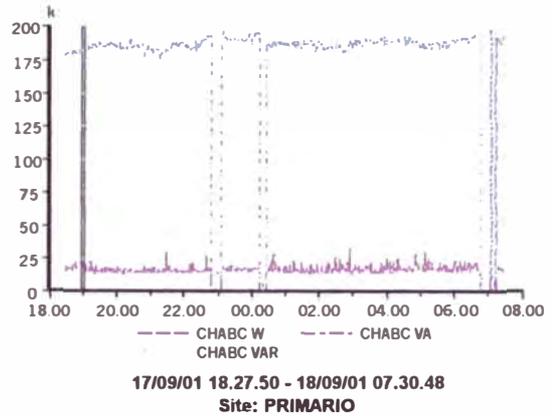
Event waveform/detail  
 Timed event at 25/08/01 01:47:55.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	486.7	486.5	487.1	0.5	486.8
I	186.0	183.6	186.6	6.4	56.2
kW	-7.2	-6.3	-6.2	0.0	67.7
kVA	80.5	89.3	90.9	0.0	156.8
kVAR	90.2	89.1	90.7	0.0	141.2
PF	0.070	0.071	0.069	0.552	0.433
VTHD	0.31	0.34	0.34	0.00	
ITHD	2.50	2.54	2.30	0.00	
V H3	0.2	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.8	0.3	0.1	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	-8.7	-5.9	-5.7	0.0	68.3 (kW)
Energy	-2.4	-2.1	-2.0	0.0	30.0 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

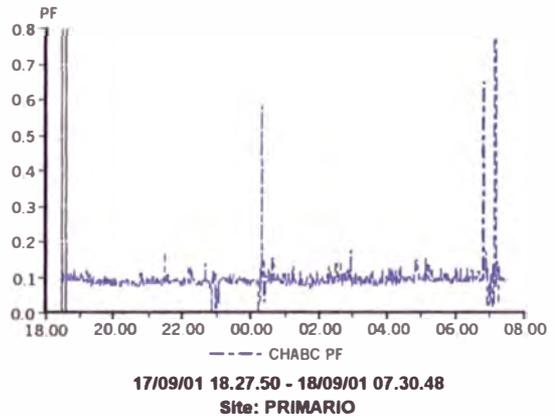
### 3. Motor chancadora primaria

MEL: 8017  
 N° Reparaciones:6  
 Marca: General Electric  
 P(HP): 150  
 V(V): 2200  
 RPM: 709  
 Hz: 865  
 IN(A): 38  
 n%: 93%

### Curvas de las Potencias



### Curva del Factor de potencia



MEDICIONES			
Ubicación:	Faja Chancadora Tajo		
Potencia Total (kVA)	156.6		
Potencia Activa (kW)	67.7		
Potencia Reactiva (kVAR)	141.2		
Va (A):	486.7	Ia (A):	186.0
Vb (A):	486.5	Ib (A):	183.6
Vc (A):	487.1	Ic (A):	186.6
F.P.:	0.433	Frecuencia (Hz):	60.0

### Datos de la red

Po (kW)	2.5
Pcc (kW)	9.3
Ic (Amp)	472.23
In (Amp)	1312.159703
1/fa	0.191304348
XT (%)	5%
kVAT	1000
R (ohm/km)	0.0754
L (km)	0.195
Vp (Volt)	2300

### Datos de un punto de medición

Event waveform/detail  
 Timed event at 17/09/01 23:36:49.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2384.4	2380.2	2387.2	0.5	2383.7
I	46.1	45.2	46.6	6.4	137.8
kW	-46.1	-44.1	-43.6	0.0	19.1
kVA	109.9	107.6	111.1	0.0	189.1
kVAR	100.3	98.1	102.2	0.0	188.2
PF	0.410	0.410	0.392	0.672	0.101
VTHD	0.60	0.64	0.68	0.00	
ITHD	2.17	4.44	6.04	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.3	0.0	
I H3	0.8	2.1	0.8	0.0	
TDF	1.2	1.6	1.9	0.0	
Demand	-46.1	-46.0	-46.0	0.0	17.9 (kW)
Energy	-218.9	-216.6	-210.2	0.0	81.2 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	69.8				
UNBAL	0.2				

MEDICIONES			
Ubicación:	Chancadora primaria		
Potencia Total (kVA)	189.1		
Potencia Activa (kW)	19.1		
Potencia Reactiva (kVAR)	188.2		
Va (A):	2384.4	Ia (A):	46.1
Vb (A):	2380.2	Ib (A):	45.2
Vc (A):	2387.2	Ic (A):	46.5
F.P.:	0.101	Frecuencia (Hz):	59.8

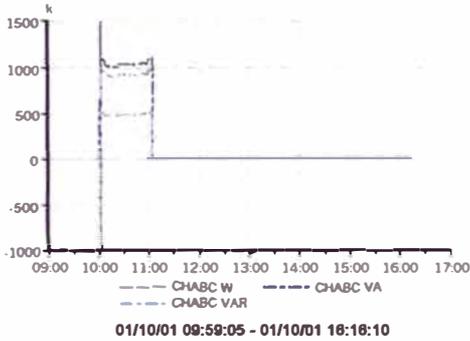
MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°1 Nv 800		
Potencia Total (kVA)	1044.9		
Potencia Activa (kW)	921.7		
Potencia Reactiva (kVAR)	492.2		
Va (A):	2434	Ia (A):	245.7
Vb (A):	2434.4	Ib (A):	248.3
Vc (A):	2434.6	Ic (A):	248.1
F.P.:	0.882	Frecuencia (Hz):	60.2

#### 4. Motor de la bomba N° 1 Nivel 800

##### Datos de Placa

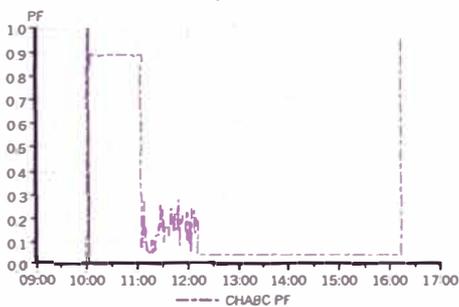
**Mel:** 20433  
**Marca:** Realiance Electric  
**P(HP):** 1250  
**V(V):** 2300  
**RPM:** 3575  
**Hz:** 60  
**IN(A):** 275

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



##### Curva del comportamiento del Factor de potencia

Timeplot chart



##### Datos de un punto de medición

###### Event waveform/detail

Timed event at 01/10/01 10:53:31.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unk	A	B	C	D	ABC
V	2434.0	2434.4	2434.5	0.3	2434.5
I	245.7	248.3	248.1	6.8	742.2
kW	317.6	323.7	320.8	0.0	921.7
kVA	598.1	604.5	604.1	0.0	1044.9
kVAR	506.8	510.6	512.0	0.0	492.2
PF	0.531	0.535	0.531	0.326	0.882
VTHD	0.43	0.52	0.52	0.00	
ITHD	1.02	0.90	1.04	0.00	
V H3	0.1	0.2	0.2	0.0	
I H3	0.6	0.2	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	317.5	324.0	320.3	0.0	922.1 (kW)
Energy	257.1	259.9	255.3	0.0	749.5 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	60.2				
UNBAL	0.0				

##### Datos de la red

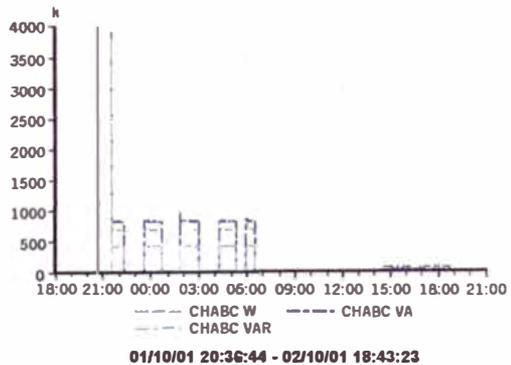
Parámetros	L-144	L-145	L-320
Po (kW)	2.5	-	-
Pcc (kW)	15.957	-	-
Ic (Amp)	447.2	-	-
In (Amp)	379.76	-	-
1/a	0.1825	-	-
XT (%)	5.73%	-	-
kVAT	1500	-	-
R (ohm/km)	0.0754	0.153	-
L (km)	0.650	0.560	-
Vs (Voll)	2300	-	-
Vp (Voll)	12000	-	-

#### 5. Motor de la bomba N° 2 Nivel 1600

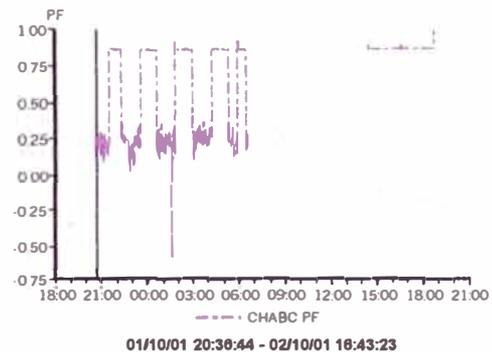
##### Datos de Placa

**Marca:** Realiance Electric  
**P(HP):** 1250  
**V(V):** 2300  
**RPM:** 3575  
**Hz:** 60

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



Curva del Factor de potencia  
Timeplot chart



### Datos de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 02/10/01 02:08:45.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2423.7	2410.8	2411.4	0.4	2411.1
I	198.5	197.9	200.5	5.4	598.9
kW	228.9	234.9	235.8	0.0	713.1
kVA	481.1	477.1	483.8	0.0	835.7
kVAR	423.1	415.2	422.3	0.0	435.8
PF	0.478	0.492	0.487	0.479	0.853
VTHD	0.48	0.98	0.81	0.00	
ITHD	1.28	1.54	1.49	0.00	
VH3	0.2	0.3	0.2	0.0	
IH3	0.4	0.2	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	228.6	234.5	234.9	0.0	711.9 (kW)
Energy	889.1	935.9	913.4	0.0	2824.6 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	0.3				

### Datos de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 25/09/01 12:15:44.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2557.1	2537.7	2553.9	0.3	2545.9
I	173.6	168.4	172.0	7.9	513.9
kW	252.6	243.4	262.7	0.0	685.5
kVA	443.8	427.3	439.2	0.0	756.4
kVAR	365.0	351.3	352.0	0.0	319.7
PF	0.569	0.569	0.588	0.820	0.806
VTHD	0.72	0.71	0.82	0.00	
ITHD	0.83	1.30	1.33	0.00	
VH3	0.2	0.1	0.1	0.0	
IH3	0.1	0.3	0.3	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	251.1	241.8	260.6	0.0	681.9 (kW)
Energy	686.2	662.8	703.8	0.0	1857.4 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.3	
HZ	60.2				
UNBAL	0.5				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°2 Nv 1600		
Potencia Total (kVA)	835.7		
Potencia Activa (kW)	713.1		
Potencia Reactiva (kVAR)	435.8		
Va (A):	2423	Ia (A):	198.5
Vb (A):	2410.8	Ib (A):	197.9
Vc (A):	2411.4	Ic (A):	200.5
F.P.:	0.853	Frecuencia (Hz):	60.0

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°1 Nv 1200		
Potencia Total (kVA)	756.4		
Potencia Activa (kW)	685.5		
Potencia Reactiva (kVAR)	319.7		
Va (A):	2557.1	Ia (A):	173.6
Vb (A):	2537.7	Ib (A):	168.4
Vc (A):	2553.9	Ic (A):	172
F.P.:	0.908	Frecuencia (Hz):	60.2

### Datos de la red

Parámetros	L-361	L-362	L-320
Po (kW)	2.5	-	-
Pcc (kW)	15.957	-	-
Ic (Amp)	447.2	-	-
In (Amp)	379.76	-	-
1/a	0.1825	-	-
XT (%)	5.73%	-	-
kVAT	1500	-	-
R (ohm/km)	0.0754	0.153	-
L (km)	0.450	0.560	-
Vs (Volt)	2300	-	-
Vp (Volt)	12000	-	-

### Datos de la red

Parámetros	L-134 y L-351
Po (kW)	2.5
Pcc (kW)	17.3
Ic (Amp)	447.2
In (Amp)	379.76
1/a	0.1825
XT (%)	5.00%
kVAT	1000
R (ohm/km)	0.153
L (km)	0.950
Vs (Volt)	2400
Vp (Volt)	50000

### 6. Motor de la bomba N°1 Nivel 1200

#### Datos de Placa

Reparaciones:	8 rebobinados
MEL:	6052
Marca:	General Electric
P(HP):	800
V(V):	2300
RPM:	3580
Hz:	60
IN(A):	172
η%:	93%

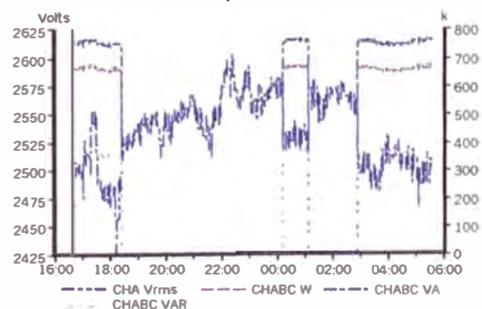
### 7. Motor de la bomba N° 2 Nivel 1200

#### Datos de Placa

N° Reparaciones:	4 rebobinados
Marca:	General Electric
P(HP):	800
V(V):	2300
RPM:	3580
Hz:	60
IN(A):	172

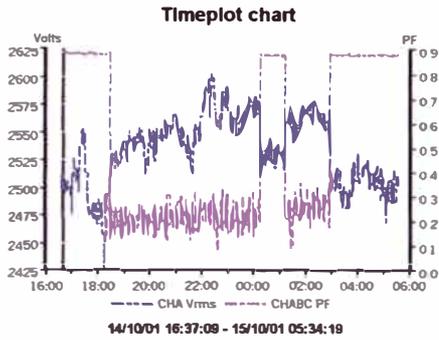
### Curvas de las Potencias

#### Timeplot chart



14/10/01 18:37:09 - 15/10/01 05:34:19

## Curva del Factor de potencia



## Datos de un punto de medición

### Event waveform/detail

Timed event at 15/10/01 00:37:01.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2535.3	2530.5	2531.0	0.4	2530.8
I	175.3	176.2	173.6	7.3	525.0
kW	232.5	228.0	228.3	0.0	671.4
kVA	444.4	445.8	439.4	0.0	767.6
kVAR	378.7	383.1	375.4	0.0	372.0
PF	0.523	0.511	0.520	0.722	0.875
VTHD	0.77	0.79	0.91	0.00	
ITHD	1.20	1.14	1.40	0.00	
V H3	0.3	0.1	0.3	0.0	
I H3	0.4	0.1	0.1	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	232.5	227.8	227.9	0.0	669.9 (kW)
Energy	37.3	36.5	36.4	0.0	107.2 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.3	
HZ	60.1				
UNBAL	0.1				

## Datos de un punto de medición

### Event waveform/detail

Timed event at 28/09/01 07:07:08.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2578.5	2561.9	2574.8	0.3	2568.3
I	160.1	155.8	158.8	7.0	472.3
kW	218.8	208.5	221.2	0.0	620.5
kVA	412.7	398.7	403.2	0.0	701.9
kVAR	351.2	339.8	337.1	0.0	328.1
PF	0.525	0.523	0.549	0.718	0.884
VTHD	1.01	0.98	1.06	0.00	
ITHD	1.12	1.55	1.13	0.00	
V H3	0.2	0.1	0.2	0.0	
I H3	0.4	0.8	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	217.4	209.2	221.8	0.0	819.8 (kW)
Energy	2498.8	2437.3	2558.8	0.0	7070.2 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	80.0				
UNBAL	0.4				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°3 Nv 1200		
Potencia Total (kVA)	701.9		
Potencia Activa (kW)	620.5		
Potencia Reactiva (kVAR)	328.1		
Va (A):	2578.5	Ia (A):	160.1
Vb (A):	2561.9	Ib (A):	155.6
Vc (A):	2574.8	Ic (A):	156.6
F.P.:	0.884	Frecuencia (Hz):	60.0

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°2 Nv 1200		
Potencia Total (kVA)	767.6		
Potencia Activa (kW)	671.4		
Potencia Reactiva (kVAR)	372.0		
Va (A):	2535.3	Ia (A):	175.3
Vb (A):	2530.5	Ib (A):	176.2
Vc (A):	2531.0	Ic (A):	173.6
F.P.:	0.875	Frecuencia (Hz):	60.1

## Datos de la red

Parámetros	L-134	L-351
Po (kW)	2.5	-
Pcc (kW)	17.3	-
Ic (Amp)	175.4	-
In (Amp)	242.6	-
1/a	0.2	-
XT (%)	5.76%	-
kVAT	1000	-
R (ohm/km)	0.153	0.153
L (km)	0.070	0.5
Vs (Volt)	2400	-
Vp (Volt)	12000	-

## Datos de la red

Parámetros	L-131	L-311
Po (kW)	2.5	-
Pcc (kW)	17.3	-
Ic (Amp)	175	-
In (Amp)	210.9	-
1/a	0.191	-
XT (%)	5.00%	-
kVAT	833	-
R (ohm/km)	0.153	0.153
L (km)	0.070	0.57
Vs (Volt)	2300	-
Vp (Volt)	12000	-

## 8. Motor de la bomba N°3 Nivel 1200

### Datos de Placa

MEL:	6052
N° Reparaciones:	6 Rebobinados
Marca:	General Electric
P(HP):	800
V(V):	2300
RPM:	3580
HZ:	60
IN(A):	172

## 9. Motor de la bomba N° 4 Nivel 1200

### Datos de Placa

MEL:	20682
Marca:	Reliance electric
P(HP):	900
V(V):	2300
RPM:	3583
HZ:	60
IN(A):	195
f.s:	1.15

## Datos de un punto de medición

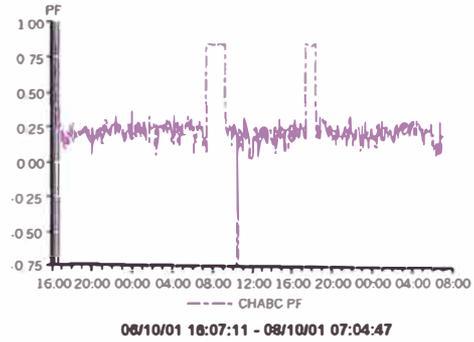
### Event waveform/detail

Timed event at 28/09/01 07:02:29.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2559.8	2539.2	2555.6	0.3	2547.4
I	167.5	164.2	159.6	7.3	491.2
kW	236.0	214.2	227.6	0.0	641.6
kVA	428.7	416.9	407.9	0.0	724.1
kVAR	357.9	357.6	338.5	0.0	335.7
PF	0.551	0.514	0.558	0.784	0.886
VTHD	0.87	0.85	0.87	0.00	
ITHD	1.14	1.59	1.19	0.00	
V H3	0.2	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.1	0.4	0.4	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	235.6	214.1	227.2	0.0	641.2 (kW)
Energy	1378.8	1276.3	1291.2	0.0	3775.0 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	60.1				
UNBAL	0.5				

## Curva del Factor de potencia

### Timeplot chart



## Datos de un punto de medición

### Event waveform/detail

Timed event at 07/10/01 08:22:48.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2486.0	2483.2	2480.9	0.4	2482.1
I	165.2	165.1	164.6	6.1	495.0
kW	190.2	192.4	189.8	0.0	601.6
kVA	410.7	410.1	408.4	0.0	714.0
kVAR	364.0	362.1	361.6	0.0	384.5
PF	0.463	0.469	0.465	0.564	0.843
VTHD	0.85	0.94	0.84	0.00	
ITHD	1.05	1.56	1.39	0.00	
V H3	0.1	0.2	0.2	0.0	
I H3	0.2	0.8	0.8	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	189.8	191.9	189.6	0.0	602.3 (kW)
Energy	72.1	72.7	72.0	0.0	226.8 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°4 Nv 1200		
Potencia Total (kVA)	724.1		
Potencia Activa (kW)	641.6		
Potencia Reactiva (kVAR)	335.7		
Va (A):	2559.8	Ia (A):	167.5
Vb (A):	2539.2	Ib (A):	164.2
Vc (A):	2555.6	Ic (A):	159.6
F.P.:	0.886	Frecuencia (Hz):	60.1

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°1 Nv 2125		
Potencia Total (kVA)	714		
Potencia Activa (kW)	601.6		
Potencia Reactiva (kVAR)	384.5		
Va (A):	2486	Ia (A):	165.2
Vb (A):	2483.2	Ib (A):	165.1
Vc (A):	2480.9	Ic (A):	164.6
F.P.:	0.843	Frecuencia (Hz):	59.9

## Datos de la red

Parámetros	L-132	L-311
Po (kW)	2.5	-
Pcc (kW)	17.3	-
Ic (Amp)	163.7	-
In (Amp)	242.6	-
1/a	0.2	-
XT (%)	5.76%	-
kVAT	1000	-
R (ohm/km)	0.153	0.153
L (km)	0.070	0.57
Vs (Volt)	2400	-
Vp (Volt)	12000	-

## Datos de la red

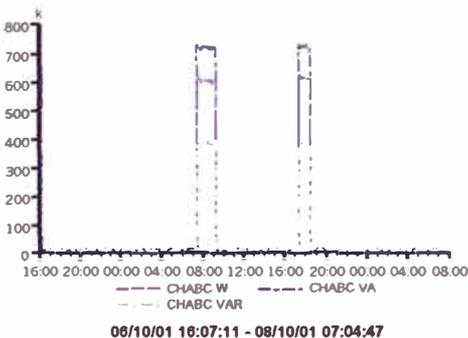
Parámetros	L-125	L-309
Po (kW)	2.5	-
Pcc (kW)	17.3	-
Ic (Amp)	164.9	-
In (Amp)	210.9	-
1/a	0.2	-
XT (%)	5.76%	-
kVAT	833	-
R (ohm/km)	0.268	0.153
L (km)	1.706	0.915
Vs (Volt)	2400	-
Vp (Volt)	12000	-

## 10. Motor de la bomba N°1 Nivel 2125

### Datos de Placa

MEL:	6075
Marca:	General Electric
P(HP):	800
V(V):	2300
RPM:	3575
Hz:	60
IN(A):	180

### Curvas de las Potencias Timeplot chart



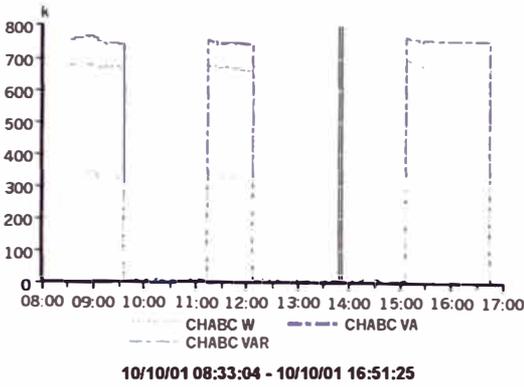
## 11. Motor de la bomba N°2 Nivel 2125

### Datos de Placa

MEL:	6547
Marca:	General Electric
P(HP):	800
V(V):	2300
RPM:	3575
Hz:	60
IN(A):	190

### Curvas de las Potencias

Timeplot chart

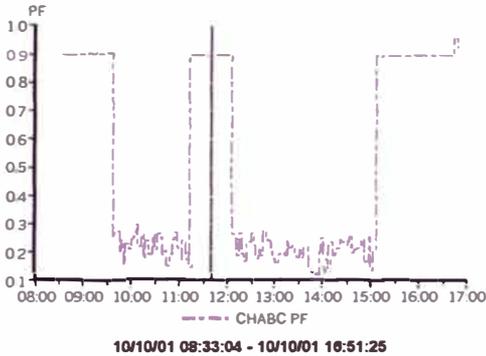


### Datos de la red

Parámetros	L-125	L-309
Po (kW)	2.5	-
Pcc (kW)	17.3	-
Ic (Amp)	-	-
In (Amp)	202.11	-
1/a	0.2	-
XT (%)	5.76%	-
kVAT	833	-
R (ohm/km)	0.268	0.153
L (km)	1.706	0.915
Vs (Volt)	2400	-
Vp (Volt)	12000	-

### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



### 12. Motor de la bomba N°3 Nivel 2125

#### Datos de Placa

**MEL:** 6550  
**Marca:** General Electric  
**P(HP):** 800  
**V(V):** 2300  
**RPM:** 3575  
**Hz:** 60  
**IN(A):** 190

### Datos de un punto de medición

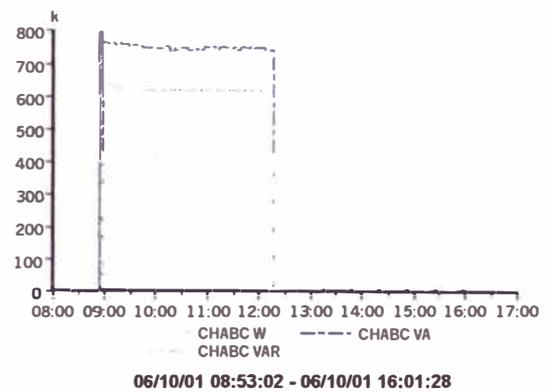
#### Event waveform/detail

Timed event at 10/10/01 11:42:03.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2442.6	2442.1	2436.1	0.4	2439.1
I	174.6	177.6	173.8	6.1	526.0
kW	239.6	242.7	231.7	0.0	667.0
kVA	426.4	433.8	423.3	0.0	744.6
kVAR	352.7	359.6	354.3	0.0	331.1
PF	0.562	0.559	0.547	0.599	0.896
VTHD	1.00	0.96	0.91	0.00	
ITHD	1.90	2.01	2.07	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.1	0.2	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	240.1	243.5	232.7	0.0	668.1 (kW)
Energy	375.2	388.1	361.8	0.0	1058.8 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	0.2				

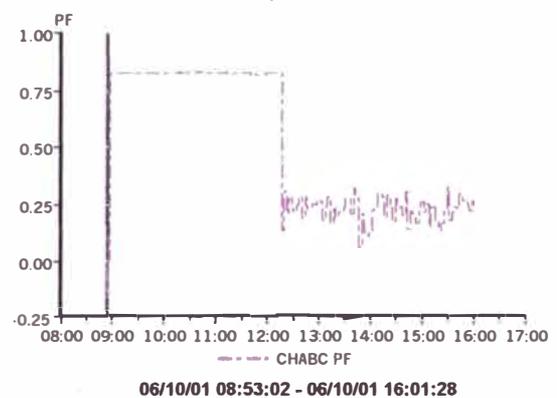
### Curvas de las Potencias

Timeplot chart



### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°2 Nv 2125		
Potencia Total (kVA)	744.6		
Potencia Activa (kW)	667		
Potencia Reactiva (kVAR)	331.1		
Va (A):	2442.6	Ia (A):	174.6
Vb (A):	2442.1	Ib (A):	177.6
Vc (A):	2436.1	Ic (A):	173.8
F.P.:	0.896	Frecuencia (Hz):	60.0

## Datos de un punto de medición

### Event waveform/detail

Timed event at 06/10/01 11:00:45.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	2450.9	2448.5	2445.0	0.4	2446.7
I	175.7	176.8	174.4	6.0	526.8
kW	188.8	190.3	185.7	0.0	618.5
kVA	430.5	432.8	426.3	0.0	749.3
kVAR	386.9	388.7	383.8	0.0	422.9
PF	0.439	0.440	0.435	0.509	0.825
VTHD	0.45	0.49	0.45	0.00	
ITHD	1.05	1.22	1.43	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	0.2	0.3	0.6	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	188.1	190.1	184.9	0.0	616.8 (kW)
Energy	387.7	391.6	380.8	0.0	1272.4 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.1				
UNBAL	0.1				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la bomba N°3 Nv 2125		
Potencia Total (kVA)	749.3		
Potencia Activa (kW)	618.5		
Potencia Reactiva (kVAR)	422.9		
Va (A):	2450.9	Ia (A):	175.7
Vb (A):	2448.5	Ib (A):	176.8
Vc (A):	2445.0	Ic (A):	174.4
F.P.:	0.825	Frecuencia (Hz):	60.1

## Datos de la red

Parámetros	L-127	L-309
Po (kW)	2.5	-
Pcc (kW)	17.3	-
Ic (Amp)	175.63	-
In (Amp)	202.11	-
1/a	0.2	-
XT (%)	5.76%	-
kVAT	833	-
R (ohm/km)	0.268	0.153
L (km)	1.706	0.915
Vs (Volt)	2400	-
Vp (Volt)	12000	-

**ANEXO D**

**“REPORTE DE MEDICIONES DE LOS MOTORES DE  
CONCENTRADORA”**

**1. Motor de la bomba N° 6**

**Datos de Placa**

MEL: 5746  
 MARCA: Delcrosa  
 Reparaciones: 4  
 P(H.P.): 75  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 91  
 RPM: 1185  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 91.5%

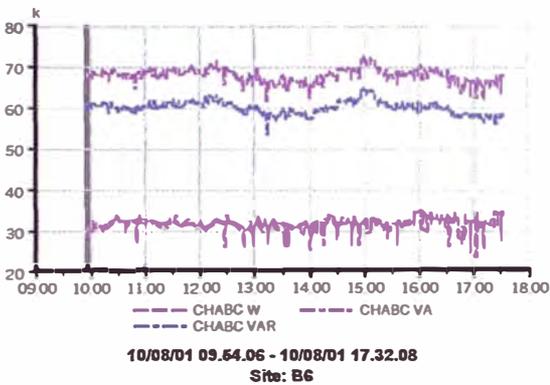
MEDICIONES			
Aplicación:	Motor de la Bomba N° 6		
Potencia Total (kVA)	65.9		
Potencia Activa (kW)	34.4		
Potencia Reactiva (kVAR)	56.2		
Va (Volt):	449.4	Ia (A):	81.0
Vb (Volt):	449.5	Ib (A):	81.1
Vc (Volt):	449.5	Ic (A):	86.5
F.P.:	0.521	Frecuencia (Hz):	60.1

**2. Motor de la bomba N° 8**

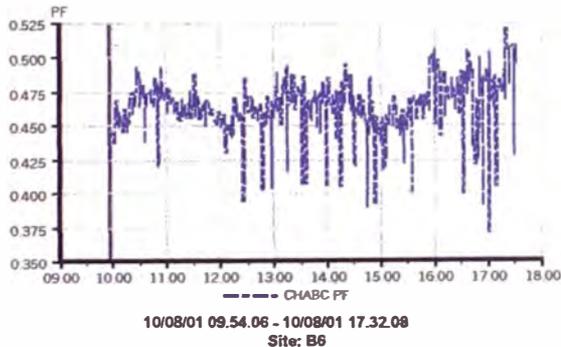
**Datos de Placa**

MEL: 6518  
 MARCA: Delcrosa  
 P(H.P.): 75  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 96  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 91.5%

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart

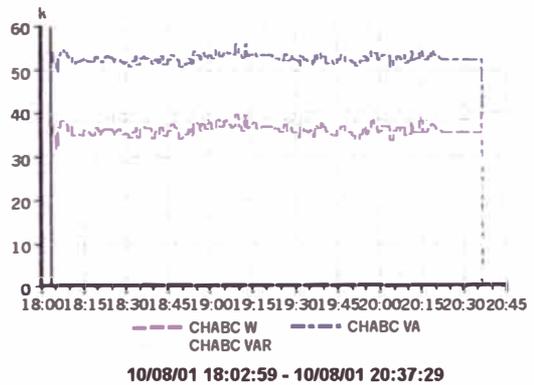


**Lectura de un punto de medición**

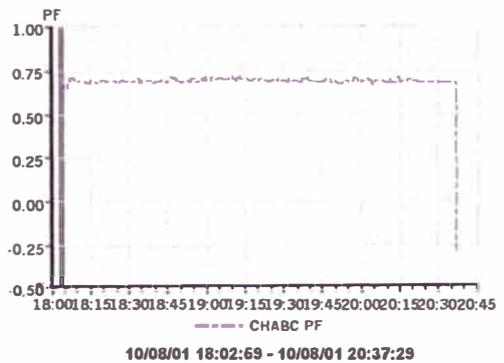
Event waveform/detail  
 Timed event at 10/08/01 17.21.02.000  
 Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	233.4	228.4	378.9	0.5	288.3
I	81.0	81.1	88.5	8.6	249.8
kW	1.5	15.8	17.1	0.0	34.4
kVA	18.9	18.3	32.8	0.0	65.9
kVAR	18.8	9.4	28.0	0.0	56.2
PF	0.079	0.858	0.522	0.534	0.521
VTHD	1.10	1.08	0.79	0.00	
ITHD	3.49	3.65	3.61	0.00	
VH3	0.6	0.8	0.4	0.0	
IH3	1.2	1.8	0.4	0.0	
TDF	1.2	1.2	1.2	0.0	
Demand	0.5	15.4	18.3	0.0	32.5 (kW)
Energy	1.0	83.9	87.0	0.0	171.9 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.1				
UNBAL	35.5				

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



Curva del Factor de potencia  
Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

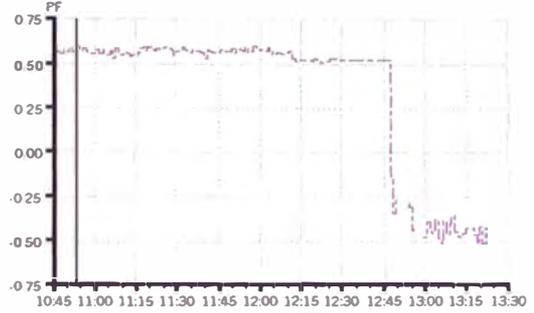
#### Event waveform/detail

Timed event at 10/08/01 19:02:58.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	274.6	275.8	271.1	0.4	273.8
I	65.0	63.8	64.2	7.0	193.1
kW	12.5	12.3	11.9	0.0	36.7
kVA	17.9	17.6	17.4	0.0	52.9
kVAR	12.7	12.6	12.7	0.0	38.0
PF	0.700	0.697	0.686	0.446	0.694
VTHD	0.46	0.55	0.51	0.00	
ITHD	2.86	2.38	3.70	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.0	0.0	
I H3	0.9	0.3	0.9	0.0	
TDF	1.3	1.2	1.3	0.0	
Demand	12.7	12.5	12.2	0.0	37.5 (kW)
Energy	12.1	12.0	11.6	0.0	35.7 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.2				
UNBAL	1.0				

### Curva del Factor de potencia

#### Timeplot chart



09/08/01 10:46:07 - 09/08/01 13:23:20

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 8		
Potencia Total (kVA)	52.9		
Potencia Activa (kW)	36.7		
Potencia Reactiva (kVAR)	38.0		
Va (A):	486.7	Ia (A):	65.0
Vb (A):	486.5	Ib (A):	63.8
Vc (A):	487.1	Ic (A):	64.2
F.P.:	0.694	Frecuencia (Hz):	60.2

### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 09/08/01 11:47:36.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	275.7	233.7	291.6	0.5	268.1
I	189.9	189.1	19 6.6	6.0	575.6
kW	35.3	22.5	28.5	0.0	86.3
kVA	52.3	44.2	57.3	0.0	153.1
kVAR	38.7	38.0	49.7	0.0	126.4
PF	0.674	0.510	0.498	0.837	0.564
VTHD	0.42	0.62	0.69	0.00	
ITHD	1.72	1.44	1.70	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.0	0.0	
I H3	0.3	0.3	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	35.6	22.8	28.9	0.0	87.3 (kW)
Energy	35.8	22.9	29.0	0.0	87.7 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.9				
UNBAL	12.5				

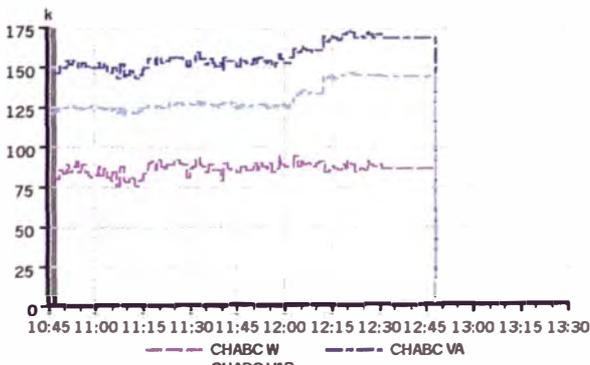
### 3. Motor de la bomba N° 10

#### Datos de Placa

MEL: 2996  
P(H.P.): 220  
V(Volt): 440  
I(Amp): 280  
RPM: 1180  
Hz: 60 Hz.  
n%: 93%

#### Curvas de las Potencias

#### Timeplot chart



09/08/01 10:46:07 - 09/08/01 13:23:20

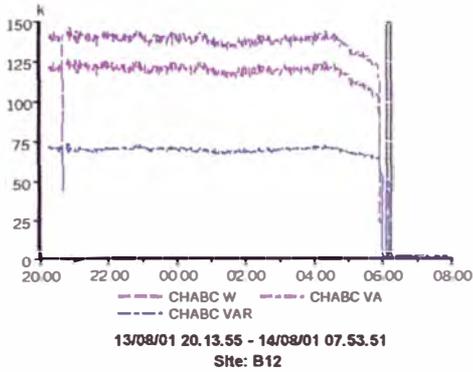
MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 10		
Potencia Total (kVA)	153.1		
Potencia Activa (kW)	86.3		
Potencia Reactiva (kVAR)	126.4		
Va (A):	486.7	Ia (A):	189.9
Vb (A):	486.5	Ib (A):	189.1
Vc (A):	487.1	Ic (A):	196.6
F.P.:	0.564	Frecuencia (Hz):	59.9

### 4. Motor de la bomba N° 12

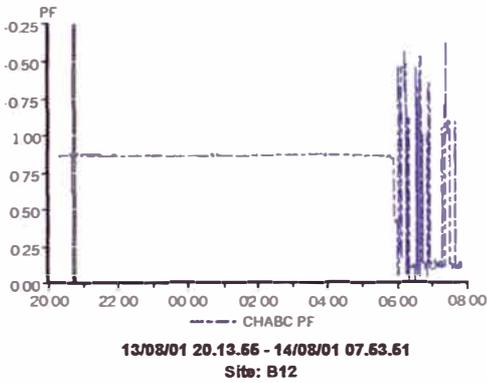
#### Datos de Placa

MEL: 2315  
P(H.P.): 250  
V(Volt): 440  
I(Amp): 280  
RPM: 1185  
Hz: 60 Hz.  
n%: 93%

**Curvas de las Potencias**  
Timeplot chart



**Curva del Factor de potencia**  
Timeplot chart



**Lectura de un punto de medición**  
Event waveform/detail

Timed event at 14/08/01 04:41:24.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	280.0	248.8	300.2	0.4	277.2
I	168.9	168.0	168.0	5.2	502.9
kW	37.6	37.1	44.8	0.0	119.6
kVA	48.7	41.8	50.4	0.0	138.6
kVAR	27.7	19.2	23.2	0.0	70.1
PF	0.805	0.889	0.888	0.418	0.863
VTHD	0.82	1.28	0.84	0.00	
ITHD	2.03	2.33	1.66	0.00	
V H3	0.3	0.3	0.3	0.0	
I H3	0.6	0.3	0.3	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	37.6	37.2	44.7	0.0	119.6 (kW)
Energy	295.9	290.8	350.0	0.0	936.7 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	10.0				

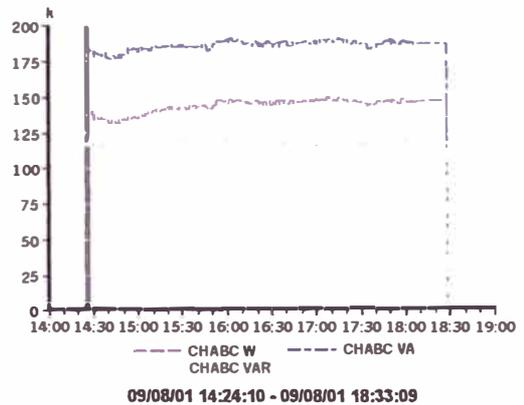
MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 12		
Potencia Total (kVA)	138.6		
Potencia Activa (kW)	119.6		
Potencia Reactiva (kVAR)	70.1		
Va (A):	486.7	Ia (A):	166.9
Vb (A):	486.5	Ib (A):	168
Vc (A):	487.1	Ic (A):	168
F.P.:	0.863	Frecuencia (Hz):	60.0

**5. Motor de la bomba N° 13**

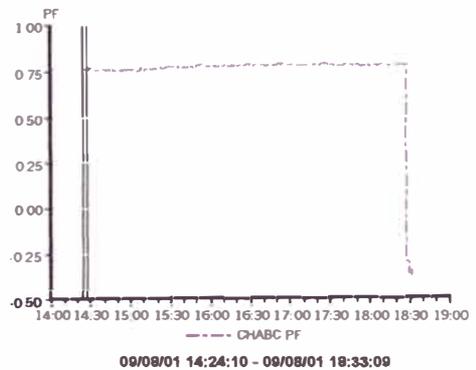
**Datos de Placa**

MEL: 2316  
 MARCA: U.S. ELECTRICAL MOTORS  
 P(H.P.): 250  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 280  
 RPM: 1188  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 93.5%

**Curvas de las Potencias**  
Timeplot chart



**Curva del Factor de potencia**  
Timeplot chart



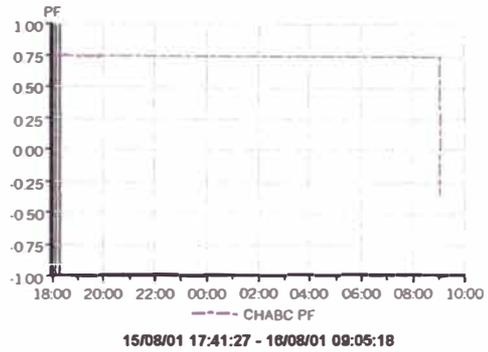
**Lectura de un punto de medición**

**Event waveform/detail**

Timed event at 09/08/01 17:28:29.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	274.6	274.9	274.7	0.5	274.7
I	227.9	231.4	228.7	8.3	688.0
kW	49.4	49.0	48.9	0.0	147.3
kVA	62.6	63.6	62.8	0.0	189.0
kVAR	38.5	40.6	39.4	0.0	118.4
PF	0.789	0.770	0.779	0.790	0.779
VTHD	0.41	0.41	0.43	0.00	
ITHD	1.97	1.64	1.58	0.00	
VH3	0.2	0.1	0.1	0.0	
IH3	0.4	0.3	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	49.1	48.7	48.5	0.0	146.3 (kW)
Energy	145.1	143.8	144.2	0.0	433.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

**Curva del Factor de potencia  
Timeplot chart**



**Lectura de un punto de medición**

**Event waveform/detail**

Timed event at 15/08/01 19:12:57.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	273.0	253.5	277.5	0.4	268.2
I	234.9	233.3	240.6	6.3	708.8
kW	50.3	43.1	47.5	0.0	140.8
kVA	64.1	59.1	66.8	0.0	189.8
kVAR	39.8	40.5	47.0	0.0	127.2
PF	0.784	0.729	0.711	0.799	0.742
VTHD	0.39	0.45	0.54	0.00	
ITHD	0.89	0.96	1.06	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.1	0.0	
IH3	0.2	0.2	0.1	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	50.3	43.1	47.4	0.0	140.8 (kW)
Energy	54.9	47.1	51.7	0.0	153.7 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	60.1				
UNBAL	5.4				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 13		
Potencia Total (kVA)	189		
Potencia Activa (kW)	147.3		
Potencia Reactiva (kVAR)	118.4		
Va (A):	486.7	Ia (A):	227.9
Vb (A):	486.5	Ib (A):	231.4
Vc (A):	487.1	Ic (A):	228.7
F.P.:	0.779	Frecuencia (Hz):	0.9

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 14		
Potencia Total (kVA)	189.8		
Potencia Activa (kW)	140.8		
Potencia Reactiva (kVAR)	127.2		
Va (A):	486.7	Ia (A):	234.9
Vb (A):	486.5	Ib (A):	253.5
Vc (A):	487.1	Ic (A):	240.6
F.P.:	0.742	Frecuencia (Hz):	60.1

**6. Motor de la bomba N° 14**

**Datos de Placa**

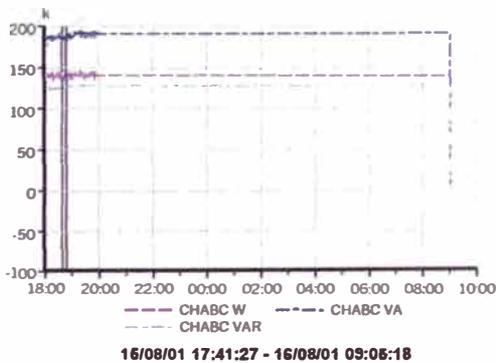
MEL: 2332  
 MARCA: U.S. ELECTRICAL MOTORS  
 P(H.P.): 300  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 358  
 RPM: 1190  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 94.1%

**7. Motor de la bomba N° 16**

**Datos de Placa**

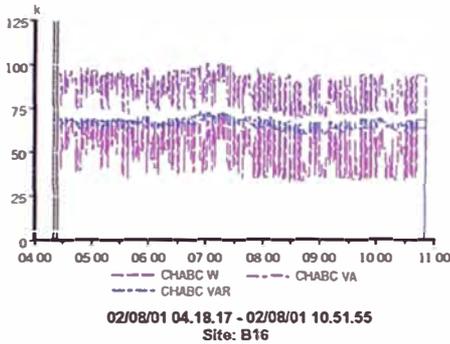
MEL: 20027  
 Marca: Delcrosa  
 Reparaciones: 2  
 P(H.P.): 150  
 V(Volt): 220/440  
 I(Amp): 380/190  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 92%

**Curvas de las Potencias  
Timeplot chart**



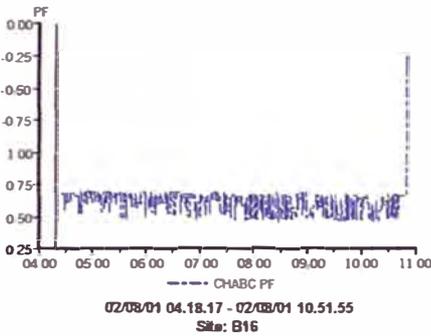
### Curvas de las Potencias

Timeplot chart



### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 02/08/01 04.55.36,000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	280.6	237.7	268.9	0.6	263.0
I	124.4	126.6	122.9	6.5	373.8
kW	25.8	21.7	21.5	0.0	69.0
kVA	34.9	30.1	33.0	0.0	97.9
kVAR	23.5	20.8	25.1	0.0	69.4
PF	0.739	0.722	0.650	0.848	0.705
VTHD	0.49	0.45	0.56	0.00	
ITHD	1.77	1.98	2.65	0.00	
V H3	0.2	0.3	0.3	0.0	
I H3	0.6	0.4	0.6	0.0	
TDF	1.1	1.1	1.1	0.0	
Demand	19.9	16.6	16.0	0.0	52.5 (kW)
Energy	10.8	8.9	8.6	0.0	28.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	60.0				
UNBAL	9.4				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 16		
Potencia Total (kVA)	97.9		
Potencia Activa (kW)	69.9		
Potencia Reactiva (kVAR)	69.4		
Va (A):	486.7	Ia (A):	124.4
Vb (A):	486.5	Ib (A):	126.6
Vc (A):	487.1	Ic (A):	122.9
F.P.:	0.705	Frecuencia (Hz):	60.0

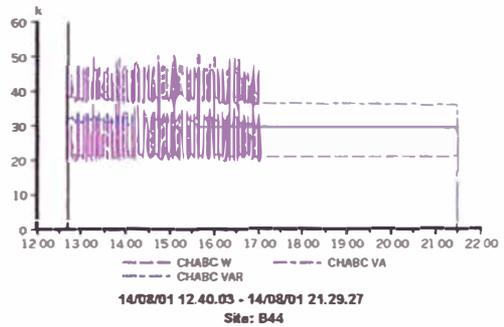
### 8. Motor de la bomba N° 44

#### Datos de Placa

MEL: 5876  
MARCA: Newman  
REPARACIONES: 2  
P(H.P.): 100  
V(Volt): 440  
I(Amp): 124  
RPM: 1200  
Hz: 60 Hz.  
n%: 90%

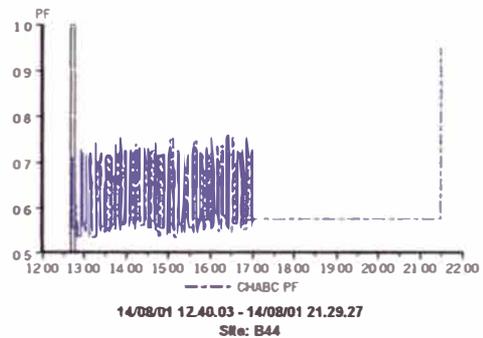
### Curvas de las Potencias

Timeplot chart



### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 14/08/01 16.32.18,000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	449.4	449.5	449.5	0.3	449.5
I	62.8	62.4	64.9	5.3	190.1
kW	8.4	10.0	8.7	0.0	37.4
kVA	28.2	28.1	29.2	0.0	49.7
kVAR	26.9	26.2	27.9	0.0	32.6
PF	0.299	0.355	0.298	0.372	0.754
VTHD	0.82	0.80	0.83	0.00	
ITHD	2.74	2.91	2.94	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.0	0.0	
I H3	1.6	0.8	1.2	0.0	
TDF	1.3	1.6	1.4	0.0	
Demand	1.5	3.0	1.6	0.0	22.4 (kW)
Energy	10.1	15.9	10.1	0.0	95.8 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.7	
HZ	60.0				
UNBAL	0.0				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 44		
Potencia Total (kVA)	49.7		
Potencia Activa (kW)	37.4		
Potencia Reactiva (kVAR)	32.6		
Va (A):	449.4	Ia (A):	62.8
Vb (A):	449.5	Ib (A):	62.4
Vc (A):	449.5	Ic (A):	64.9
F.P.:	0.754	Frecuencia (Hz):	60.0

### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 31/07/01 21:46:44.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	238.0	264.6	277.7	0.6	260.6
I	127.5	128.2	124.0	6.5	379.6
kW	23.6	24.0	27.7	0.0	75.3
kVA	30.3	33.9	34.4	0.0	98.5
kVAR	19.1	24.0	20.4	0.0	63.5
PF	0.778	0.708	0.805	0.839	0.765
VTHD	0.68	0.66	0.66	0.00	
ITHD	0.98	1.12	2.09	0.00	
V H3	0.3	0.3	0.2	0.0	
I H3	0.1	0.0	0.2	0.0	
TDF	1.1	1.0	1.1	0.0	
Demand	24.1	24.6	28.4	0.0	77.1 (kW)
Energy	69.2	70.0	79.6	0.0	218.8 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	8.5				

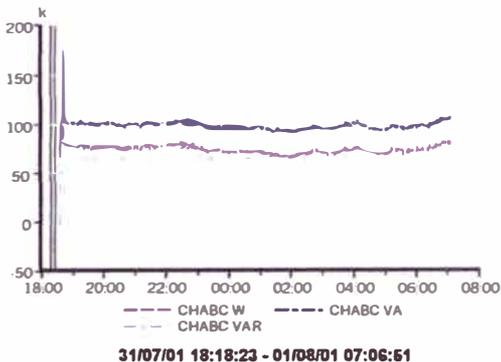
### 9. Motor de la bomba N° 51

#### Datos de Placa

MEL: 7553  
MARCA: Westinghouse  
P(H.P.): 200  
V(Volt): 440  
I(Amp): 238  
RPM: 1180  
Hz: 60 Hz.  
n%: 94%

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 51		
Potencia Total (kVA)	98.5		
Potencia Activa (kW)	75.3		
Potencia Reactiva (kVAR)	63.5		
Va (V):	449.4	Ia (A):	127.5
Vb (V):	449.5	Ib (A):	128.2
Vc (V):	449.5	Ic (A):	124
F.P.:	0.765	Frecuencia (Hz):	60.0

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart

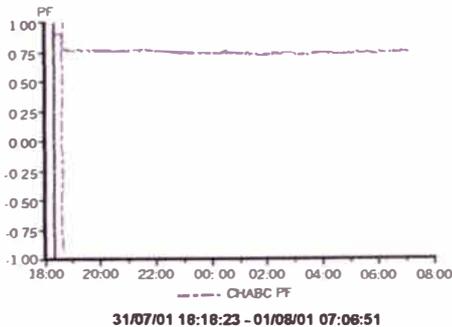


### 10. Motor de la bomba N° 61

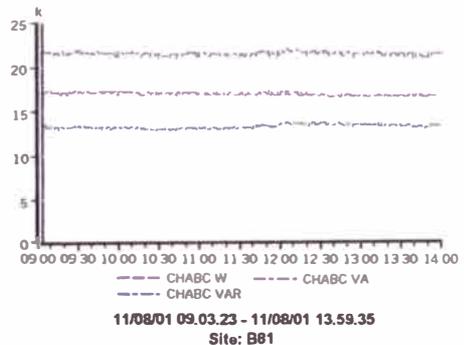
#### Datos de Placa

MEL: 20128  
MARCA: Newman  
REPARACIONES: 4  
P(H.P.): 30  
V(Volt): 440  
I(Amp): 60  
RPM: 1165  
Hz: 60 Hz.  
n%: 89.5%

Curva del Factor de potencia  
Timeplot chart

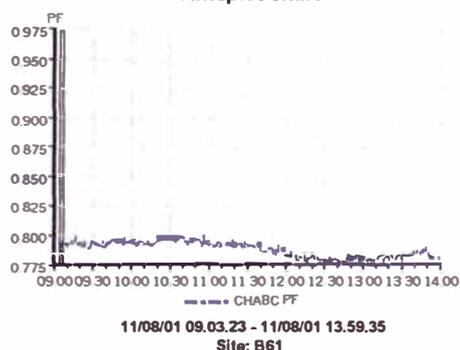


Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



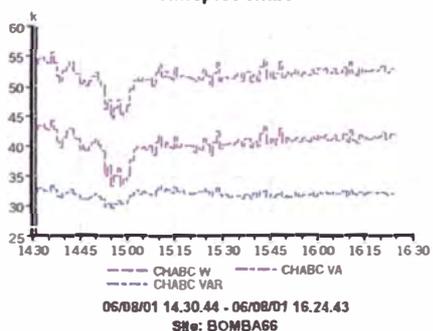
### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



### Curvas de las Potencias

Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

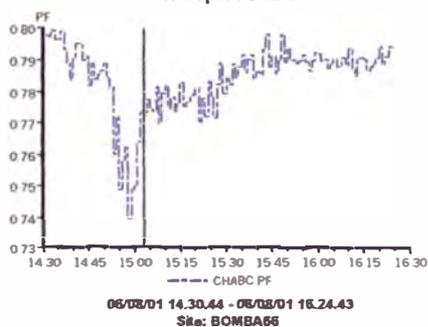
Event waveform/detail

Timed event at 11/08/01 11.54.54,000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	459.5	458.5	458.8	0.6	458.6
I	27.6	26.1	27.4	7.0	81.2
kW	4.7	4.4	4.2	0.0	16.9
kVA	12.7	12.0	12.6	0.0	21.5
kVAR	11.8	11.1	11.9	0.0	13.2
PF	0.367	0.371	0.337	0.579	0.789
VTHD	0.38	0.47	0.38	0.00	
ITHD	4.35	5.04	5.94	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.1	0.0	
IH3	2.1	0.8	2.2	0.0	
TDF	2.0	2.8	2.2	0.0	
Demand	4.6	4.5	4.2	0.0	16.9 (kW)
Energy	13.3	12.9	12.1	0.0	48.4 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 06/08/01 15.41.43,000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	245.5	304.5	221.4	0.5	259.5
I	69.2	69.0	71.8	6.1	210.0
kW	11.4	16.8	14.1	0.0	42.3
kVA	17.0	21.0	15.9	0.0	53.4
kVAR	12.8	12.8	7.3	0.0	32.5
PF	0.671	0.799	0.889	0.769	0.793
VTHD	0.81	0.77	0.69	0.00	
ITHD	1.83	1.72	2.00	0.00	
VH3	0.5	0.8	0.8	0.0	
IH3	1.4	0.9	0.8	0.0	
TDF	1.2	1.2	1.3	0.0	
Demand	11.1	16.3	13.7	0.0	41.0 (kW)
Energy	12.8	18.9	15.8	0.0	47.5 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	18.4				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 61		
Potencia Total (kVA)	21.5		
Potencia Activa (kW)	16.9		
Potencia Reactiva (kVAR)	13.2		
Va (V):	459.5	Ia (A):	27.6
Vb (V):	458.5	Ib (A):	26.1
Vc (V):	458.8	Ic (A):	27.4
F.P.:	0.789	Frecuencia (Hz):	60.0

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 62		
Potencia Total (kVA)	53.4		
Potencia Activa (kW)	42.3		
Potencia Reactiva (kVAR)	32.5		
Va (V):	449.4	Ia (A):	69.2
Vb (V):	449.5	Ib (A):	69
Vc (V):	449.5	Ic (A):	71.8
F.P.:	0.793	Frecuencia (Hz):	60.0

## 11. Motor de la bomba N° 62

### Datos de Placa

MEL:	4879
MARCA:	General Electric
REPARACIONES:	4
P(H.P.):	75
V(Volt):	440
I(Amp):	91
RPM:	1165
Hz:	60 Hz.
n%:	91%

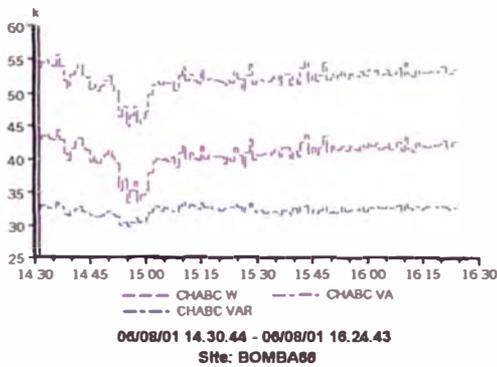
## 12. Motor de la bomba N° 66

### Datos de Placa

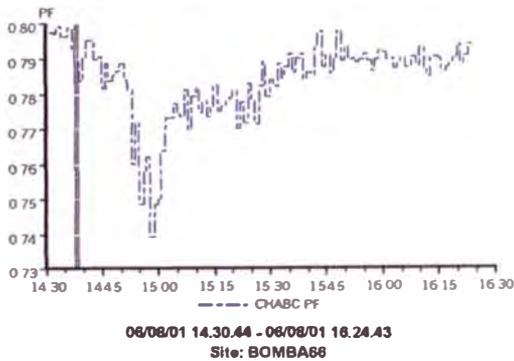
**MEL:** 7532  
**MARCA:** Newman  
**REPARACIONES:** 4  
**P(H.P.):** 75  
**V(Volt):** 440  
**I(Amp):** 91  
**RPM:** 1185  
**Hz:** 60 Hz.  
**n%:** 91.5%

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 66		
Potencia Total (kVA)	54.5		
Potencia Activa (kW)	43.5		
Potencia Reactiva (kVAR)	32.8		
Va (V):	449.4	Ia (A):	71.3
Vb (V):	449.5	Ib (A):	70.7
Vc (V):	449.5	Ic (A):	73.2
F.P.:	0.798	Frecuencia (Hz):	59.9

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



Curva del Factor de potencia  
Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 06/08/01 11.42.03.000  
Sync channel = CHA (4 WIRE 3 PRODS)

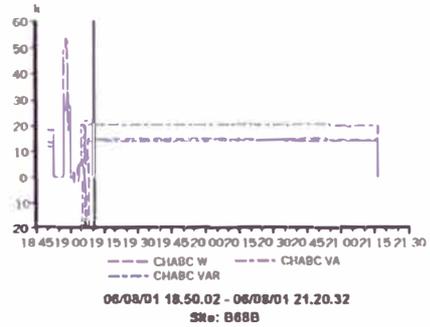
Unit	A	B	C	D	ABC
V	244.4	303.0	220.4	0.4	258.3
I	71.3	78.7	73.2	0.4	215.2
kW	11.8	17.3	16.3	0.0	43.5
kVA	17.4	21.4	18.1	0.0	54.5
kVAR	12.8	12.7	7.4	0.0	32.8
PF	0.679	0.807	0.829	0.000	0.798
VTHD	0.81	0.77	0.69	0.00	
ITHD	2.57	1.84	2.32	0.00	
V HD	0.5	0.0	0.6	0.0	
I HD	1.7	1.1	0.6	0.0	
TDP	1.3	1.2	1.2	0.0	
Demand	11.4	16.9	14.1	0.0	42.3 (kW)
Energy	13.0	19.2	16.0	0.0	48.2 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	59.9				
UNBAL	18.4				

## 13. Motor de la bomba N° 68

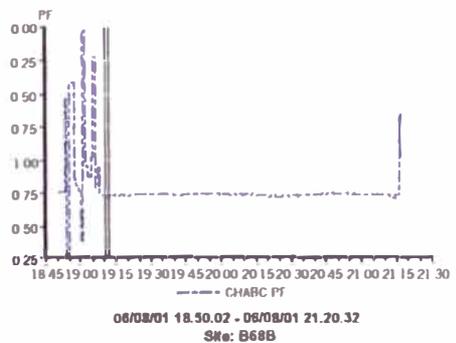
### Datos de Placa

**MEL:** 5794  
**MARCA:** Delcrosa  
**REPARACIONES:** 3  
**P(H.P.):** 30  
**V(Volt):** 440  
**I(Amp):** 38.5  
**RPM:** 1165  
**Hz:** 60 Hz.  
**n%:** 89.5%

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



Curva del Factor de potencia  
Timeplot chart

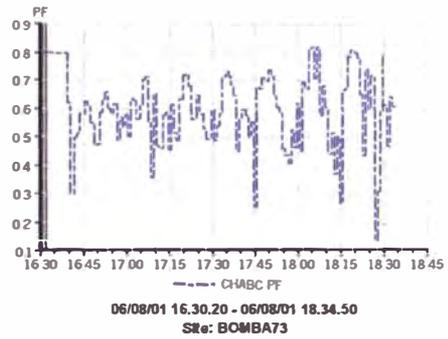


### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail  
 Timed event at 06/08/01 19.17.01,000  
 Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	246.6	305.1	220.7	0.6	259.9
I	26.4	26.3	27.2	7.8	79.9
KW	3.8	5.8	5.1	0.0	14.7
KVA	6.5	8.0	6.0	0.0	20.3
KVAR	5.3	5.5	3.2	0.0	14.0
PF	0.583	0.728	0.846	0.813	0.725
VTHD	0.66	0.74	0.91	0.00	
ITHD	4.53	5.53	6.69	0.00	
V H3	0.6	0.6	0.7	0.0	
I H3	3.0	0.7	0.7	0.0	
TDF	1.8	4.2	2.9	0.0	
Demand	3.8	5.8	5.1	0.0	14.7 (kW)
Energy	0.7	1.9	1.3	0.0	3.9 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.4	
HZ	60.0				
UNBAL	18.5				

### Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición – Caso A

Event waveform/detail  
 Timed event at 06/08/01 18.28.30,000  
 Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	250.0	221.2	304.3	0.4	260.8
I	24.2	25.8	28.0	5.8	76.0
KW	-0.1	1.8	1.1	0.0	2.7
KVA	6.1	5.7	7.9	0.0	19.5
KVAR	6.0	5.4	7.8	0.0	19.3
PF	0.021	0.314	0.134	0.365	0.140
VTHD	0.81	0.78	0.78	0.00	
ITHD	3.52	3.06	5.17	0.00	
V H3	0.6	0.7	0.6	0.0	
I H3	2.2	0.8	1.7	0.0	
TDF	1.5	1.6	1.7	0.0	
Demand	4.6	6.3	6.9	0.0	17.9 (kW)
Energy	7.7	10.8	11.5	0.0	30.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.1				
UNBAL	17.7				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 68		
Potencia Total (kVA)	20.3		
Potencia Activa (kW)	14.7		
Potencia Reactiva (kVAR)	14.0		
Va (V):	449.4	Ia (A):	26.4
Vb (V):	449.5	Ib (A):	26.3
Vc (V):	449.5	Ic (A):	27.2
F.P.:	0.725	Frecuencia (Hz):	60.0

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 73		
Potencia Total (kVA)	19.5		
Potencia Activa (kW)	2.7		
Potencia Reactiva (kVAR)	19.3		
Va (V):	449.4	Ia (A):	24.2
Vb (V):	449.5	Ib (A):	25.8
Vc (V):	449.5	Ic (A):	26
F.P.:	0.14	Frecuencia (Hz):	60.1

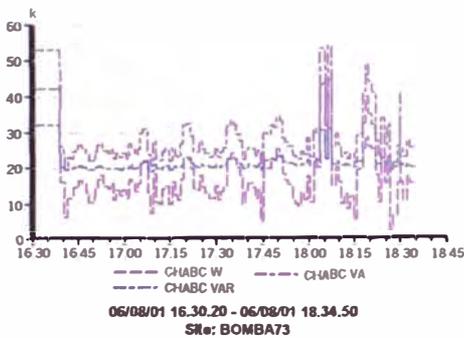
### 14. Motor de la bomba N° 73

#### Datos de Placa

MEL:	20326
MARCA:	Delcrosa
REPARACIONES:	1
P(H.P.):	36
V(Volt):	440
I(Amp):	37
RPM:	1800
Hz:	60 Hz.
n%:	89%

### Curvas de las Potencias

#### Timeplot chart



### Curva del Factor de potencia

### Lectura de un punto de medición – Caso B

Event waveform/detail  
 Timed event at 06/08/01 18.03.31,000  
 Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

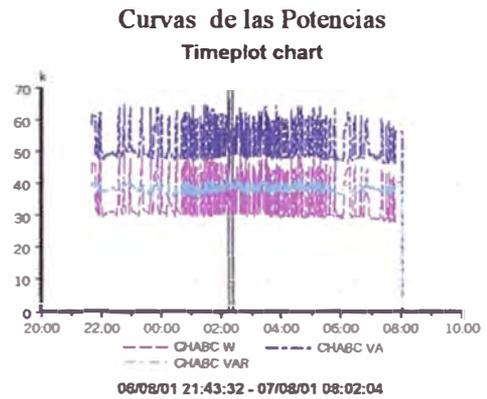
Unit	A	B	C	D	ABC
V	250.4	222.0	305.3	0.4	261.5
I	68.6	71.5	67.3	6.6	207.4
KW	12.2	14.2	17.1	0.0	43.4
KVA	17.2	15.9	20.6	0.0	53.2
KVAR	12.1	7.1	11.5	0.0	30.7
PF	0.709	0.893	0.630	0.383	0.818
VTHD	0.78	0.69	0.67	0.00	
ITHD	3.60	2.88	4.05	0.00	
V H3	0.6	0.6	0.6	0.0	
I H3	1.5	0.7	1.6	0.0	
TDF	1.4	1.5	1.5	0.0	
Demand	7.3	9.1	10.5	0.0	27.0 (kW)
Energy	5.7	8.1	8.5	0.0	22.2 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	60.1				
UNBAL	17.8				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 73		
Potencia Total (kVA)	53.2		
Potencia Activa (kW)	43.4		
Potencia Reactiva (kVAR)	30.7		
Va (V):	449.4	Ia (A):	68.6
Vb (V):	449.5	Ib (A):	71.5
Vc (V):	449.5	Ic (A):	67.3
F.P.:	0.816	Frecuencia (Hz):	60.1

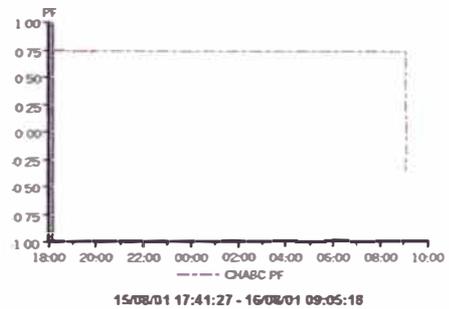
### Lectura de un punto de medición – Caso C

Event waveform/detail  
Timed event at 06/08/01 17:36:30.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	249.4	228.6	304.0	0.4	260.3
I	37.8	40.6	37.4	5.4	115.8
kW	5.3	7.1	7.8	0.0	20.2
kVA	9.4	9.0	11.4	0.0	29.5
kVAR	7.8	5.4	8.3	0.0	21.5
PF	0.566	0.794	0.681	0.304	0.684
VTHD	0.65	0.90	0.70	0.00	
ITHD	4.19	3.42	6.06	0.00	
V H3	0.5	0.7	0.6	0.0	
I H3	2.5	1.0	2.0	0.0	
TDF	1.5	1.6	2.1	0.0	
Demand	5.7	7.4	8.3	0.0	21.5 (kW)
Energy	3.6	5.3	5.5	0.0	14.3 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	17.8				



### Curva del Factor de potencia Timeplot chart



MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 73		
Potencia Total (kVA)	29.5		
Potencia Activa (kW)	20.2		
Potencia Reactiva (kVAR)	21.5		
Va (V):	449.4	Ia (A):	37.8
Vb (V):	449.5	Ib (A):	40.6
Vc (V):	449.5	Ic (A):	37.4
F.P.:	0.684	Frecuencia (Hz):	60.0

### Lectura de un punto de medición Event waveform/detail

Timed event at 07/08/01 01:29:30.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	304.5	271.1	254.0	0.4	277.3
I	77.5	68.6	67.1	6.0	213.2
kW	17.9	11.3	13.9	0.0	43.2
kVA	23.6	18.6	17.0	0.0	58.8
kVAR	15.3	14.8	9.8	0.0	39.9
PF	0.761	0.607	0.817	0.468	0.734
VTHD	0.55	0.58	0.62	0.00	
ITHD	2.10	2.36	2.63	0.00	
V H3	0.5	0.5	0.5	0.0	
I H3	1.0	1.1	0.8	0.0	
TDF	1.1	1.2	1.4	0.0	
Demand	15.5	9.8	12.3	0.0	37.6 (kW)
Energy	56.2	34.1	43.8	0.0	134.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	10.1				

### 15. Motor de la bomba N° 81

#### Datos de Placa

MEL:	6519
MARCA:	DELCROSA
Reparaciones:	6
P(H.P.):	75
V(Volt):	440
I(Amp):	96
RPM:	1165
Hz:	60 Hz.
n%:	91.5%

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 81		
Potencia Total (kVA)	58.8		
Potencia Activa (kW)	43.2		
Potencia Reactiva (kVAR)	39.9		
Va (V):	449.4	Ia (A):	77.5
Vb (V):	449.5	Ib (A):	68.6
Vc (V):	449.5	Ic (A):	67.1
F.P.:	0.734	Frecuencia (Hz):	60.0

## 16. Motor de la bomba N° 86

### Datos de Placa

**MEL:** 5466  
**MARCA:** Newman  
**REPARACIONES:** 6  
**P(H.P.):** 75  
**V(Volt):** 440  
**I(Amp):** 98  
**RPM:** 1200  
**Hz:** 60 Hz.  
**n%:** 91.5%

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 86		
Potencia Total (kVA)	45.5		
Potencia Activa (kW)	35.6		
Potencia Reactiva (kVAR)	28.3		
Va (V):	449.4	Ia (A):	55.6
Vb (V):	449.5	Ib (A):	55.6
Vc (V):	449.5	Ic (A):	56
F.P.:	0.783	Frecuencia (Hz):	60.0

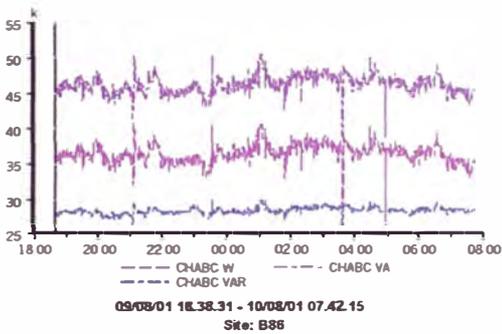
## 17. Motor de la bomba N° 95

### Datos de Placa

**MEL:** 5475  
**MARCA:** Newman  
**P(H.P.):** 350  
**V(Volt):** 440  
**I(Amp):** 402  
**RPM:** 1190  
**Hz:** 60 Hz.  
**n%:** 94.6%

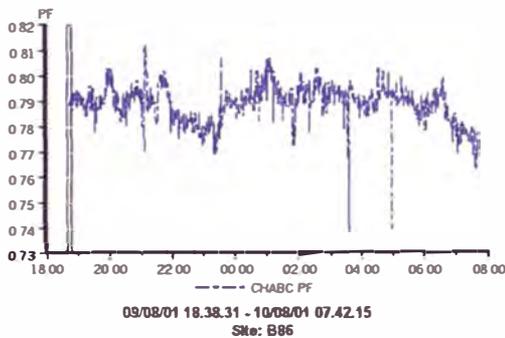
### Curvas de las Potencias

Timeplot chart



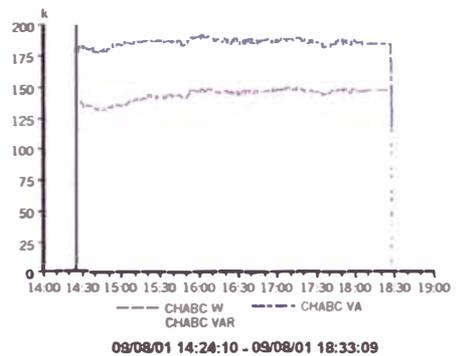
### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



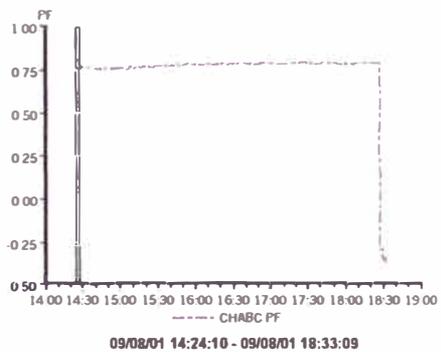
### Curvas de las Potencias

Timeplot chart



### Curva del Factor de potencia

Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 09/08/01 23:11:15,000  
Sync channel =>CHA (4 WIRE 3 PHASE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	242.5	229.7	389.2	0.5	294.1
I	55.6	55.5	56.0	0.0	187.0
kW	6.1	12.4	17.1	0.0	35.6
kVA	13.5	12.7	21.8	0.0	45.5
kVAR	12.8	2.8	13.5	0.0	28.3
PF	0.448	0.970	0.785	0.655	0.783
VTHD	0.87	1.03	0.56	0.00	
ITHD	2.29	2.31	3.84	0.00	
V H3	0.5	0.8	0.4	0.0	
I H3	1.0	0.7	1.0	0.0	
TDF	1.3	1.3	1.3	0.0	
Demand	6.0	12.3	17.0	0.0	35.3 (kW)
Energy	28.0	56.5	70.7	0.0	183.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
Hz	60.0				
UNBAL	35.8				

### Lectura de un punto de medición

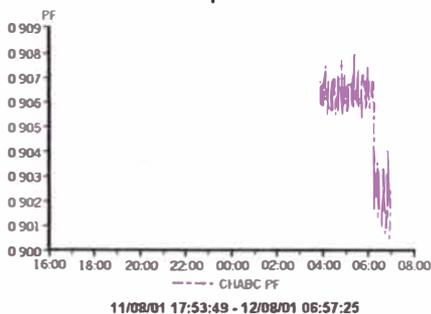
#### Event waveform/detail

Timed event at 09/08/01 17:28:29.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	274.6	274.9	274.7	0.5	274.7
I	227.9	231.4	228.7	6.3	688.0
kW	49.4	48.0	48.9	0.0	147.3
kVA	62.6	63.6	62.8	0.0	189.0
KVAR	38.5	40.6	39.4	0.0	118.4
PF	0.789	0.770	0.779	0.790	0.779
VTHD	0.41	0.41	0.43	0.00	
ITHD	1.97	1.64	1.58	0.00	
VH3	0.2	0.1	0.1	0.0	
IH3	0.4	0.3	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	49.1	48.7	48.5	0.0	146.3 (kW)
Energy	145.1	143.8	144.2	0.0	433.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

### Curva del Factor de potencia

#### Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 11/08/01 23:37:28.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	262.4	291.1	209.4	0.4	258.6
I	283.8	262.3	258.2	5.9	785.3
kW	87.1	65.4	47.1	0.0	179.5
kVA	89.2	78.3	54.3	0.0	198.1
KVAR	17.2	39.4	27.0	0.0	83.6
PF	0.969	0.856	0.868	0.479	0.907
VTHD	1.33	1.14	1.58	0.00	
ITHD	3.12	3.17	3.34	0.00	
VH3	1.3	1.1	1.5	0.0	
IH3	0.2	0.2	0.2	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	66.7	65.0	48.8	0.0	178.5 (kW)
Energy	370.0	358.6	258.6	0.0	888.2 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	59.9				
UNBAL	17.7				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba N° 95		
Potencia Total (kVA)	189		
Potencia Activa (kW)	147.3		
Potencia Reactiva (kVAR)	118.4		
Va (V):	449.4	Ia (A):	227.9
Vb (V):	449.5	Ib (A):	231.4
Vc (V):	449.5	Ic (A):	228.7
F.P.:	0.779	Frecuencia (Hz):	59.9

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de Spencer		
Potencia Total (kVA)	198.1		
Potencia Activa (kW)	179.5		
Potencia Reactiva (kVAR)	83.6		
Va (V):	449.4	Ia (A):	263.8
Vb (V):	449.5	Ib (A):	262.3
Vc (V):	449.5	Ic (A):	259.2
F.P.:	0.907	Frecuencia (Hz):	59.9

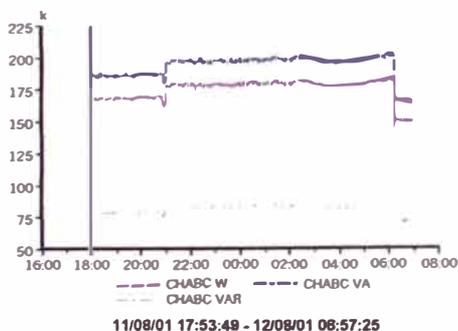
### 18. Motor Spencer

#### Datos de Placa

MEL: 20487  
MARCA: Toshiba  
P(H.P.): 200  
V(Volt): 440  
RPM: 3580  
Hz: 60 Hz.  
n%: 93%

### Curvas de las Potencias

#### Timeplot chart

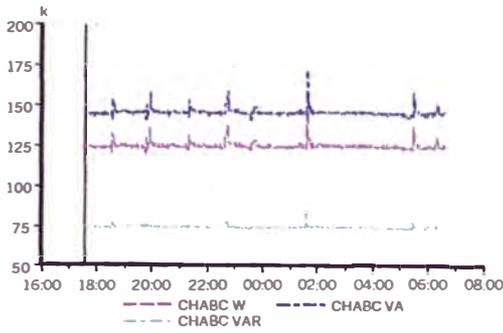


### 19. Motor Nash N° 2

#### Datos de Placa

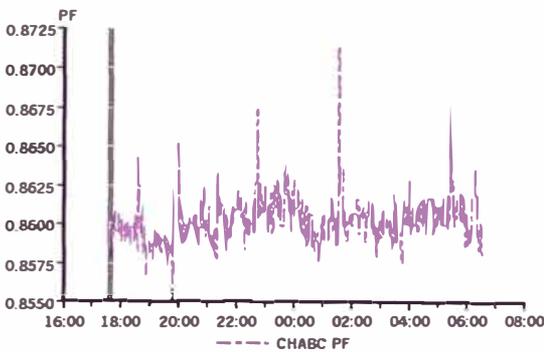
MEL: 6199  
MARCA: General Electric  
Reparaciones: 1  
P(H.P.): 200  
V(Volt): 460  
I(Amp): 227  
RPM: 785  
Hz: 60 Hz.  
n%: 92.7%

**Curvas de las Potencias**  
**Timeplot chart**



06/08/01 17:31:49 - 06/08/01 06:34:38

**Curva del Factor de potencia**  
**Timeplot chart**



05/08/01 17:31:49 - 06/08/01 06:34:38

**Lectura de un punto de medición**

**Event waveform/detail**

Timed event at 06/08/01 04:21:39.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	249.0	306.0	221.5	0.5	261.2
I	188.1	185.8	198.7	6.4	572.6
kW	35.9	49.5	40.9	0.0	126.3
kVA	46.9	56.9	44.0	0.0	146.6
kVAR	30.1	28.0	16.4	0.0	74.4
PF	0.767	0.871	0.928	0.829	0.862
VTHD	0.79	0.82	0.73	0.00	
ITHD	3.30	3.39	2.77	0.00	
V H3	0.6	0.7	0.7	0.0	
I H3	1.6	1.3	0.8	0.0	
TDF	1.1	1.1	1.0	0.0	
Demand	35.8	49.2	40.6	0.0	125.6 (kW)
Energy	387.8	531.1	441.6	0.0	1360.5 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	60.1				
UNBAL	18.2				

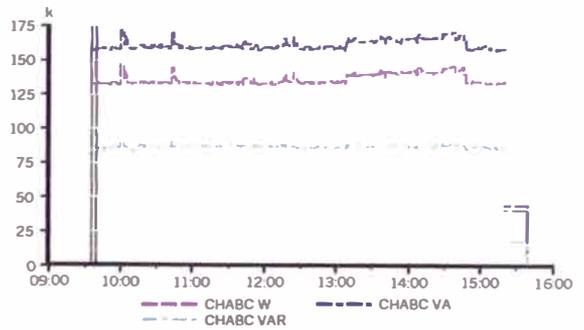
MEDICIONES			
Ubicación:	Motor de la Bomba de Vacío Nash N° 2		
Potencia Total (kVA)	146.6		
Potencia Activa (kW)	126.3		
Potencia Reactiva (kVAR)	74.4		
Va (V):	449.4	Ia (A):	188.1
Vb (V):	449.5	Ib (A):	185.8
Vc (V):	449.5	Ic (A):	198.7
F.P.:	0.862	Frecuencia (Hz):	60.1

**20. Motor Nash N° 3**

**Datos de Placa**

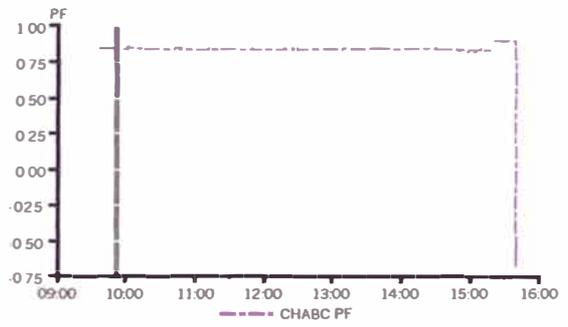
**MEL:** 3152  
**MARCA:** Delcrosa  
**P(H.P.):** 220  
**V(Volt):** 460  
**RPM:** 1775  
**Hz:** 60 Hz.  
**n%:** 93%

**Curvas de las Potencias**  
**Timeplot chart**



03/08/01 09:36:68 - 03/08/01 16:40:20

**Curva del Factor de potencia**  
**Timeplot chart**



03/08/01 09:35:58 - 03/08/01 15:40:20

**Lectura de un punto de medición**

**Event waveform/detail**

Timed event at 03/08/01 12:58:57.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	215.6	249.4	301.3	0.6	257.9
I	210.2	213.2	208.9	6.6	632.3
kW	41.2	37.6	55.3	0.0	134.1
kVA	45.3	53.2	62.9	0.0	159.6
kVAR	18.8	37.6	30.1	0.0	88.5
PF	0.910	0.707	0.878	0.852	0.840
VTHD	2.53	2.28	1.91	0.00	
ITHD	1.35	1.16	1.64	0.00	
V H3	2.4	2.2	1.8	0.0	
I H3	0.4	0.0	0.3	0.0	
TDF	1.0	1.0	1.0	0.0	
Demand	41.3	37.6	55.4	0.0	134.2 (kW)
Energy	138.2	127.7	188.8	0.0	455.7 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.4	
HZ	59.9				
UNBAL	18.0				

<b>MEDICIONES:</b>			
<b>Ubicación:</b>	<b>Motor de la Bomba de Vacío N° 3</b>		
<b>Potencia Total (kVA)</b>	159.6		
<b>Potencia Activa (kW)</b>	134.1		
<b>Potencia Reactiva (kVAR)</b>	86.5		
<b>Va (V):</b>	449.4	<b>Ia (A):</b>	210.2
<b>Vb (V):</b>	449.5	<b>Ib (A):</b>	213.2
<b>Vc (V):</b>	449.5	<b>Ic (A):</b>	208.9
<b>F.P.:</b>	0.84	<b>Frecuencia (Hz):</b>	59.9

**ANEXO E**

**“REPORTE DE MEDICIONES DE LOS MOTORES DEL PROCESO DE  
FLOTACIÓN”**

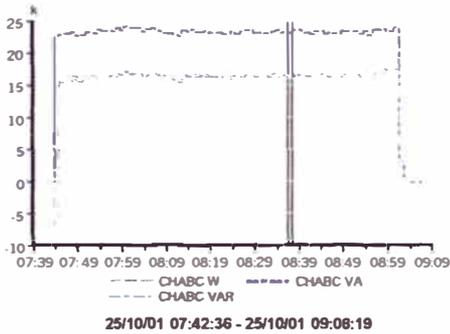
## 1. Motor del banco Wenco N° 1

### Datos de Placa

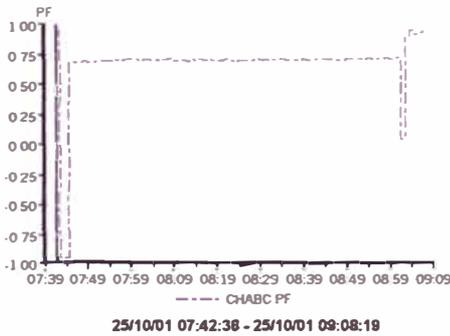
**MEL:** 5863  
**Marca:** Delcrosa  
**P(HP):** 30  
**V(V):** 440  
**RPM:** 1165  
**Hz:** 60  
**IN(A):** 40  
**n%:** 89.5%

MEDICIONES			
Ubicación:		Motor del banco wenco N° 1	
Potencia Total (kVA)		22.5	
Potencia Activa (kW)		15.5	
Potencia Reactiva (kVAR)		18.3	
Va (A):	473.3	Ia (A):	27.2
Vb (A):	473.2	ib (A):	27.1
Vc (A):	472.8	ic (A):	28.2
F.P.:	0.69	Frecuencia (Hz):	60.0

Curvas de Potencias  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 25/10/01 07:45:35.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

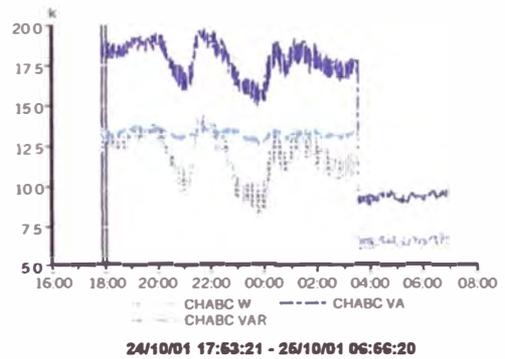
Unit	A	B	C	D	ABC
V	473.3	473.2	472.8	0.4	473.0
I	27.2	27.1	28.2	8.0	82.5
kW	3.0	3.3	2.8	0.0	15.5
kVA	12.9	12.8	13.4	0.0	22.5
kVAR	12.5	12.4	13.1	0.0	18.3
PF	0.237	0.257	0.191	0.412	0.690
VTHD	1.38	4.45	1.38	0.00	
ITHD	5.22	5.45	8.11	0.00	
VH3	0.9	3.8	0.9	0.0	
IH3	1.4	0.7	1.4	0.0	
TDF	1.7	2.3	2.3	0.0	
Demand	9.7	3.8	0.9	0.0	7.8 (kW)
Energy	0.3	0.1	0.1	0.0	0.3 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

## 2. Motor del banco Wenco N° 2

### Datos de Placa

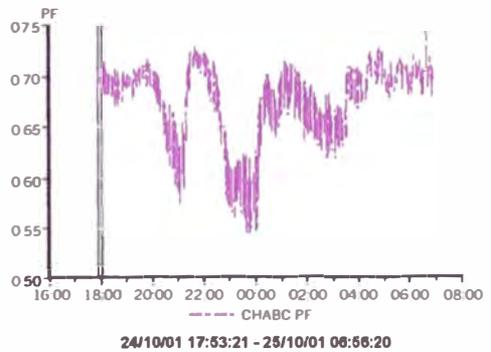
**MEL:** 20148  
**N° Reparaciones:** 4  
**Marca:** Delcrosa  
**P(HP):** 30  
**V(V):** 440  
**RPM:** 1165  
**Hz:** 60  
**IN(A):** 40  
**n%:** 89.5%

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



### Curvas del factor de potencia

Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición – CASO A

#### Event waveform/detail

Timed event at 24/10/01 23:38:20.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	473.3	472.9	472.7	0.3	472.8
I	18.8	18.7	18.9	5.2	56.4
kW	0.7	1.2	0.2	0.0	9.0
kVA	8.9	8.8	8.9	0.0	16.7
kVAR	8.9	8.8	8.9	0.0	12.9
PF	0.078	0.132	0.027	0.186	0.674
VTHD	1.39	1.64	1.33	0.00	
ITHD	6.81	8.87	10.30	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.1	1.0	2.0	0.0	
TDF	3.8	6.3	4.6	0.0	
Demand	0.8	1.3	0.4	0.0	9.3 (kW)
Energy	12.6	14.6	10.2	0.0	69.8 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco wenco N° 2		
Potencia Total (kVA)	15.7		
Potencia Activa (kW)	9		
Potencia Reactiva (kVAR)	12.9		
Va (A):	473.3	Ia (A):	18.8
Vb (A):	472.9	Ib (A):	18.7
Vc (A):	472.7	Ic (A):	18.9
F.P.:	0.574	Frecuencia:	59.9

### Lectura de un punto de medición – CASO B

#### Event waveform/detail

Timed event at 24/10/01 21:58:21.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	467.9	467.2	467.1	0.3	467.1
I	23.0	22.9	23.1	5.6	69.0
kW	3.0	3.4	2.5	0.0	13.8
kVA	10.8	10.7	10.8	0.0	19.0
kVAR	10.4	10.1	10.5	0.0	13.2
PF	0.276	0.321	0.232	0.186	0.723
VTHD	1.98	1.82	1.64	0.00	
ITHD	6.70	7.68	8.19	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.5	0.9	2.5	0.0	
TDF	1.8	3.4	3.6	0.0	
Demand	2.8	3.2	2.4	0.0	13.5 (kW)
Energy	9.8	11.0	8.1	0.0	51.3 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

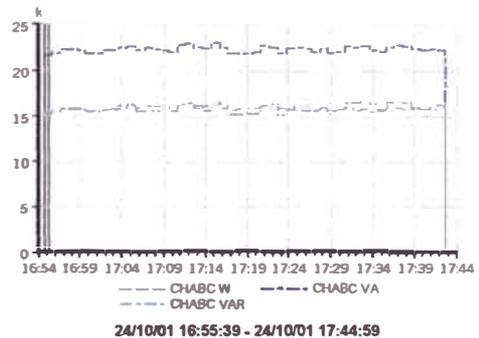
MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco wenco N° 2		
Potencia Total (kVA)	19		
Potencia Activa (kW)	13.8		
Potencia Reactiva (kVAR)	13.2		
Va (A):	467.9	Ia (A):	23
Vb (A):	467.2	Ib (A):	22.9
Vc (A):	467.1	Ic (A):	23.1
F.P.:	0.723	Frecuencia:	59.9

### 3. Motor del banco Wenco N° 3

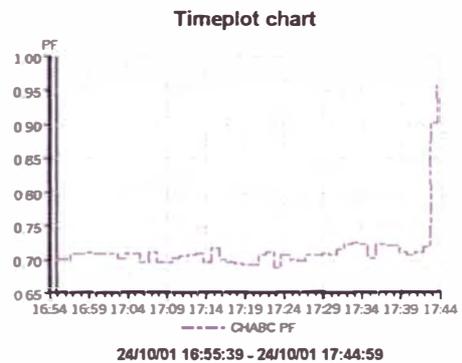
#### Datos de Placa

MEL: 20670  
N° Reparaciones: 2  
Marca: Delcrosa  
P(HP): 30  
V(V): 440  
RPM: 1165  
Hz: 60  
IN(A): 40  
n%: 89.5%

#### Curvas de las Potencias Timeplot chart



#### Curva del factor de potencia Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 24/10/01 17:07:37.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	475.5	475.0	474.6	0.3	474.8
I	26.8	26.6	27.8	5.6	81.3
kW	3.0	3.9	3.0	0.0	16.0
kVA	12.8	12.6	13.2	0.0	22.5
kVAR	12.4	12.0	12.9	0.0	15.9
PF	0.239	0.305	0.227	0.187	0.710
VTHD	1.65	1.76	1.59	0.00	
ITHD	5.94	6.66	8.04	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.2	1.5	2.8	0.0	
TDF	2.1	2.3	2.9	0.0	
Demand	3.0	3.8	3.0	0.0	15.8 (kW)
Energy	0.6	0.7	0.6	0.0	3.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

Lectura de un punto de medición

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco wenco N° 3		
Potencia Total (kVA)	22.5		
Potencia Activa (kW)	16		
Potencia Reactiva (kVAR)	15.9		
Va (A):	475.5	Ia (A):	26.8
Vb (A):	475	Ib (A):	26.6
Vc (A):	474.6	Ic (A):	27.8
F.P.:	0.71	Frecuencia:	59.8

Event waveform/detail

Timed event at 16/08/01 12:42:43.000  
Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	253.9	371.3	232.8	0.4	292.4
I	17.0	16.9	17.0	5.9	50.9
KW	3.0	2.5	0.1	0.0	5.6
KVA	4.3	6.3	4.0	0.0	14.0
KVAR	3.1	5.8	4.0	0.0	12.8
PF	0.696	0.397	0.022	0.517	0.400
VTHD	1.47	0.89	1.44	0.00	
ITHD	7.78	6.88	14.30	0.00	
VH3	0.8	0.6	0.9	0.0	
IH3	3.5	1.2	4.7	0.0	
TDF	3.3	4.3	8.0	0.0	
Demand	3.0	2.4	0.1	0.0	5.5 (kW)
Energy	3.3	2.7	0.1	0.0	6.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.1				
UNBAL	29.8				

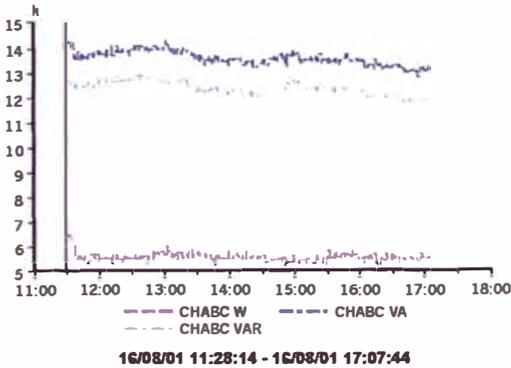
4. Motor del banco Out Kumpo N° 2

Datos de Placa

MEL: 2722  
N° Reparaciones: 2  
Marca: Delcrosa  
P(HP): 30  
V(V): 440  
RPM: 1165  
Hz: 60  
IN(A): 40  
n%: 89.5%

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco out kumpo N° 2		
Potencia Total (kVA)	14		
Potencia Activa (kW)	5.6		
Potencia Reactiva (kVAR)	12.8		
Va (A):	475.5	Ia (A):	17
Vb (A):	475	Ib (A):	16.9
Vc (A):	474.6	Ic (A):	17
F.P.:	0.4	Frecuencia:	60.1

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart

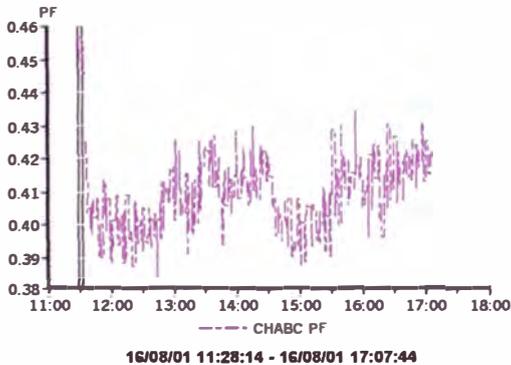


5. Motor del banco out kumpo N° 3

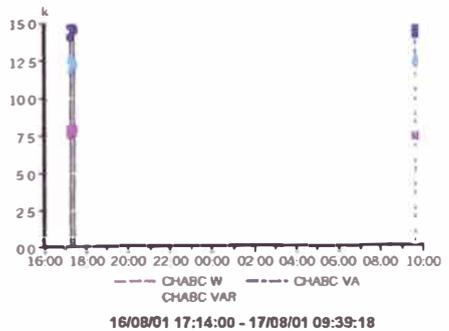
Datos de Placa

MEL: 20667  
N° Reparaciones: 2  
Marca: Reliance Electric  
P(HP): 30  
V(V): 460  
RPM: 1165  
Hz: 60  
IN(A): 35.8  
n%: 88.5

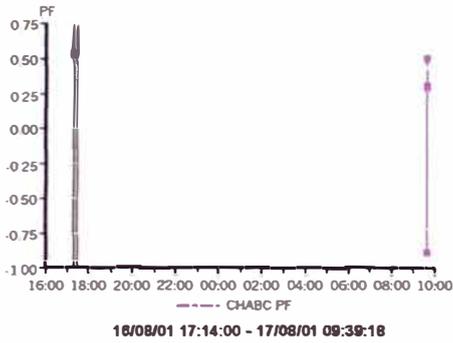
Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



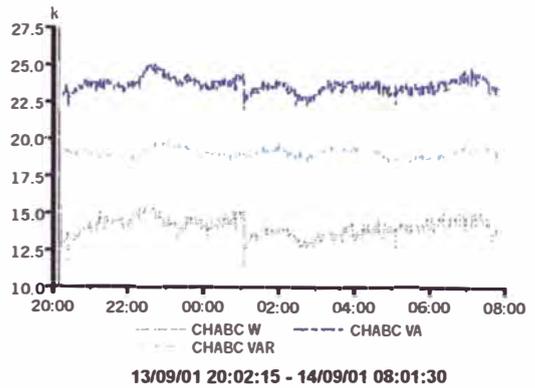
Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

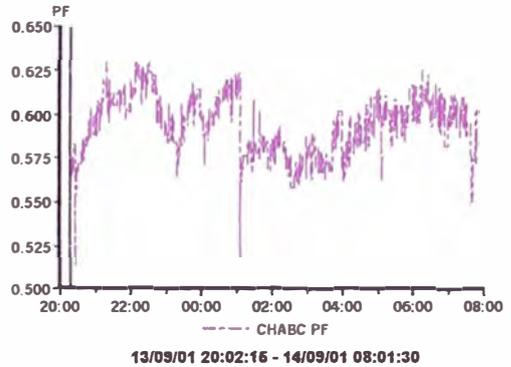
Timed event at 16/08/01 17:18:10.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	473.9	473.6	473.6	0.6	473.6
I	18.3	17.4	18.3	6.4	53.9
kW	0.3	0.3	-0.3	0.0	7.8
kVA	8.7	8.2	8.7	0.0	14.8
kVAR	8.7	8.2	8.7	0.0	12.6
PF	0.029	0.037	0.037	0.481	0.527
VTHD	1.31	1.33	1.36	0.00	
ITHD	6.24	9.77	9.77	0.00	
V H3	0.0	0.0	0.0	0.0	
I H3	2.2	1.1	2.1	0.0	
TDF	4.3	5.8	4.0	0.0	
Demand	0.4	0.3	-0.2	0.0	7.9 (kW)
Energy	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.5 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.1				
UNBAL	0.0				

Curvas de las Potencias  
Timeplot chart



Curva del Factor de potencia  
Timeplot chart



Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 13/09/01 22:15:15.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	473.4	473.0	472.9	0.3	472.9
I	28.9	28.6	28.8	5.6	86.3
kW	1.9	2.2	1.2	0.0	14.8
kVA	13.7	13.5	13.6	0.0	23.8
kVAR	13.5	13.4	13.6	0.0	18.7
PF	0.141	0.163	0.091	0.186	0.620
VTHD	1.54	1.52	1.48	0.00	
ITHD	6.25	6.41	7.43	0.00	
V H3	0.0	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.7	1.4	2.7	0.0	
TDF	1.8	2.4	2.7	0.0	
Demand	1.9	2.2	1.3	0.0	14.8 (kW)
Energy	3.2	3.3	1.8	0.0	27.7 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco out kumpo N° 3		
Potencia Total (kVA)	14.8		
Potencia Activa (kW)	7.8		
Potencia Reactiva (kVAR)	12.6		
Va (A):	473.9	Ia (A):	18.3
Vb (A):	473.6	Ib (A):	17.4
Vc (A):	473.6	Ic (A):	18.3
F.P.:	0.527	Frecuencia:	60.1

6. Motor del banco N° 1

Datos de Placa

MEL: 20670  
N° Reparaciones:2  
Marca: Delcrosa  
P(HP): 36  
V(V): 440  
RPM: 1165  
Hz: 60  
IN(A): 40  
n%: 90%

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco N° 1		
Potencia Total (kVA)	23.8		
Potencia Activa (kW)	14.8		
Potencia Reactiva (kVAR)	18.7		
Va (A):	473.4	Ia (A):	28.9
Vb (A):	473	Ib (A):	28.6
Vc (A):	472.9	Ic (A):	28.8
F.P.:	0.62	Frecuencia:	59.8

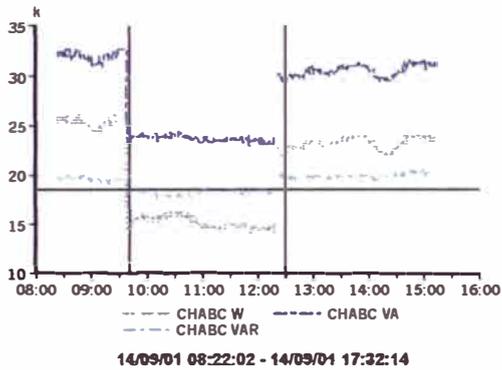
## 7. Motor del banco N° 1 - 2

### Datos de Placa

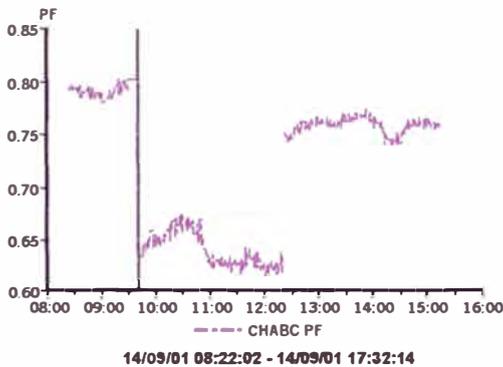
**MEL:** 20676  
**Marca:** Delcrosa  
**P(HP):** 36  
**V(V):** 440  
**RPM:** 1165  
**Hz:** 60  
**IN(A):** 40  
**n%:** 90%

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco N° 1 - 2		
Potencia Total (kVA)	31.7		
Potencia Activa (kW)	24.9		
Potencia Reactiva (kVAR)	19.5		
Va (A):	477.1	Ia (A):	38
Vb (A):	477.2	Ib (A):	37.8
Vc (A):	476.7	Ic (A):	37.7
F.P.:	0.788	Frecuencia:	60.2

Curvas de Potencias  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 14/09/01 08:54:07.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

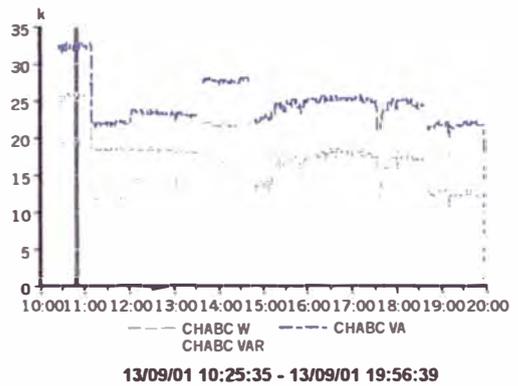
Unit	A	B	C	D	ABC
V	477.1	477.2	476.7	0.5	476.9
I	38.0	37.8	37.7	6.3	113.6
kW	6.9	7.0	6.1	0.0	24.9
kVA	18.1	18.0	18.0	0.0	31.7
kVAR	16.8	16.6	16.9	0.0	19.5
PF	0.381	0.390	0.341	0.585	0.788
VTHD	0.86	0.92	0.91	0.00	
ITHD	3.75	2.44	7.17	0.00	
V H3	0.0	0.1	0.1	0.0	
I H3	1.5	0.5	1.6	0.0	
TDF	1.5	1.3	2.0	0.0	
Demand	6.7	6.9	6.0	0.0	24.7 (kW)
Energy	3.5	3.6	3.2	0.0	12.6 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	60.2				
UNBAL	0.1				

## 8. Motor del banco N° 5 - 1

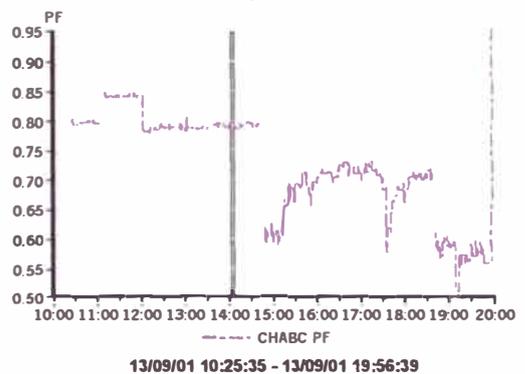
### Datos de Placa

**Marca:** Delcrosa  
**P(HP):** 30  
**V(V):** 440  
**RPM:** 1165  
**Hz:** 60  
**n%:** 89.5%

Curvas de Potencias  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 13/09/01 14:12:13.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	472.5	471.7	471.7	0.4	471.7
I	33.2	32.9	33.6	5.9	99.6
kW	8.0	8.1	5.5	0.0	21.5
kVA	15.7	15.5	15.8	0.0	27.3
kVAR	14.5	14.3	14.9	0.0	18.8
PF	0.383	0.393	0.345	0.303	0.788
VTHD	0.98	0.88	0.98	0.00	
ITHD	4.02	4.37	5.79	0.00	
V H3	0.1	0.0	0.1	0.0	
I H3	2.3	1.2	1.7	0.0	
TDF	1.5	2.0	2.9	0.0	
Demand	8.0	8.1	5.8	0.0	21.7 (kW)
Energy	3.5	3.5	3.2	0.0	12.4 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	80.1				
UNBAL	0.1				

### Lectura de un punto de medición

#### Event waveform/detail

Timed event at 13/09/01 13:18:22.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	473.9	473.3	473.0	0.3	473.1
I	27.9	27.8	27.8	5.5	83.4
kW	5.1	5.3	4.6	0.0	18.3
kVA	13.2	13.1	13.2	0.0	23.3
kVAR	12.2	11.9	12.3	0.0	14.4
PF	0.387	0.407	0.350	0.198	0.787
VTHD	1.68	1.70	1.60	0.00	
ITHD	8.37	7.07	6.88	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.8	0.0	1.4	0.0	
TDF	2.1	3.2	2.5	0.0	
Demand	5.1	5.3	4.6	0.0	18.3 (kW)
Energy	6.4	6.5	5.8	0.0	22.7 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco N° 5 - 1		
Potencia Total (kVA)	27.3		
Potencia Activa (kW)	21.5		
Potencia Reactiva (kVAR)	16.8		
Va (A):	472.5	Ia (A):	33.2
Vb (A):	471.7	Ib (A):	32.9
Vc (A):	471.7	Ic (A):	33.6
F.P.:	0.788	Frecuencia:	60.1

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco N° 5 - 2		
Potencia Total (kVA)	23.3		
Potencia Activa (kW)	18.3		
Potencia Reactiva (kVAR)	16.8		
Va (A):	473.9	Ia (A):	27.9
Vb (A):	475.3	Ib (A):	27.6
Vc (A):	473	Ic (A):	27.8
F.P.:	0.785	Frecuencia:	59.9

### 9. Motor del banco N° 5-2

#### Datos de Placa

Marca:	Delcrosa
P(HP):	30
V(V):	440
RPM:	1165
Hz:	60
n%:	89.5%

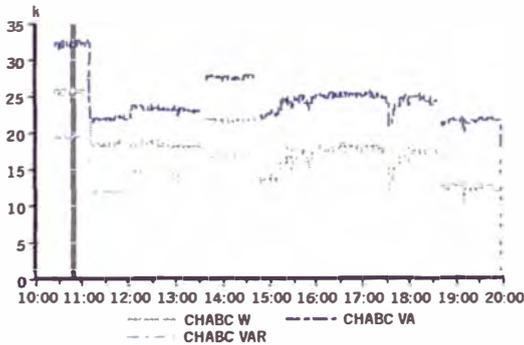
### 10. Motor del banco N° 5-3

#### Datos de Placa

Marca:	Delcrosa
P(HP):	30
V(V):	440
RPM:	1165
Hz:	60
n%:	89.5%

#### Curvas de Potencias

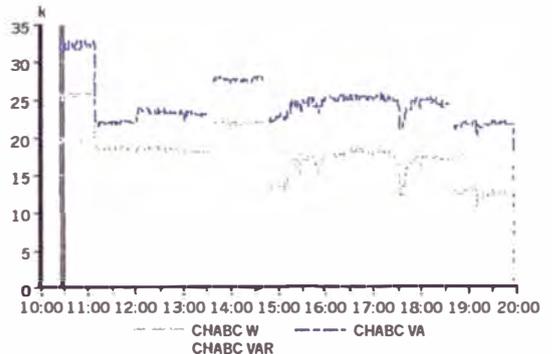
##### Timeplot chart



13/09/01 10:25:35 - 13/09/01 19:56:39

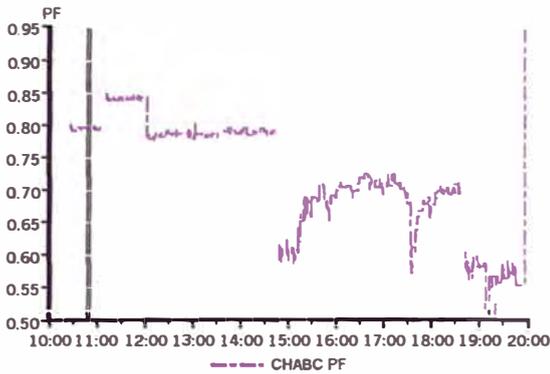
#### Curvas de Potencias

##### Timeplot chart



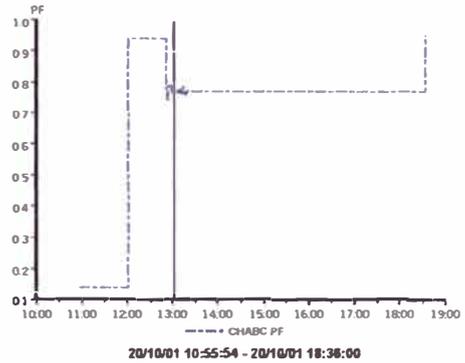
13/09/01 10:25:35 - 13/09/01 19:56:39

Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



13/09/01 10:25:35 - 13/09/01 19:56:39

Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



20/10/01 10:55:54 - 20/10/01 18:38:00

Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 13/09/01 10:40:30.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.1	470.2	470.1	0.4	470.1
I	39.9	39.8	39.7	5.7	119.5
kW	7.4	7.6	6.8	0.0	28.2
kVA	18.8	18.7	18.7	0.0	32.8
KVAR	17.3	17.1	17.4	0.0	19.7
PF	0.395	0.406	0.384	0.356	0.798
VTHD	0.59	0.58	0.63	0.00	
ITHD	2.82	3.42	5.43	0.00	
V H3	0.0	0.1	0.1	0.0	
I H3	1.5	0.5	1.5	0.0	
TDF	1.4	1.7	1.8	0.0	
Demand	7.3	7.5	6.8	0.0	25.9 (kW)
Energy	2.5	2.5	2.3	0.0	8.9 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 20/10/01 12:58:45.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	476.5	476.2	475.3	0.3	475.7
I	16.5	16.8	16.1	5.7	49.5
kW	3.3	3.5	2.6	0.0	11.2
kVA	7.9	8.0	7.7	0.0	14.1
kVAR	7.2	7.2	7.2	0.0	8.6
PF	0.417	0.435	0.336	0.386	0.793
VTHD	2.24	2.27	1.93	0.00	
ITHD	10.35	10.12	18.28	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.2	0.0	
I H3	4.0	1.3	4.2	0.0	
TDF	5.7	5.4	8.8	0.0	
Demand	3.0	3.3	2.3	0.0	10.6 (kW)
Energy	0.3	0.4	0.3	0.0	1.3 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco N° 5 - 3		
Potencia Total (kVA)	32.8		
Potencia Activa (kW)	26.2		
Potencia Reactiva (kVAR)	19.7		
Va (A):	471.1	Ia (A):	39.9
Vb (A):	470.2	Ib (A):	39.8
Vc (A):	470.1	Ic (A):	39.7
F.P.:	0.798	Frecuencia:	59.9

11. Motor del banco N° 5-4

Datos de Placa

Marca:	Delcrosa
P(HP):	30
V(V):	440
RPM:	1165
Hz:	60
n%:	89.5%

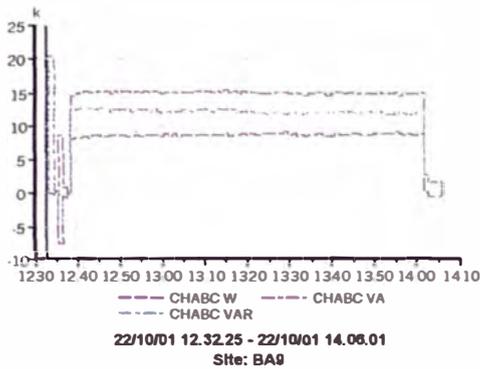
MEDICIONES			
Ubicación:	Motor del banco N° 5 - 4		
Potencia Total (kVA)	14.1		
Potencia Activa (kW)	11.2		
Potencia Reactiva (kVAR)	8.6		
Va (A):	475.9	Ia (A):	16.5
Vb (A):	470.2	Ib (A):	16.8
Vc (A):	470.1	Ic (A):	16.1
F.P.:	0.793	Frecuencia:	60

12. Motor del banco N 9-1

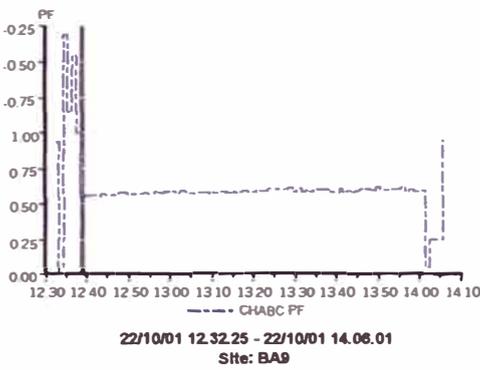
Datos de Placa

MEL:	5734
N° Reparaciones:	2
Marca:	Delcrosa
P(HP):	24
V(V):	440
RPM:	1165
Hz:	60
IN(A):	26
n%:	88%

**Curvas de Potencias**  
Timeplot chart



**Curva del factor de potencia**  
Timeplot chart



**Lectura de un punto de medición**

Event waveform/detail

Timed event at 22/10/01 13.28.24,000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

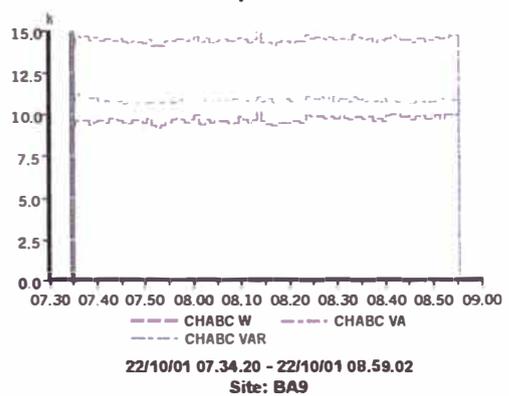
Unit	A	B	C	D	ABC
V	465.1	464.0	464.5	0.2	464.3
I	17.7	17.8	18.1	5.4	53.5
kW	0.7	1.8	0.8	0.0	9.1
kVA	8.2	8.3	8.4	0.0	14.9
kVAR	8.2	8.0	8.4	0.0	11.8
PF	0.082	0.221	0.101	0.155	0.611
VTHD	2.04	1.65	2.21	0.00	
ITHD	9.63	10.43	8.77	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.1	0.0	
IH3	3.4	2.2	2.2	0.0	
TDF	4.8	3.3	5.4	0.0	
Demand	0.5	1.6	0.7	0.0	8.8 (kW)
Energy	0.4	1.0	0.4	0.0	7.3 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.8	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

**13. Motor del banco N 9-2**

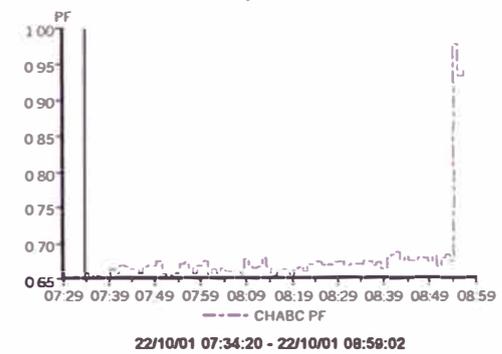
**Datos de Placa**

MEL: 20415  
 Marca: Baldor  
 P(HP): 20  
 V(V): 440  
 RPM: 1170  
 Hz: 60  
 IN(A): 26  
 n%: 88 %

**Curvas de Potencias**  
Timeplot chart



**Curva del factor de potencia**  
Timeplot chart



**Lectura de un punto de medición**

Event waveform/detail

Timed event at 22/10/01 08.43.18,000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

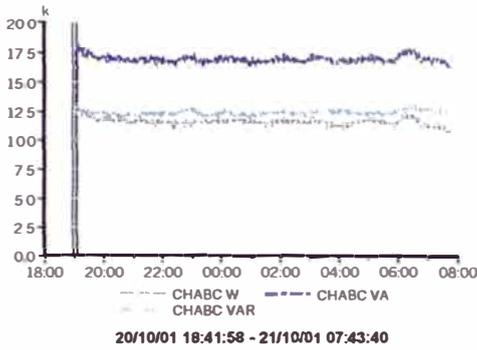
Unit	A	B	C	D	ABC
V	470.3	468.7	469.1	0.4	468.9
I	18.1	17.0	17.6	5.8	52.7
kW	1.8	1.9	1.3	0.0	9.8
kVA	8.5	8.0	8.3	0.0	14.6
kVAR	8.3	7.7	8.1	0.0	10.8
PF	0.212	0.240	0.160	0.413	0.675
VTHD	2.02	1.58	1.93	0.00	
ITHD	8.57	9.73	12.55	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.1	0.0	
IH3	4.4	1.1	1.1	0.0	
TDF	3.5	4.9	5.5	0.0	
Demand	1.8	2.0	1.3	0.0	9.9 (kW)
Energy	1.9	2.1	1.3	0.0	11.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.9				
UNBAL	0.2				

**14. Motor del banco N° 9-3**

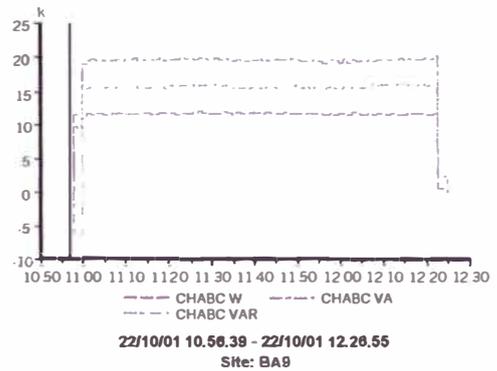
**Datos de Placa**

Marca: General Electric  
 P(HP): 20  
 V(V): 440  
 RPM: 1175  
 Hz: 60  
 IN(A): 20.5  
 n%: 87%

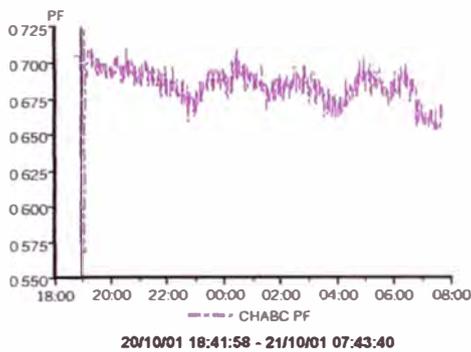
**Curvas de Potencias**  
Timeplot chart



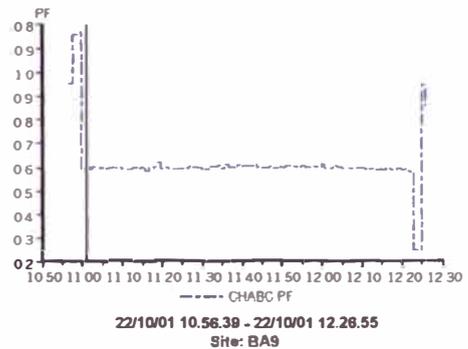
**Curvas de Potencias**  
Timeplot chart



**Curva del factor de potencia**  
Timeplot chart



**Curva del factor de potencia**  
Timeplot chart



**Lectura de un punto de medición**

Event waveform/detail

Timed event at 20/10/01 21:11:50.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	464.3	463.2	464.0	0.3	463.6
I	19.8	20.6	21.1	6.3	61.5
kW	2.0	2.9	1.8	0.0	11.6
kVA	8.2	8.5	8.8	0.0	16.7
kVAR	8.0	9.1	8.6	0.0	12.0
PF	0.220	0.309	0.180	0.437	0.695
VTHD	1.58	1.30	1.68	0.00	
ITHD	6.16	7.48	6.89	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.9	2.8	1.9	0.0	
TDF	2.2	2.6	3.1	0.0	
Demand	2.0	3.0	1.8	0.0	11.7 (kW)
Energy	4.5	6.3	3.8	0.0	25.3 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

**Lectura de un punto de medición**

Event waveform/detail

Timed event at 22/10/01 11:37:39.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.4	469.7	470.3	0.2	470.0
I	23.8	24.0	22.7	5.9	70.5
kW	1.6	1.4	0.6	0.0	11.7
kVA	11.2	11.3	10.7	0.0	19.4
kVAR	11.1	11.2	10.7	0.0	15.5
PF	0.142	0.123	0.058	0.334	0.803
VTHD	1.46	0.99	1.34	0.00	
ITHD	5.14	8.31	8.99	0.00	
V H3	0.2	0.2	0.1	0.0	
I H3	3.3	1.8	3.4	0.0	
TDF	2.0	3.0	3.4	0.0	
Demand	1.6	1.4	0.6	0.0	11.8 (kW)
Energy	1.1	0.8	0.4	0.0	7.8 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.8				
UNBAL	0.2				

**15. Motor del banco N° 9-4**

Datos de Placa

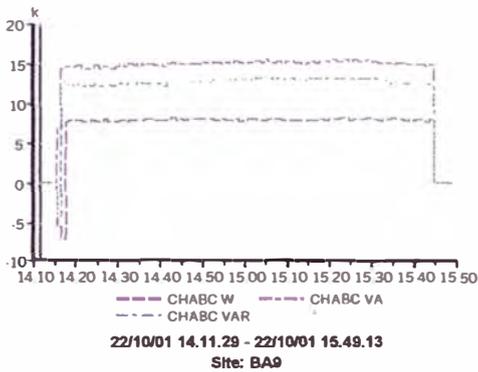
MEL: 5513  
N° Reparaciones:3  
Marca: Delcrosa  
P(HP): 24  
V(V): 440  
RPM: 1160  
Hz: 60  
IN(A): 26  
n%: 88%

**16. Motor del banco N° 9-5**

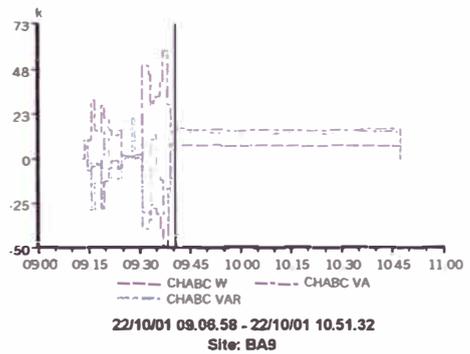
Datos de Placa

MEL: 5703  
N° Reparaciones:3  
Marca: Delcrosa  
P(HP): 20  
V(V): 440  
RPM: 1165  
Hz: 60  
IN(A): 26  
n%: 88%

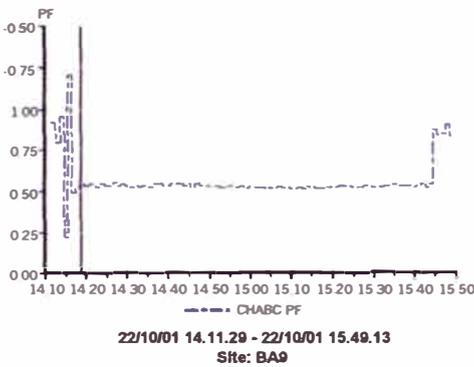
Curvas de Potencias  
Timeplot chart



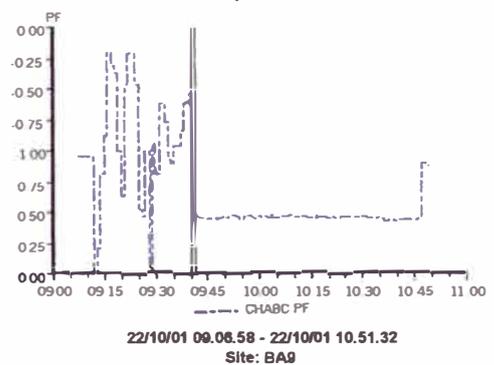
Curvas de Potencias  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



CASO A f.d.p. = 0.460

Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 22/10/01 14.54.27.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	470.8	471.6	470.4	0.2	471.0
I	17.3	18.5	18.8	5.7	54.5
kW	0.1	1.0	-0.5	0.0	8.0
kVA	8.1	8.7	8.8	0.0	15.0
kVAR	8.1	8.6	8.8	0.0	12.7
PF	0.016	0.111	0.052	0.134	0.533
VTHD	1.39	1.36	0.85	0.00	
ITHD	8.10	9.76	9.02	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.2	0.0	
IH3	4.5	4.3	4.1	0.0	
TDF	3.8	3.9	4.2	0.0	
Demand	0.1	0.9	-0.6	0.0	8.0 (kW)
Energy	0.1	0.6	-0.3	0.0	5.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

Event waveform/detail

Timed event at 22/10/01 10.20.06.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	467.2	466.6	466.2	0.4	466.9
I	20.9	19.6	19.8	5.6	60.2
kW	-0.6	-0.6	-0.8	0.0	7.4
kVA	9.6	8.9	9.0	0.0	16.1
kVAR	9.6	8.9	9.0	0.0	14.3
PF	0.063	0.061	0.088	0.432	0.460
VTHD	1.49	1.23	1.46	0.00	
ITHD	6.81	9.40	9.17	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.1	0.0	
IH3	2.8	1.0	2.0	0.0	
TDF	3.1	6.4	4.6	0.0	
Demand	-0.6	-0.6	-0.7	0.0	7.4 (kW)
Energy	0.1	-3.6	-0.4	0.0	2.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	69.9				
UNBAL	0.2				

17. Motor del banco N° 9-6

Datos de Placa

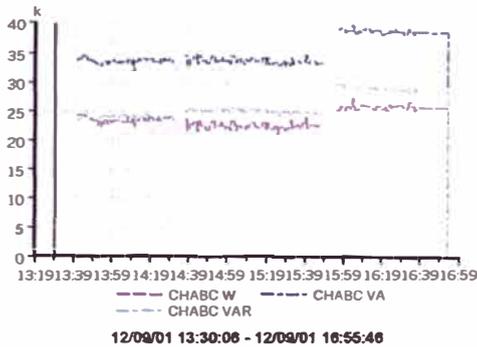
MEL: 5442  
N° Reparaciones: 1  
Marca: General Electric  
P(HP): 15  
V(V): 440  
RPM: 1175  
Hz: 60  
IN(A): 20.5  
n%: 87%

18. Motor del banco N° 10

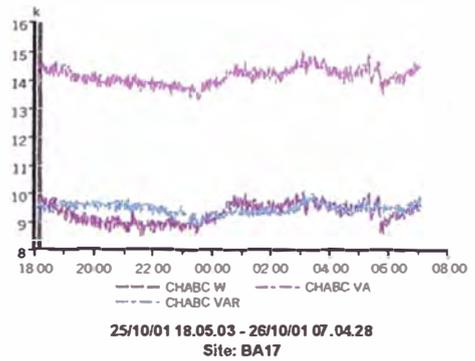
Datos de Placa

MEL: 20430  
Marca: Baldor  
P(HP): 60  
V(V): 460  
RPM: 1185  
n%: 91%

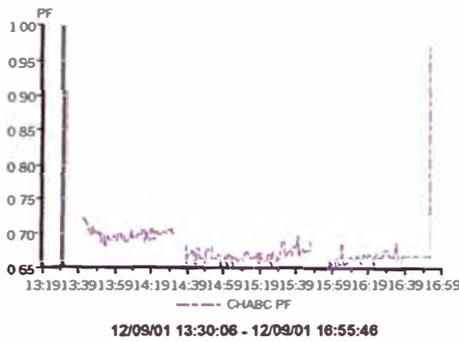
Curvas de Potencias  
Timeplot chart



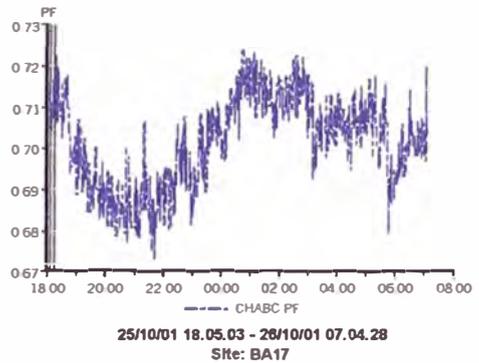
Curvas de Potencias  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
Timeplot chart



Lectura de un punto de medición  
Event waveform/detail

Timed event at 12/09/01 15:39:54.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	470.8	470.1	470.4	0.4	470.3
I	42.7	41.5	42.7	6.0	126.8
kW	4.7	5.2	4.3	0.0	24.3
kVA	20.1	19.5	20.1	0.0	34.9
KVAR	19.5	18.8	19.6	0.0	25.0
PF	0.232	0.269	0.214	0.299	0.698
VTHD	1.47	1.51	1.55	0.00	
ITHD	4.96	4.70	5.62	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.3	0.5	1.4	0.0	
TDF	1.4	1.5	1.4	0.0	
Demand	4.4	5.0	4.0	0.0	23.7 (kW)
Energy	3.9	4.5	3.6	0.0	23.4 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

Lectura de un punto de medición  
Event waveform/detail

Timed event at 25/10/01 21:38:28.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	472.4	471.2	471.8	0.2	471.5
I	19.1	19.3	19.1	5.7	57.5
kW	2.0	2.2	1.5	0.0	10.8
kVA	9.0	9.1	9.9	0.0	15.9
KVAR	8.8	8.8	8.9	0.0	11.7
PF	0.219	0.248	0.184	0.253	0.679
VTHD	1.10	0.90	1.01	0.00	
ITHD	7.15	8.80	8.79	0.00	
V H3	0.1	0.0	0.1	0.0	
I H3	4.1	1.0	2.0	0.0	
TDF	2.4	5.4	5.7	0.0	
Demand	2.1	2.3	1.5	0.0	10.8 (kW)
Energy	7.7	8.7	5.8	0.0	39.7 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.8	
HZ	60.1				
UNBAL	0.1				

Lectura de un punto de medición  
Event waveform/detail

Timed event at 26/10/01 00:38:28.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	465.5	465.7	465.6	0.3	465.7
I	19.9	20.1	20.1	5.7	60.1
kW	2.5	2.8	2.0	0.0	11.8
kVA	9.3	9.4	9.3	0.0	16.3
KVAR	8.9	8.9	9.1	0.0	11.4
PF	0.274	0.300	0.210	0.341	0.719
VTHD	0.87	0.72	0.91	0.00	
ITHD	6.32	7.52	11.65	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.0	2.0	2.0	0.0	
TDF	2.9	2.7	5.4	0.0	
Demand	2.5	2.8	1.9	0.0	11.7 (kW)
Energy	14.3	16.2	10.6	0.0	72.9 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

19. Motor del banco N° 11-1

Datos de Placa

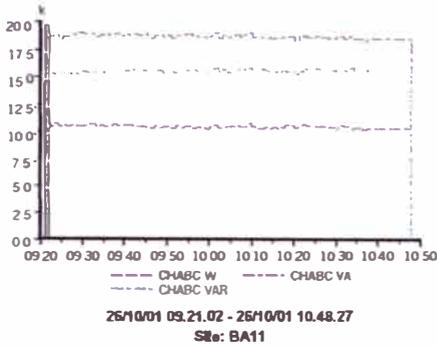
MEL: 8001  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 2  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 27.5  
 RPM: 1160  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 87%

## 20. Motor del banco N° 11-2

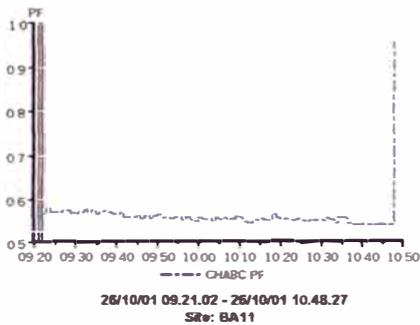
### Datos de Placa

MEL: 5504  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1175  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 87

Curvas de Potencias  
 Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
 Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 26/10/01 09.32.02.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

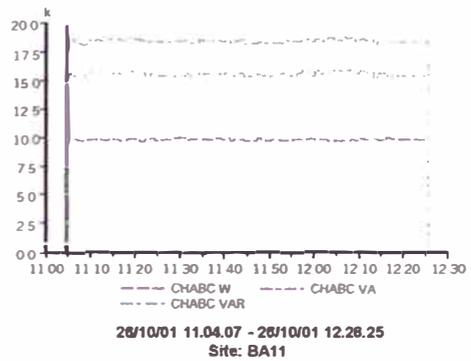
Unit	A	B	C	D	ABC
V	468.4	467.2	467.6	0.2	467.4
I	23.5	22.2	23.0	5.9	68.7
kW	0.6	1.1	0.8	0.0	10.8
kVA	11.0	10.4	10.8	0.0	18.8
kVAR	11.0	10.3	10.7	0.0	15.4
PF	0.057	0.104	0.058	0.424	0.578
VTHD	0.84	0.72	0.80	0.00	
ITHD	4.39	7.53	8.48	0.00	
VH3	0.1	0.0	0.1	0.0	
IH3	1.7	2.7	0.8	0.0	
TDF	2.5	3.0	4.6	0.0	
Demand	0.6	1.0	0.8	0.0	10.8 (kW)
Energy	0.1	0.2	0.1	0.0	1.8 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

## 21. Motor del banco N° 11-3

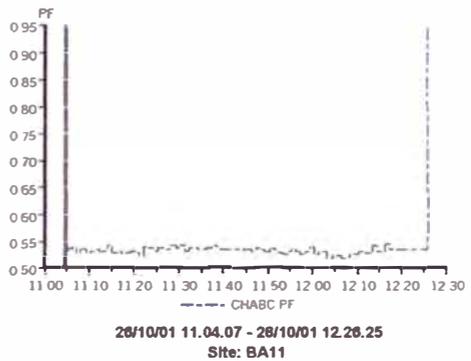
### Datos de Placa

MEL: 5729  
 MARCA: General Electric  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1175  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 87%

Curvas de Potencias  
 Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
 Timeplot chart



### Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 26/10/01 11.38.05.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

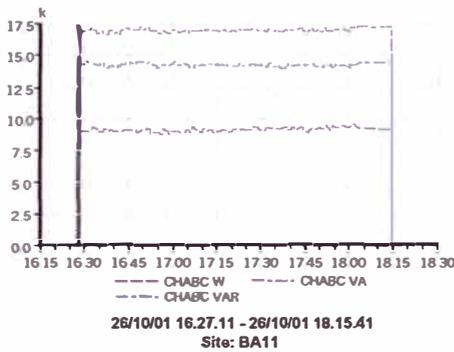
Unit	A	B	C	D	ABC
V	473.4	471.8	471.8	0.3	471.8
I	23.4	21.4	22.7	5.4	67.5
kW	0.3	0.5	0.1	0.0	10.1
kVA	11.1	10.1	10.7	0.0	18.6
kVAR	11.1	10.1	10.7	0.0	15.6
PF	0.025	0.050	0.013	0.165	0.541
VTHD	1.03	0.70	1.01	0.00	
ITHD	5.09	8.62	8.42	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.1	0.0	
IH3	1.7	1.9	0.0	0.0	
TDF	2.8	4.7	3.2	0.0	
Demand	0.2	0.5	0.1	0.0	10.0 (kW)
Energy	0.1	0.2	0.1	0.0	5.6 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.2				

22. Motor del banco N° 11-4

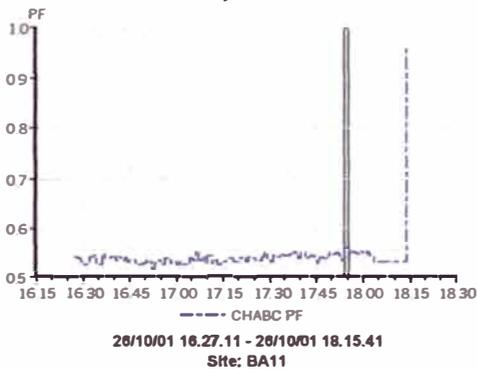
Datos de Placa

MEL: 2985  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 24  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 27.5  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88 %

Curvas de Potencias  
 Timeplot chart



Curva del factor de potencia  
 Timeplot chart



Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 26/10/01 17.54.04,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

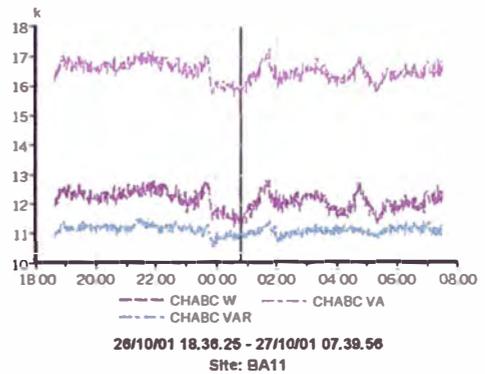
Unit	A	B	C	D	ABC
V	465.1	464.9	464.1	0.4	464.5
I	21.0	20.2	21.9	5.7	63.1
kW	0.5	0.9	0.0	0.0	9.5
kVA	9.7	9.4	10.2	0.0	16.9
kVAR	9.7	9.3	10.2	0.0	14.0
PF	0.048	0.101	0.005	0.405	0.560
VTHD	1.25	1.23	0.78	0.00	
ITHD	8.04	7.56	9.71	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.8	1.9	2.7	0.0	
TDF	2.3	3.2	4.8	0.0	
Demand	0.4	0.9	0.1	0.0	9.4 (kW)
Energy	0.4	0.9	0.0	0.0	13.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

23. Motor del banco N° 11-5

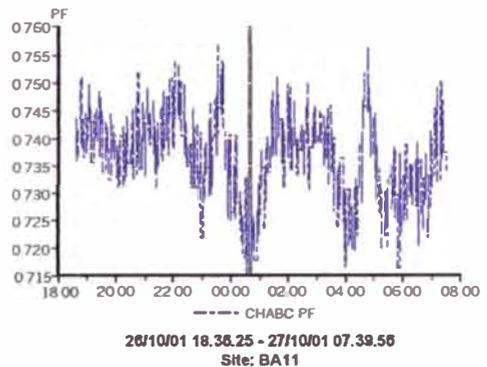
Datos de Placa

MEL: 2926  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 2  
 P(H.P.): 24  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 27.5  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88 % DELCROSA (IEC)

Curvas de Potencias  
 Timeplot chart



Curva de las factor de potencia  
 Timeplot chart



Lectura de un punto de medición

Event waveform/detail

Timed event at 27/10/01 04.41.24,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	468.7	468.4	468.4	0.5	468.4
I	20.6	20.0	20.9	6.5	61.5
kW	2.9	3.4	2.5	0.0	12.7
kVA	9.8	9.4	9.8	0.0	17.0
kVAR	9.2	8.7	9.5	0.0	11.2
PF	0.301	0.365	0.260	0.524	0.752
VTHD	1.65	1.55	1.76	0.00	
ITHD	8.54	8.68	8.92	0.00	
V H3	0.1	0.0	0.1	0.0	
I H3	3.8	1.0	2.8	0.0	
TDF	2.7	5.3	4.4	0.0	
Demand	2.8	3.3	2.5	0.0	12.5 (kW)
Energy	26.3	31.5	23.3	0.0	122.8 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	0.0				

24. Motor del banco N° 11 - 6

Datos de Placa

MEL: 5376  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 15  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1175  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 87%

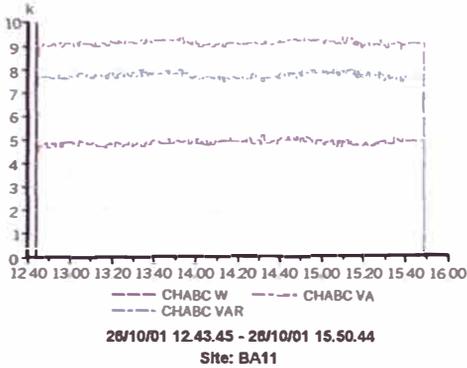
25. Motor del banco N° 12 -1

Datos de Placa

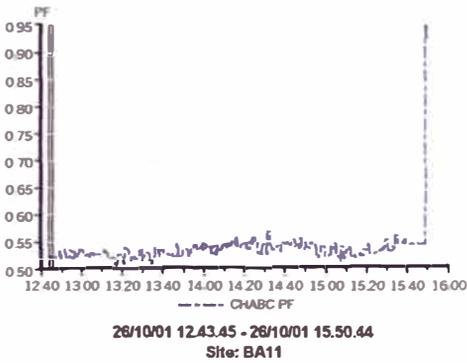
MEL: 20373  
 Marca: Baldor  
 P(HP): 60  
 V(V): 460  
 RPM: 1185  
 Hz: 60  
 n%: 91%

Se tiene las lecturas mostradas en la siguiente página

Curvas de Potencias  
 Timeplot chart



• Gráfica del factor de potencia  
 Timeplot chart



CASO f.d.p. = 0.571

Event waveform/detail

Timed event at 28/10/01 14.31.09.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	469.4	469.6	468.9	0.4	469.2
I	11.4	10.0	11.7	6.8	33.1
kW	0.0	0.7	-0.1	0.0	6.2
kVA	6.3	4.7	6.6	0.0	9.1
kVAR	6.3	4.7	6.6	0.0	7.6
PF	0.003	0.142	0.026	0.468	0.671
VTHD	1.90	1.60	1.98	0.00	
ITHD	9.88	14.44	20.48	0.00	
V H3	0.1	0.0	0.1	0.0	
I H3	3.6	3.9	6.6	0.0	
TDF	6.6	10.0	19.1	0.0	
Demand	-0.1	0.6	-0.3	0.0	6.0 (kW)
Energy	-0.2	0.7	-0.6	0.0	8.6 (kWh)
ICF	0.1	0.2	0.1	0.6	
HZ	69.8				
UNBAL	0.1				

MOTOR DEL BANCO N 12 - 1

Fecha	Tension A	Tension B	Tension C	Corriente A	Corriente B	Corriente C	Potencia Activa	Potencia Total	Potencia Reactiva	f.d.p.
12-9-01 14:38	471.61	470.81	471.15	40.25	39.31	40.16	21.76	33.04	24.86	0.659
12-9-01 14:39	473.70	473.10	473.42	41.39	40.36	41.17	22.92	34.14	25.30	0.671
12-9-01 14:40	474.14	473.42	473.74	41.24	40.42	41.18	22.91	34.09	25.25	0.672
12-9-01 14:41	474.02	473.34	473.53	41.59	40.36	41.59	23.12	34.21	25.21	0.676
12-9-01 14:42	476.23	475.51	475.80	42.00	40.84	41.93	23.38	34.75	25.71	0.673
12-9-01 14:43	475.19	474.47	474.70	40.29	39.09	40.12	21.68	33.27	25.23	0.652
12-9-01 14:44	474.52	473.89	474.12	41.76	40.79	41.63	23.42	34.52	25.36	0.678
12-9-01 14:45	474.72	474.00	474.23	41.17	39.70	41.31	22.52	33.77	25.17	0.667
12-9-01 14:46	474.46	473.77	474.09	40.93	39.83	40.97	22.38	33.80	25.32	0.662
12-9-01 14:47	474.87	474.09	474.35	41.01	39.69	41.07	22.43	33.73	25.18	0.665
12-9-01 14:48	472.89	471.91	472.26	40.56	39.41	40.21	21.94	33.34	25.10	0.658
12-9-01 14:49	472.39	471.80	471.99	41.44	40.57	41.60	23.06	34.05	25.05	0.677
12-9-01 14:50	472.80	472.18	472.46	41.58	40.58	41.49	23.16	34.20	25.16	0.677
12-9-01 14:51	473.12	472.47	472.78	41.96	40.87	42.13	23.48	34.49	25.26	0.681
12-9-01 14:52	474.11	473.45	473.80	40.84	39.68	40.78	22.29	33.65	25.22	0.662
12-9-01 14:53	475.10	474.41	474.70	40.87	39.74	41.00	22.35	33.72	25.24	0.663
12-9-01 14:54	475.74	475.05	475.45	41.15	39.94	40.98	22.51	33.90	25.35	0.664
12-9-01 14:55	475.80	475.28	475.60	41.54	40.39	41.46	23.03	34.36	25.50	0.670
12-9-01 14:56	474.26	473.63	473.85	41.17	39.86	41.07	22.63	33.81	25.13	0.669
12-9-01 14:57	475.88	475.28	475.60	40.57	39.48	40.72	22.00	33.59	25.38	0.655
<del>12-9-01 14:58</del>	<del>474.90</del>	<del>474.41</del>	<del>474.73</del>	<del>41.07</del>	<del>39.95</del>	<del>40.80</del>	<del>22.46</del>	<del>33.90</del>	<del>25.40</del>	<del>0.662</del>
12-9-01 14:59	473.21	472.55	472.87	40.89	39.79	40.84	22.48	33.65	25.04	0.668
12-9-01 15:00	474.90	474.18	474.58	40.54	39.30	40.30	21.85	33.41	25.27	0.654
12-9-01 15:01	476.58	475.78	476.12	41.81	40.56	41.80	23.26	34.57	25.57	0.673
12-9-01 15:02	475.71	474.96	475.25	41.35	40.02	41.35	22.75	34.07	25.35	0.668
12-9-01 15:03	476.52	475.83	476.03	40.56	39.50	40.55	21.96	33.59	25.41	0.654
12-9-01 15:04	476.12	475.51	475.86	41.07	40.09	41.24	22.66	34.04	25.40	0.666
<b>PROMEDIO</b>	<b>473.29</b>	<b>472.60</b>	<b>472.93</b>	<b>41.10</b>	<b>39.94</b>	<b>41.07</b>	<b>22.60</b>	<b>33.78</b>	<b>25.10</b>	<b>0.669</b>

**26. Motor del banco N° 12 -2**

**Datos de Placa**

MEL: 20461  
 P(IP): 60  
 V(V): 440  
 RPM: 1185  
 Hz: 60  
 n%: 91%

Se tiene las lecturas en siguiente cuadro

CASO f.d.p. = 0.666

**MOTOR DEL BANCO N 12 - 2**

Fecha	Tension		Tension C	Corriente		Corriente C	Potencia	Potencia	Potencia	f.d.p.
	A	B		A	B		Activa	Total	Reactiva	
12-9-01 15:57	471.49	470.69	471.03	47.98	47.62	48.67	25.69	39.27	29.71	0.654
12-9-01 15:58	470.82	470.00	470.37	48.49	47.94	48.94	26.09	39.52	29.68	0.660
12-9-01 15:59	470.68	470.08	470.51	48.14	47.85	48.75	25.83	39.39	29.74	0.656
12-9-01 16:00	469.25	468.49	468.91	47.61	47.30	48.06	25.40	38.78	29.30	0.655
12-9-01 16:01	468.50	467.79	468.16	47.88	47.70	48.70	25.91	39.04	29.20	0.664
12-9-01 16:02	466.61	465.73	466.30	47.99	47.78	48.22	25.76	38.95	29.21	0.661
12-9-01 16:03	469.83	469.21	469.64	47.65	47.44	48.28	25.55	38.97	29.42	0.656
12-9-01 16:04	465.12	464.25	464.90	49.55	49.02	50.34	27.30	39.91	29.11	0.684
12-9-01 16:05	467.74	467.18	467.61	47.86	47.61	48.55	25.91	38.96	29.09	0.665
12-9-01 16:06	467.80	466.98	467.61	47.50	47.23	48.07	25.37	38.63	29.12	0.657
12-9-01 16:07	468.93	468.08	468.71	47.91	47.54	48.61	25.67	39.05	29.43	0.657
12-9-01 16:08	468.03	467.30	467.81	47.62	47.39	47.92	25.58	38.75	29.11	0.660
12-9-01 16:09	467.77	467.15	467.69	48.39	48.00	48.87	26.21	39.32	29.31	0.667
12-9-01 16:10	469.89	468.95	469.55	48.19	47.79	48.87	26.02	39.23	29.36	0.663
12-9-01 16:11	470.53	469.79	470.40	48.46	48.02	49.13	26.18	39.51	29.59	0.663
12-9-01 16:12	469.34	468.52	469.06	48.26	47.63	48.97	25.99	39.18	29.32	0.663
12-9-01 16:13	466.20	465.41	465.95	48.16	47.52	49.04	25.94	38.87	28.94	0.667
12-9-01 16:14	467.04	466.19	466.79	47.96	47.61	48.84	25.88	38.82	28.93	0.667
12-9-01 16:15	469.49	468.60	469.20	47.85	47.52	48.67	25.69	38.99	29.33	0.659
12-9-01 16:16	467.04	466.22	466.73	48.03	47.71	48.76	26.04	38.88	28.87	0.670
12-9-01 16:17	467.33	466.42	466.94	48.22	47.97	48.96	26.09	39.06	29.07	0.668
12-9-01 16:18	466.90	466.28	466.70	48.02	47.93	48.79	26.04	39.03	29.07	0.667
12-9-01 16:19	461.92	461.05	461.53	47.64	47.36	48.20	25.64	38.24	28.38	0.670
12-9-01 16:20	464.34	463.38	463.83	47.95	47.48	48.78	25.71	38.52	28.69	0.667
12-9-01 16:21	465.88	465.09	465.43	47.85	47.42	48.28	25.81	38.62	28.72	0.668
12-9-01 16:22	466.95	466.31	466.79	47.37	47.15	47.73	25.27	38.48	29.02	0.657
12-9-01 16:23	466.93	466.34	466.70	48.21	48.14	48.80	26.34	39.24	29.09	0.671
12-9-01 16:24	467.10	466.34	466.76	47.83	47.61	48.48	25.76	38.79	29.00	0.664
12-9-01 16:25	467.80	467.15	467.58	48.22	48.09	48.45	26.18	39.29	29.30	0.666
12-9-01 16:26	466.90	466.19	466.65	47.90	47.70	48.75	25.87	38.86	28.99	0.666
12-9-01 16:27	466.63	465.93	466.39	48.12	47.76	48.81	26.09	38.96	28.93	0.670
12-9-01 16:28	464.07	463.38	463.74	48.08	48.01	48.55	26.26	38.83	28.61	0.676
<b>PROMEDIO</b>	<b>467.15</b>	<b>466.38</b>	<b>466.84</b>	<b>48.03</b>	<b>47.74</b>	<b>48.64</b>	<b>25.94</b>	<b>38.96</b>	<b>29.07</b>	<b>0.666</b>

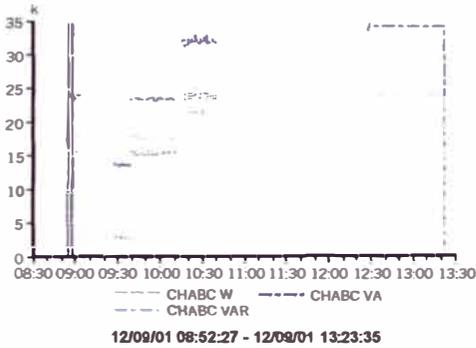
27. Motor del banco N° 13 - 2

Datos de Placa

MEL: 20372  
 Marca: Baldor  
 P(HP): 40  
 V(V): 440  
 RPM: 1180  
 Hz: 60  
 n%: 90%

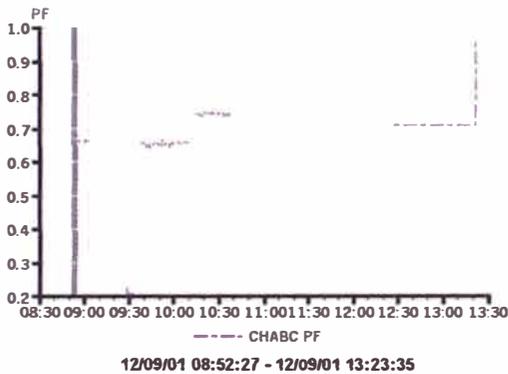
Curvas de Potencias, solo en el intervalo de 10:15 a las 10:40 horas

Timeplot chart



Curva del Factor de potencia, solo en el intervalo de 10:15 a las 10:40 horas

Timeplot chart



CASO f.d.p. = 0.743

**Event waveform/detail**

Timed event at 12/09/01 10:27:58.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.6	471.5	470.0	0.4	470.8
I	37.8	39.5	39.9	6.5	117.2
kW	5.8	6.4	5.1	0.0	23.7
kVA	17.8	18.0	18.7	0.0	31.9
kVAR	10.9	17.5	18.0	0.0	21.4
PF	0.324	0.344	0.272	0.503	0.743
VTHD	0.91	0.98	1.00	0.00	
ITHD	3.72	3.37	5.69	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	1.5	0.5	1.0	0.0	
TDF	1.4	1.4	2.1	0.0	
Demand	5.9	6.5	5.1	0.0	24.0 (kW)
Energy	1.3	1.4	1.1	0.0	5.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	59.9				
UNBAL	0.2				

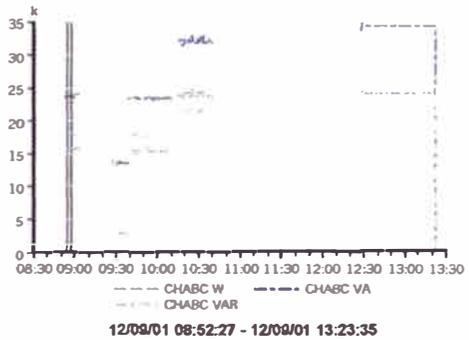
28. Motor del banco N° 13 - 3

Datos de Placa

MEL: 20347  
 N° Reparaciones:  
 Marca: Reliance Electric  
 P(HP): 40  
 V(V): 460  
 RPM: 1170  
 Hz: 60  
 n%: 94.1%

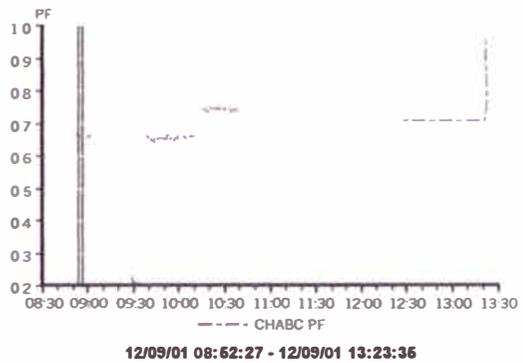
Curvas de Potencias, solo en el intervalo de 8:54 a las 10:10 horas

Timeplot chart



Curva del Factor de potencia, solo en el intervalo de 8:54 a las 10:10 horas

Timeplot chart



CASO f.d.p. = 0.663

**Event waveform/detail**

Timed event at 12/09/01 09:51:30.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.1	469.3	470.1	0.4	469.7
I	29.0	28.7	29.2	6.0	86.9
kW	2.9	2.7	2.1	0.0	16.6
kVA	13.7	13.6	13.7	0.0	23.6
kVAR	13.4	13.2	13.6	0.0	17.7
PF	0.208	0.204	0.164	0.460	0.663
VTHD	1.11	0.98	1.07	0.00	
ITHD	6.24	6.38	6.47	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.0	0.0	1.3	0.0	
TDF	1.7	2.6	3.1	0.0	
Demand	2.7	2.6	2.0	0.0	16.4 (kW)
Energy	0.6	0.5	0.4	0.0	3.3 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	69.9				
UNBAL	0.2				

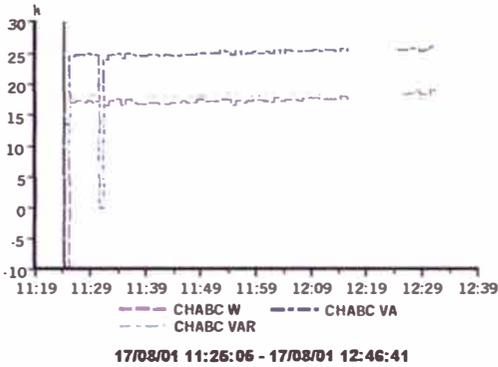
**29. Motor del banco N° 15-2**

**Datos de Placa**

**P(HP):** 40  
**V(V):|** 440  
**RPM:** 1190  
**Hz:** 60  
**n%:** 90%

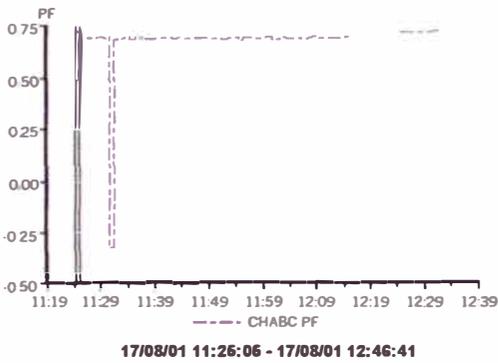
- Grafica de las Potencias

**Timeplot chart**



- Grafica del Factor de potencia

**Timeplot chart**



CASO f.d.p. = 0.691

**Event waveform/detail**

Timed event at 17/08/01 11:59:18.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	478.9	478.5	478.3	0.5	478.4
I	30.6	29.9	31.9	5.7	92.4
kW	3.5	3.6	3.1	0.0	17.5
kVA	14.7	14.3	15.2	0.0	25.3
kVAR	14.2	13.9	14.9	0.0	18.3
PF	0.237	0.249	0.202	0.388	0.691
VTHD	0.98	0.93	0.97	0.00	
ITHD	6.49	6.84	6.94	0.00	
V H3	0.0	0.1	0.0	0.0	
I H3	2.6	1.3	1.9	0.0	
TDF	2.0	3.0	3.5	0.0	
Demand	3.3	3.5	2.9	0.0	17.2 (kW)
Energy	1.5	1.6	1.3	0.0	7.7 (kWh)
ICF	0.0	0.1	0.0	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

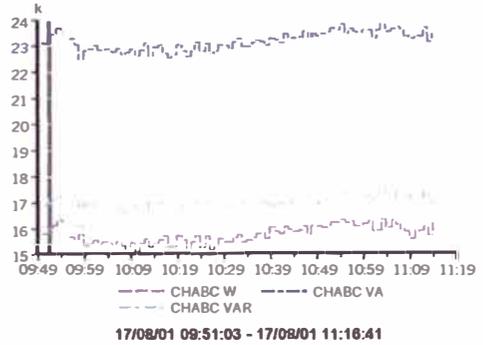
**30. Motor del banco N° 15-3**

**Datos de Placa**

**MEL:** 20345  
**N° Reparaciones:**  
**Marca:** Reliance Electric  
**P(HP):** 40  
**RPM:** 1190  
**Hz:** 60  
**n%:** 94.1%

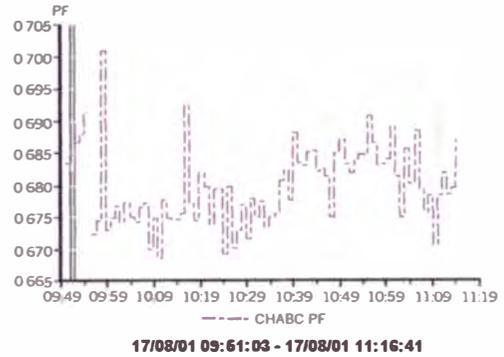
- Grafico de las Potencias

**Timeplot chart**



- Grafica del Factor de potencia

**Timeplot chart**



CASO f.d.p. = 0.692

**Event waveform/detail**

Timed event at 17/08/01 10:16:50.000  
 Sync channel =CHA (4 WIRE 3 PROBE)

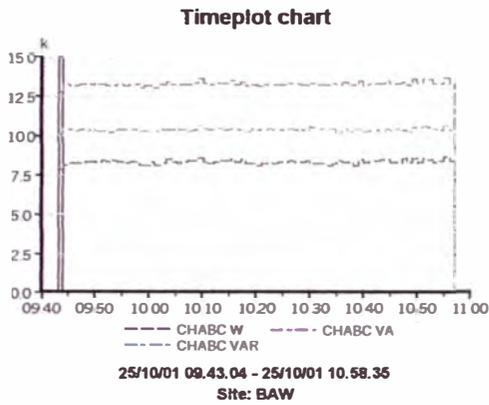
Unit	A	B	C	D	ABC
V	250.2	364.6	230.5	0.5	287.9
I	27.7	28.1	27.4	7.1	83.2
kW	6.1	7.1	2.5	0.0	15.7
kVA	6.9	10.3	6.3	0.0	22.7
kVAR	3.2	7.4	5.8	0.0	16.4
PF	0.887	0.690	0.402	0.729	0.692
VTHD	1.15	0.93	1.32	0.00	
ITHD	4.69	4.63	7.22	0.00	
V H3	0.8	0.6	0.9	0.0	
I H3	1.4	1.4	2.1	0.0	
TDF	2.0	2.2	2.6	0.0	
Demand	6.1	6.9	2.4	0.0	15.4 (kW)
Energy	2.0	2.2	0.9	0.0	5.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.4	
HZ	60.3				
UNBAL	29.4				

### 31. Motor del banco N° 17-1

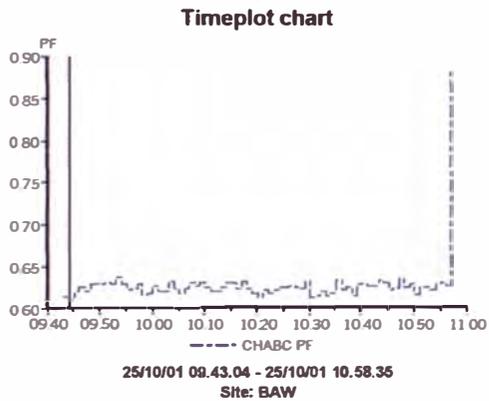
#### Datos de Placa

MEL: 5710  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 6  
 P(H.P.): 24  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 26  
 RPM: 1160  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO A f.d.p. = 0.624

#### Event waveform/detail

Timed event at 25/10/01 10.35.03,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

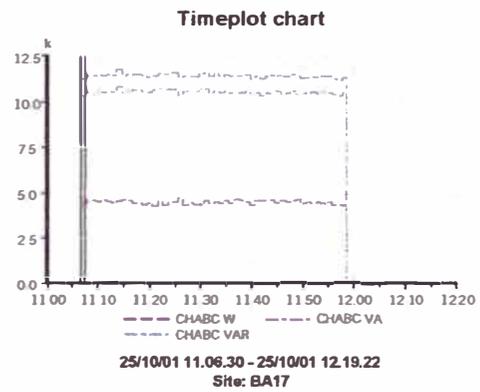
Unit	A	B	C	D	ABC
V	466.8	466.1	466.8	0.4	465.9
I	16.6	16.3	16.8	6.8	48.6
kW	0.9	1.4	0.7	0.0	8.4
kVA	7.7	7.1	7.8	0.0	13.2
kVAR	7.6	7.0	7.8	0.0	10.2
PF	0.112	0.196	0.086	0.443	0.636
VTHD	0.63	0.40	0.68	0.00	
ITHD	7.61	10.16	12.78	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.6	1.3	1.2	0.0	
TDF	3.6	7.2	7.1	0.0	
Demand	0.8	1.4	0.7	0.0	8.3 (kW)
Energy	0.7	1.1	0.6	0.0	7.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

### 32. MOTOR DEL BANCO N 17-2

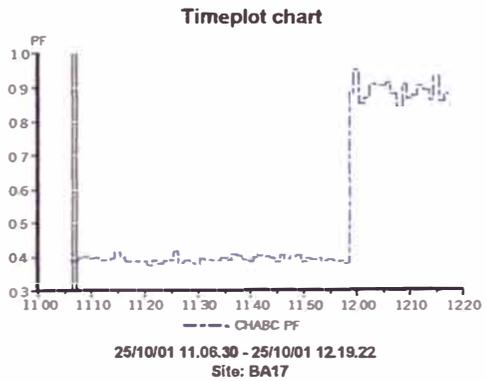
#### Datos de Placa

MEL: 2976  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 24  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 27.5  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO A f.d.p. = 0.415

#### Event waveform/detail

Timed event at 25/10/01 11.25.29,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

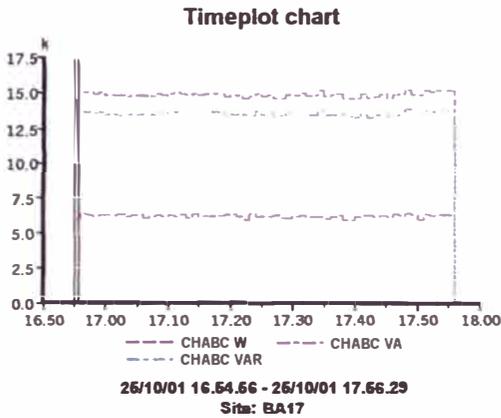
Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.2	470.6	470.0	0.4	470.3
I	14.2	13.1	15.1	6.5	42.3
kW	-0.9	-0.5	-1.3	0.0	4.7
kVA	6.7	6.2	7.1	0.0	11.4
kVAR	6.6	6.1	7.0	0.0	10.3
PF	0.130	0.073	0.189	0.514	0.415
VTHD	0.99	0.74	0.99	0.00	
ITHD	10.04	8.76	14.02	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.8	1.5	2.7	0.0	
TDF	4.6	6.8	5.3	0.0	
Demand	-1.0	-0.6	-1.6	0.0	4.4 (kW)
Energy	-0.3	-0.2	-0.5	0.0	1.4 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

### 33. MOTOR DEL BANCO N 17-3

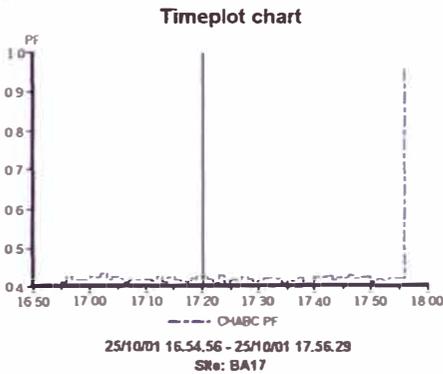
#### Datos de Placa

MEL: 5175  
 MARCA: General Electric  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 15  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 27.5  
 RPM: 1175  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO A f.d.p. = 0.429

#### Event waveform/detail

Timed event at 26/10/01 17:19.66,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

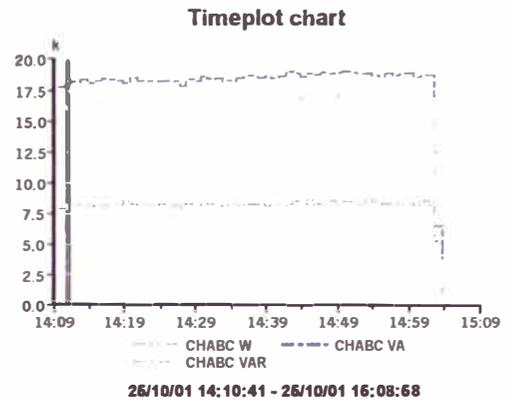
Unit	A	B	C	D	ABC
V	464.4	463.6	463.6	0.3	463.6
I	18.4	18.6	18.2	5.4	66.2
kW	-0.6	-0.7	-1.5	0.0	6.4
kVA	8.6	8.6	8.4	0.0	14.9
kVAR	8.6	8.6	8.2	0.0	13.4
PF	0.060	0.076	0.182	0.313	0.429
VTHD	0.63	0.49	0.70	0.00	
ITHD	6.64	6.66	10.70	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.2	0.0	
I H3	3.2	0.0	4.3	0.0	
TDF	2.9	3.1	4.1	0.0	
Demand	-0.6	-0.8	-1.6	0.0	6.2 (kW)
Energy	-0.2	-0.3	-0.7	0.0	2.6 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	60.2				
UNBAL	0.1				

### 34. Motor del banco N 17-4

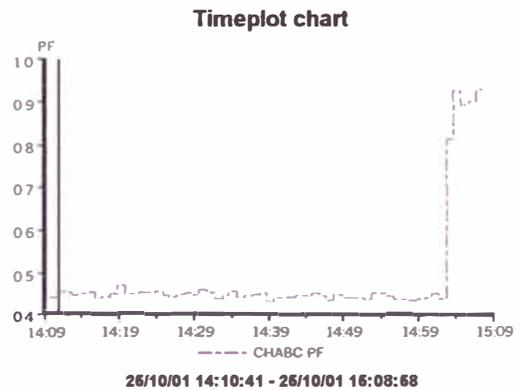
#### Datos de Placa

MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1175  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 89%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO A f.d.p. = 0.448

#### Event waveform/detail

Timed event at 26/10/01 14:20:39,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

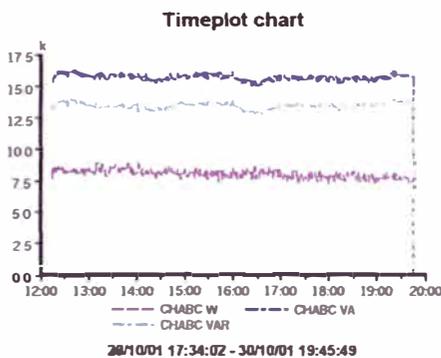
Unit	A	B	C	D	ABC
V	463.6	463.6	463.1	0.2	463.4
I	21.9	22.7	24.1	5.6	68.8
kW	-0.9	0.1	-1.6	0.0	8.3
kVA	10.2	10.6	11.2	0.0	18.6
kVAR	10.1	10.6	11.1	0.0	16.6
PF	0.092	0.006	0.141	0.178	0.448
VTHD	0.73	0.41	0.79	0.00	
ITHD	6.60	8.22	8.17	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	4.4	2.6	3.2	0.0	
TDF	2.6	3.6	5.7	0.0	
Demand	-0.9	0.1	-1.6	0.0	8.3 (kW)
Energy	-0.1	0.0	-0.2	0.0	1.4 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

### 35. Motor del banco N° 17-5

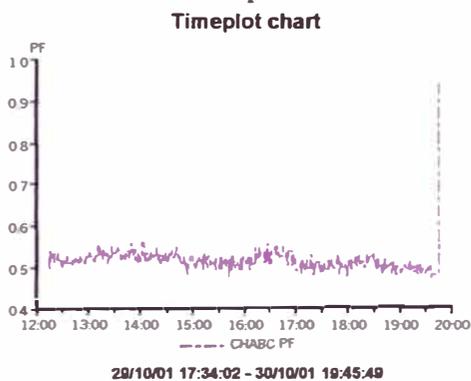
#### Datos de Placa

MEL: 5522  
 MARCA: Louis Allis  
 REPARACIONES: 3  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 25  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO A f.d.p. = 0.548

#### Event waveform/detail

Timed event at 30/10/01 16:33:59.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

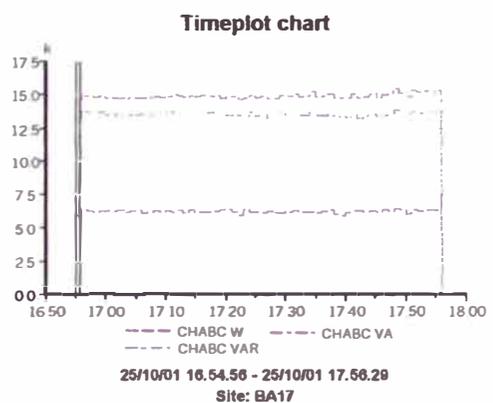
Unit	A	B	C	D	ABC
V	460.0	459.5	459.4	0.4	459.4
I	19.0	18.2	19.8	5.8	56.9
kW	0.1	0.9	-0.0	0.0	8.4
kVA	8.7	8.3	9.1	0.0	15.3
kVAR	8.7	8.3	9.1	0.0	12.8
PF	0.006	0.106	0.000	0.500	0.548
VTHD	1.08	0.70	1.03	0.00	
ITHD	6.25	10.25	9.65	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.0	2.2	2.0	0.0	
TDF	3.6	4.6	4.8	0.0	
Demand	0.0	0.8	-0.0	0.0	8.3 (kW)
Energy	-0.6	2.2	-0.7	0.0	35.9 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.7				
UNBAL	0.1				

### 36. Motor del banco N° 17-6

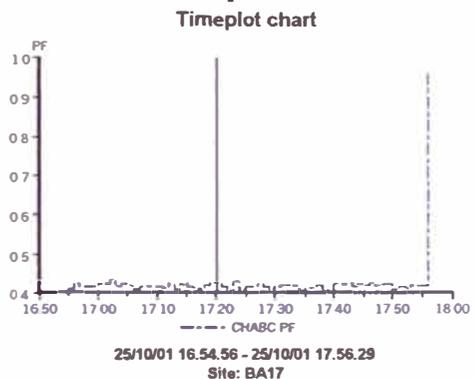
#### Datos de Placa

MEL: 5512  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1175  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO A f.d.p. = 0.429

#### Event waveform/detail

Timed event at 25/10/01 17:19:55.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	464.4	463.6	463.5	0.3	463.5
I	18.4	18.6	18.2	5.4	55.2
kW	-0.5	-0.7	-1.5	0.0	6.4
kVA	8.5	8.6	8.4	0.0	14.9
kVAR	8.5	8.6	8.3	0.0	13.4
PF	0.060	0.075	0.182	0.313	0.429
VTHD	0.63	0.49	0.70	0.00	
ITHD	6.64	6.66	10.70	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.2	0.0	
I H3	3.2	0.0	4.3	0.0	
TDF	2.9	3.1	4.1	0.0	
Demand	-0.6	-0.8	-1.6	0.0	6.2 (kW)
Energy	-0.2	-0.3	-0.7	0.0	2.6 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	60.2				
UNBAL	0.1				

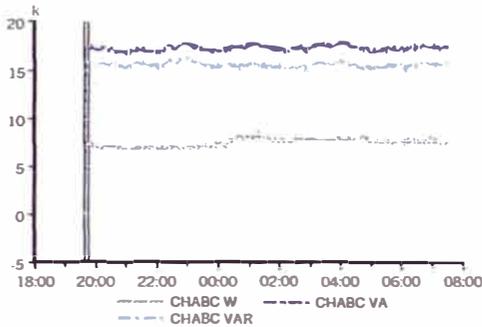
### 37. Motor del banco N° 18-1

#### Datos de Placa

MEL: 2959  
 Marca: Delcrosa  
 P(HP): 24  
 V(V): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60  
 IN(A): 26  
 n%: 89 %

- Grafica de potencias

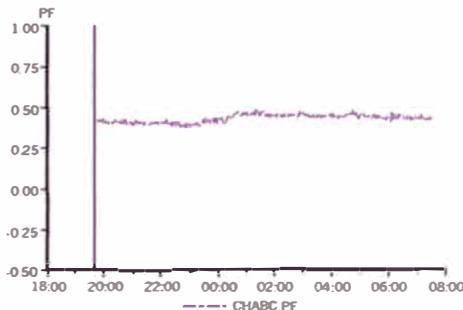
Timeplot chart



22/10/01 19:36:13 - 23/10/01 07:36:36

- Grafica del factor de potencias

Timeplot chart



22/10/01 19:35:13 - 23/10/01 07:35:36

CASO A f.d.p. = 0.461

#### Event waveform/detail

Timed event at 23/10/01 01:30:12.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	467.2	466.2	466.7	0.4	466.5
I	22.2	20.8	21.4	6.1	64.5
kW	-0.5	-0.6	-0.9	0.0	8.0
kVA	10.4	9.7	10.0	0.0	17.4
KVAR	10.4	9.7	10.0	0.0	15.5
PF	0.046	0.059	0.089	0.430	0.461
VTHD	1.84	1.63	1.81	0.00	
ITHD	6.47	8.21	8.94	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.5	1.9	2.7	0.0	
TDF	2.4	3.5	3.6	0.0	
Demand	-0.4	-0.6	-0.8	0.0	8.0 (kW)
Energy	-5.6	-5.6	-7.8	0.0	42.3 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

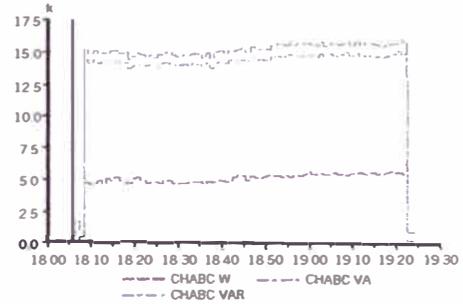
### 38. Motor del banco N° 18-2

#### Datos de Placa

MEL: 2930  
 N° Reparaciones: 1  
 Marca: Delcrosa  
 P(HP): 24  
 V(V): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60  
 IN(A): 26  
 n%: 89 %

- Grafica de potencias

Timeplot chart

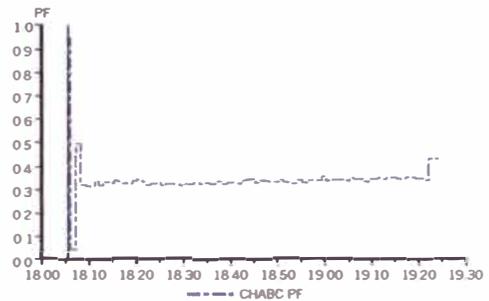


22/10/01 18.05.18 - 22/10/01 19.30.11

Site: BA18

- Grafica del factor de potencias

Timeplot chart



22/10/01 18.05.18 - 22/10/01 19.30.11

Site: BA18

CASO f.d.p. = 0.325

#### Event waveform/detail

Timed event at 22/10/01 18.41.16.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

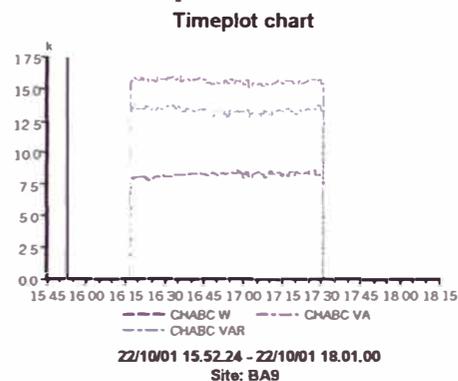
Unit	A	B	C	D	ABC
V	470.3	469.0	469.6	0.4	469.3
I	18.7	18.1	19.2	5.7	56.1
kW	-1.8	-1.5	-2.2	0.0	4.9
kVA	8.8	8.5	9.0	0.0	15.2
KVAR	8.6	8.3	8.8	0.0	14.3
PF	0.206	0.180	0.245	0.370	0.325
VTHD	2.06	1.89	2.15	0.00	
ITHD	8.45	10.57	11.36	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.0	0.0	
I H3	3.2	2.2	2.1	0.0	
TDF	2.4	5.2	3.7	0.0	
Demand	-1.8	-1.4	-2.2	0.0	4.9 (kW)
Energy	-0.9	-0.8	-1.3	0.0	2.7 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

### 39. Motor del banco N° 18-3

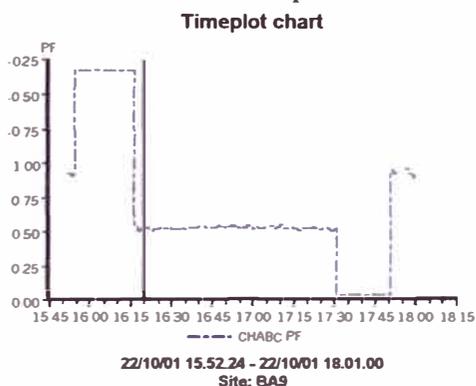
#### Datos de Placa

MEL: 2931  
 Marca: Delcrosa  
 P(HP): 24  
 V(V): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60  
 IN(A): 26  
 n%: 89 %

#### Grafica de potencias



#### Grafica del factor de potencias



CASO A f.d.p. = 0.536

#### Event waveform/detail

Timed event at 22/10/01 16.48.35,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

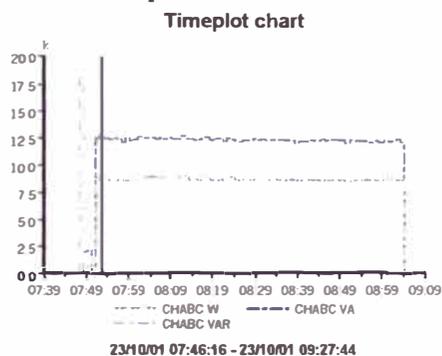
Unit	A	B	C	D	ABC
V	466.0	464.7	465.3	0.3	465.0
I	19.2	19.1	19.6	5.5	58.0
kW	0.4	0.5	-0.1	0.0	8.4
kVA	9.0	8.9	9.1	0.0	15.6
kVAR	9.0	8.9	9.1	0.0	13.2
PF	0.043	0.060	0.009	0.137	0.536
VTHD	0.98	0.78	0.93	0.00	
ITHD	5.75	7.73	8.92	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.1	1.0	3.0	0.0	
TDF	2.2	3.7	5.1	0.0	
Demand	0.4	0.6	-0.0	0.0	8.4 (kW)
Energy	0.1	0.2	-0.1	0.0	4.4 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	60.1				
UNBAL	0.1				

### 40. Motor del banco N° 18-4

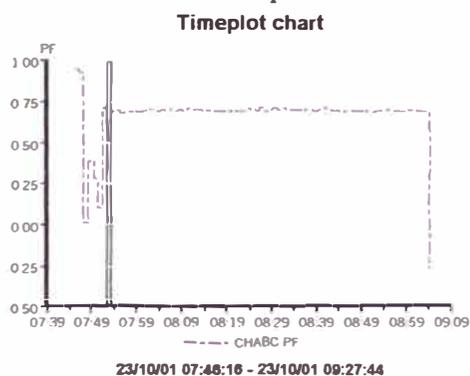
#### Datos de Placa

P(HP): 20  
 V(V): 440  
 RPM: 1200  
 Hz: 60  
 IN(A): 20.5  
 n%: 88 %

#### Grafica de potencias



#### Grafica del factor de potencias



CASO A f.d.p. = 0.711

#### Event waveform/detail

Timed event at 23/10/01 08:30:14,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

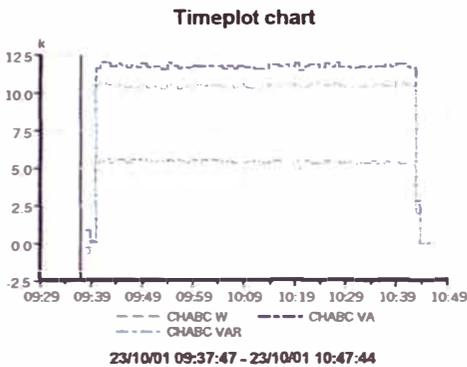
Unit	A	B	C	D	ABC
V	469.8	467.8	468.6	0.4	468.2
I	15.3	14.6	14.6	5.6	44.6
kW	1.8	1.9	1.3	0.0	8.8
kVA	7.2	6.8	6.9	0.0	12.4
kVAR	6.9	6.6	6.7	0.0	8.7
PF	0.253	0.284	0.189	0.395	0.711
VTHD	1.23	0.82	1.35	0.00	
ITHD	9.04	7.34	14.72	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.9	0.0	4.1	0.0	
TDF	4.4	8.2	8.0	0.0	
Demand	1.8	1.8	1.3	0.0	8.6 (kW)
Energy	1.2	1.2	0.6	0.0	5.6 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.2				

### 41. Motor del banco N° 18-5

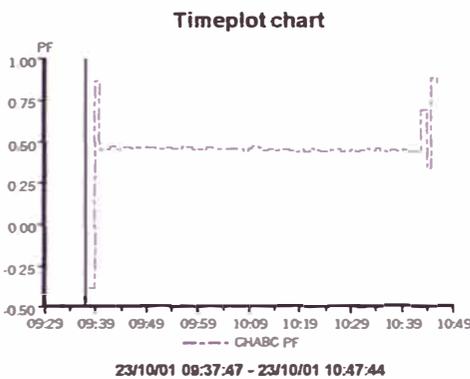
#### Datos de Placa

MEL: 7452  
 N° Reparaciones:  
 Marca: Louis Allis  
 P(HP): 20  
 V(V): 440  
 RPM: 1200  
 Hz: 60  
 IN(A): 20.5  
 n%: 88 %

- Grafica de potencias



- Grafica del factor de potencias



CASO A f.d.p. = 0.475

#### Event waveform/detail

Timed event at 23/10/01 10:10:43.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

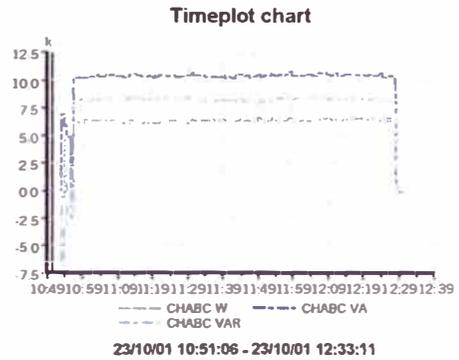
Unit	A	B	C	D	ABC
V	467.0	465.4	466.0	0.3	465.7
I	14.2	13.7	15.7	6.1	43.6
kW	-0.7	0.3	-1.0	0.0	5.6
kVA	6.6	6.4	7.3	0.0	11.8
kVAR	6.6	6.4	7.2	0.0	10.4
PF	0.100	0.046	0.131	0.494	0.475
VTHD	1.74	1.34	1.93	0.00	
ITHD	9.60	9.87	14.89	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	4.2	2.9	2.7	0.0	
TDF	5.9	4.1	7.6	0.0	
Demand	-0.8	0.2	-1.0	0.0	5.4 (kW)
Energy	-0.4	0.2	-0.6	0.0	2.7 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.0				
UNBAL	0.2				

### 42. Motor del banco N° 18-6

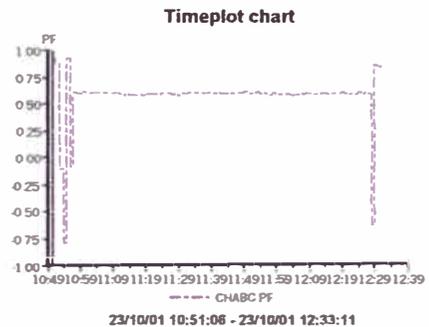
#### Datos de Placa

MEL: 5245  
 Marca: General Electric  
 P(HP): 15  
 V(V): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60  
 IN(A): 20.5  
 n%: 88.3 %

- Grafica de potencias



- Grafica del factor de potencias



CASO A f.d.p. = 0.624

#### Event waveform/detail

Timed event at 23/10/01 11:49:36.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

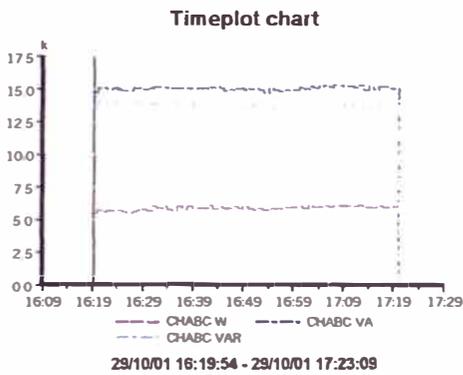
Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.9	470.7	471.4	0.3	471.1
I	12.6	12.3	12.6	5.6	37.5
kW	0.7	1.2	0.3	0.0	6.5
kVA	5.9	5.8	5.9	0.0	10.5
kVAR	5.9	5.7	5.9	0.0	8.2
PF	0.112	0.204	0.052	0.442	0.624
VTHD	1.29	0.94	1.35	0.00	
ITHD	9.38	11.21	13.54	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.1	0.0	4.6	0.0	
TDF	5.8	12.8	9.0	0.0	
Demand	0.6	1.0	0.3	0.0	6.3 (kW)
Energy	0.7	0.9	0.2	0.0	5.6 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

### 43. Motor del banco N° 19-1

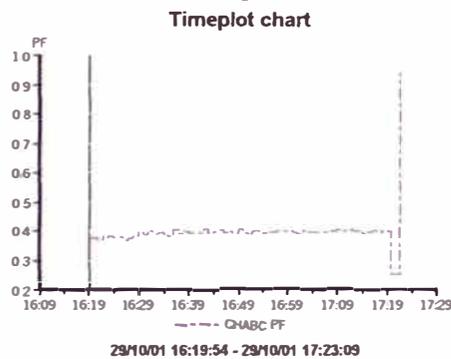
#### Datos de Placa

MEL: 5502  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES:  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO A f.d.p. = 0.408

#### Event waveform/detail

Timed event at 29/10/01 16:49:53.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

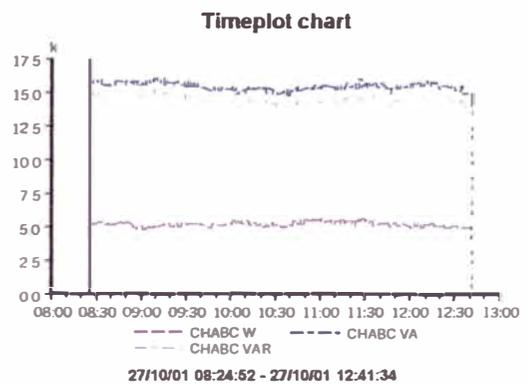
Unit	A	B	C	D	ABC
V	464.1	463.3	463.2	0.4	463.2
I	19.5	17.5	19.4	5.3	56.4
kW	-1.2	-1.0	-1.1	0.0	6.1
kVA	9.1	8.1	9.0	0.0	15.0
kVAR	9.0	8.1	8.9	0.0	13.7
PF	0.129	0.122	0.122	0.266	0.408
VTHD	1.29	0.86	1.12	0.00	
ITHD	7.35	8.75	8.83	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.0	0.0	3.0	0.0	
TDF	3.2	7.5	4.7	0.0	
Demand	-1.3	-1.0	-1.2	0.0	6.0 (kW)
Energy	-0.7	-0.5	-0.7	0.0	3.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

### 44. Motor del banco N° 19-2

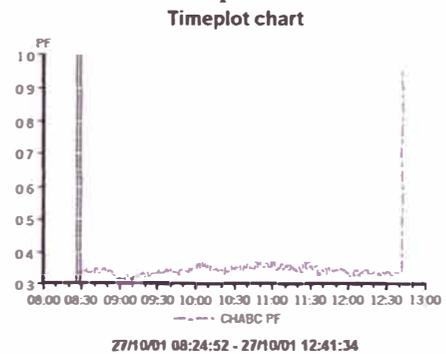
#### Datos de Placa

MEL: 2932  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES:  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 88%

- Grafico de las Potencias



- Grafica del Factor de potencia



CASO f.d.p. = 0.364

#### Event waveform/detail

Timed event at 27/10/01 10:54:51.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	466.1	465.5	465.1	0.3	465.3
I	18.7	18.4	19.2	6.0	56.3
kW	-1.6	-1.0	-2.3	0.0	5.6
kVA	8.7	8.6	8.9	0.0	15.3
kVAR	8.6	8.5	8.6	0.0	14.2
PF	0.182	0.117	0.253	0.527	0.364
VTHD	1.47	1.45	1.56	0.00	
ITHD	6.89	11.84	9.92	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.1	3.2	1.0	0.0	
TDF	2.4	3.9	4.2	0.0	
Demand	-1.6	-1.1	-2.2	0.0	5.5 (kW)
Energy	-4.3	-3.4	-6.0	0.0	13.2 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.7				
UNBAL	0.1				

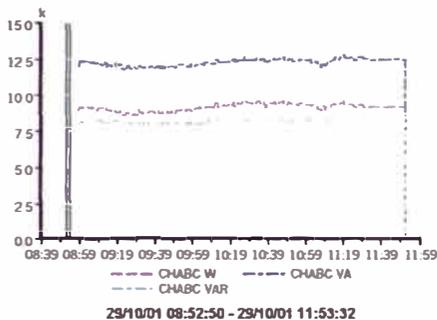
**45. Motor del banco N° 19-3**

Datos de Placa

MEL: 5357  
 MARCA: General Electric  
 REPARACIONES: 1  
 P(H.P.): 15  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1160  
 Hz: 60 Hz.  
 η%: 88.3% WEG (NEMA)

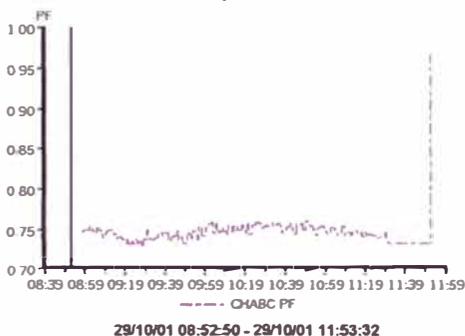
• Grafico de las Potencias

Timeplot chart



• Grafica del Factor de potencia

Timeplot chart



CASO A f.d.p. = 0.752

Event waveform/detail

Timed event at 29/10/01 10:37:08.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	464.4	464.5	463.9	0.4	464.2
I	15.0	15.0	14.7	5.9	44.7
kW	2.2	2.5	1.5	0.0	9.3
kVA	7.0	7.0	6.8	0.0	12.4
kVAR	6.6	6.5	6.7	0.0	8.2
PF	0.317	0.366	0.225	0.491	0.752
VTHD	0.75	0.55	0.85	0.00	
ITHD	6.60	7.98	12.00	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.2	0.0	
I H3	2.6	1.3	4.1	0.0	
TDF	5.1	5.7	6.7	0.0	
Demand	2.2	2.6	1.6	0.0	9.4 (kW)
Energy	3.5	3.9	2.5	0.0	14.8 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

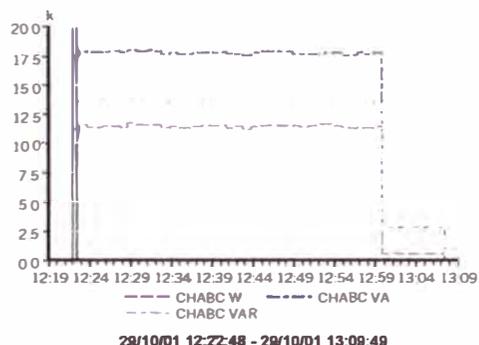
**46. Motor del banco N° 19-4**

Datos de Placa

MEL: 2981  
 MARCA: Delcrosa  
 REPARACIONES: 3  
 P(H.P.): 20  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 η%: 88%

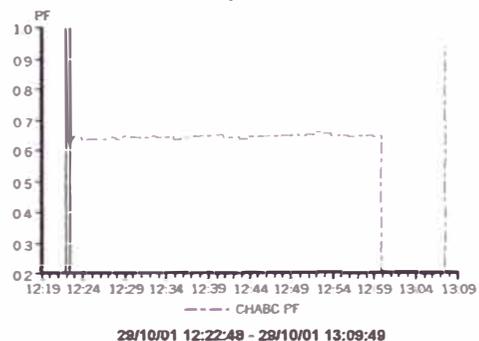
• Grafico de las Potencias

Timeplot chart



• Grafica del Factor de potencia

Timeplot chart



CASO f.d.p. = 0.654

Event waveform/detail

Timed event at 29/10/01 12:53:41.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	470.2	469.8	469.4	0.4	469.6
I	21.7	21.4	22.1	5.7	65.1
kW	1.8	2.1	1.2	0.0	11.6
kVA	10.2	10.0	10.4	0.0	17.8
kVAR	10.1	9.8	10.3	0.0	13.5
PF	0.172	0.212	0.117	0.331	0.654
VTHD	1.08	0.70	0.90	0.00	
ITHD	6.26	6.92	7.30	0.00	
V H3	0.1	0.0	0.2	0.0	
I H3	2.7	0.9	2.7	0.0	
TDF	2.3	3.1	3.8	0.0	
Demand	1.8	2.1	1.2	0.0	11.5 (kW)
Energy	0.9	1.0	0.6	0.0	5.9 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

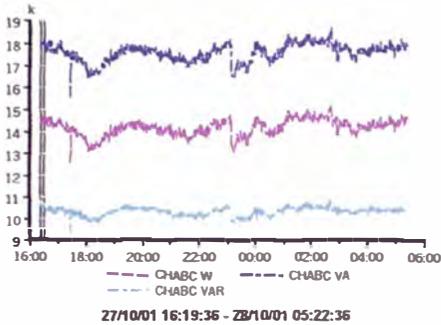
#### 47. Motor del banco N° 19-6

##### Datos de Placa

MEL: 5380  
 MARCA: General Electric  
 REPARACIONES: 2  
 P(H.P.): 15  
 V(Volt): 440  
 I(Amp): 20.5  
 RPM: 1175  
 Hz: 60  
 n%: 88.3%

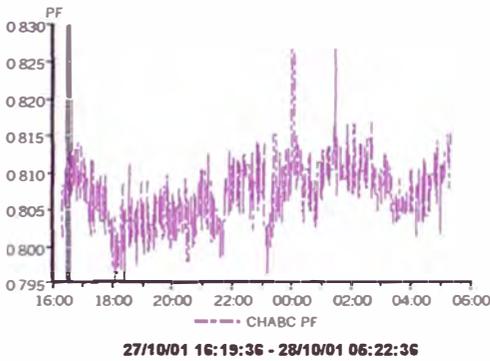
- Grafico de las Potencias

Timeplot chart



- Grafica del Factor de potencia

Timeplot chart



CASO A f.d.p. = 0.807

##### Event waveform/detail

Timed event at 27/10/01 21:01:38.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	470.4	470.2	469.9	0.3	470.1
I	20.4	20.5	20.2	5.4	61.1
kW	4.1	4.5	3.5	0.0	13.9
kVA	9.6	9.7	9.5	0.0	17.3
kVAR	8.7	8.6	8.8	0.0	10.2
PF	0.429	0.465	0.369	0.215	0.807
VTHD	1.19	0.96	1.26	0.00	
ITHD	6.36	6.03	9.67	0.00	
V H3	0.1	0.0	0.1	0.0	
I H3	2.9	1.0	1.9	0.0	
TDF	3.0	2.9	4.7	0.0	
Demand	4.1	4.4	3.5	0.0	13.9 (kW)
Energy	19.5	20.7	16.6	0.0	68.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.8	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

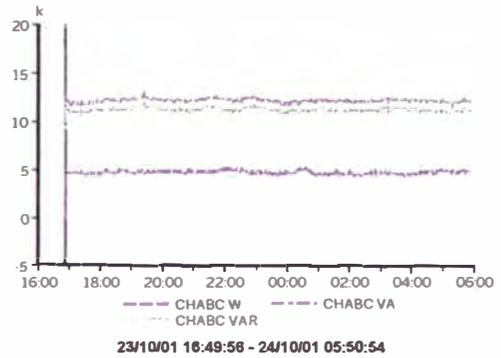
#### 48. Motor del banco N° 20-1

##### Datos de Placa

MEL: 20111  
 N° Reparaciones: 3  
 Marca: Delcrosa  
 P(HP): 20  
 P(kW): 14.92  
 V(V): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60  
 IN(A): 27  
 n%: 88%

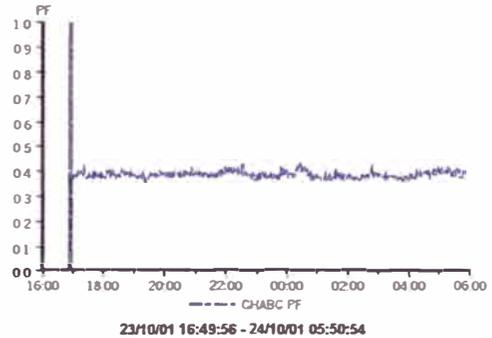
- Las Curvas de las Potencias en el intervalo de efectuadas las mediciones

Timeplot chart



- La curva del comportamiento del Factor de potencia

Timeplot chart



- Los datos del un punto maximo de medicion

##### Event waveform/detail

Timed event at 24/10/01 00:27:54.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	485.1	483.9	484.4	0.2	484.1
I	15.8	14.4	15.7	5.1	45.8
kW	-0.8	-0.6	-1.8	0.0	5.3
kVA	7.3	6.7	7.3	0.0	12.2
kVAR	7.3	6.6	7.0	0.0	11.1
PF	0.104	0.087	0.254	0.226	0.430
VTHD	1.84	1.70	1.88	0.00	
ITHD	8.34	13.52	19.64	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.7	2.8	5.1	0.0	
TDF	4.6	9.6	9.6	0.0	
Demand	-0.8	-0.7	-1.8	0.0	5.1 (kW)
Energy	-7.8	-8.9	-15.0	0.0	38.4 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	58.9				
UNBAL	0.1				

- Los datos del un punto mínimo de medición

**Event waveform/detail**  
 Timed event at 23/10/01 19:25:54.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	474.2	473.3	474.2	0.2	473.8
I	16.0	14.6	15.9	5.4	46.4
kW	-1.2	-1.1	-2.1	0.0	4.7
kVA	7.8	8.9	7.5	0.0	12.6
kVAR	7.5	6.8	7.2	0.0	11.7
PF	0.156	0.161	0.274	0.152	0.373
VTHD	1.34	1.02	1.34	0.00	
ITHD	7.03	14.23	18.04	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.5	4.2	3.8	0.0	
TDF	3.6	6.0	7.6	0.0	
Demand	-1.2	-1.0	-2.1	0.0	4.8 (kW)
Energy	-2.6	-2.3	-5.1	0.0	12.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

- Los datos de un punto de medición

**Event waveform/detail**  
 Timed event at 24/10/01 14:29:31.000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

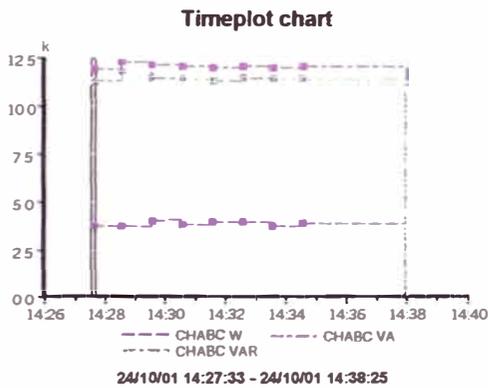
Unit	A	B	C	D	ABC
V	473.2	471.8	472.5	0.3	472.1
I	15.0	14.3	15.5	5.7	44.8
kW	-1.5	-1.2	-2.0	0.0	4.0
kVA	7.1	6.7	7.3	0.0	12.2
kVAR	6.9	6.6	7.0	0.0	11.5
PF	0.208	0.172	0.272	0.418	0.329
VTHD	1.66	1.22	1.54	0.00	
ITHD	9.03	10.75	13.03	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	2.6	1.4	1.3	0.0	
TDF	4.1	8.3	5.8	0.0	
Demand	-1.5	-1.3	-2.0	0.0	3.8 (kW)
Energy	-0.0	-0.0	-0.1	0.0	0.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	60.1				
UNBAL	0.2				

#### 49. Motor del banco N° 20-2

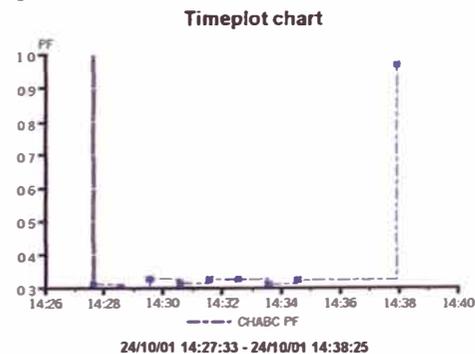
##### Datos de Placa

MEL: 5788  
 N° Reparaciones:3  
 Marca: Delcrosa  
 P(HP): 20  
 V(V): 440  
 RPM: 1160  
 Hz: 60  
 IN(A): 26  
 n%: 88%

- Las Curvas de las Potencias en el intervalo de efectuadas las mediciones



- La curva del comportamiento del Factor de potencia

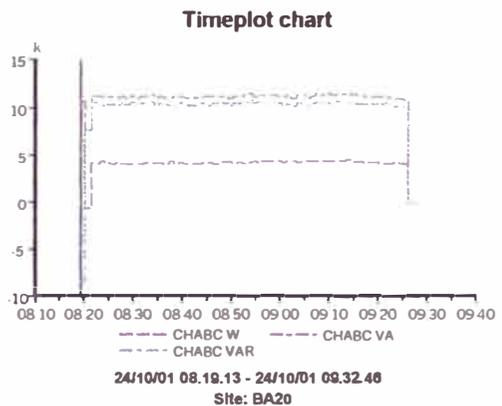


#### 50. Motor del banco N° 20 - 3

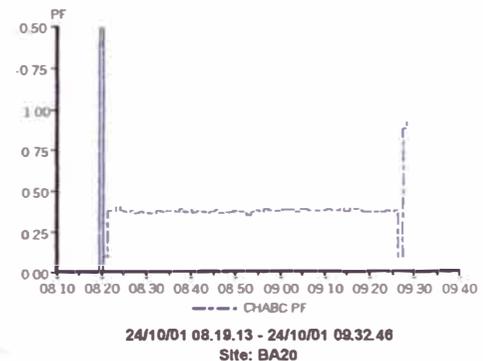
##### Datos de Placa

MEL: 5630  
 N° Reparaciones:3  
 Marca: Louis Allis  
 P(HP): 20  
 P(kW): 14.92  
 V(V): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60  
 IN(A): 26  
 n%: 88 %

- Las Curvas de las Potencias en el intervalo de efectuadas las mediciones



- La curva del comportamiento del Factor de potencia



f.d.p = 0.368

Event waveform/detail  
Timed event at 24/10/01 09.03.11,000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.5	469.8	470.4	0.3	470.0
I	14.3	12.9	13.0	5.9	40.2
kW	-1.2	-0.9	-1.4	0.0	4.1
kVA	6.7	6.1	6.1	0.0	11.2
kVAR	6.6	6.0	5.9	0.0	10.4
PF	0.181	0.146	0.230	0.430	0.368
VTHD	2.28	1.09	2.36	0.00	
ITHD	10.85	14.41	18.82	0.00	
VH3	0.2	0.2	0.4	0.0	
IH3	2.7	4.7	7.7	0.0	
TDF	5.1	10.7	10.2	0.0	
Demand	-1.1	-0.8	-1.4	0.0	4.3 (kW)
Energy	-0.8	-0.6	-0.9	0.0	3.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.4				
UNBAL	0.2				

f.d.p. = 0.626

Event waveform/detail  
Timed event at 23/10/01 11.53.37,000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

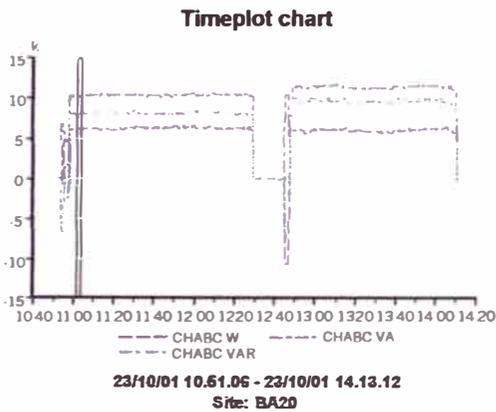
Unit	A	B	C	D	ABC
V	475.0	473.8	474.5	0.3	474.1
I	12.6	12.4	12.6	5.6	37.7
kW	0.7	1.2	0.3	0.0	6.6
kVA	6.0	5.9	6.0	0.0	10.6
kVAR	6.0	5.8	6.0	0.0	8.3
PF	0.115	0.206	0.056	0.446	0.626
VTHD	1.98	1.58	2.06	0.00	
ITHD	11.82	10.65	14.69	0.00	
VH3	0.1	0.1	0.1	0.0	
IH3	4.7	1.6	3.1	0.0	
TDF	5.1	8.8	9.3	0.0	
Demand	0.6	1.1	0.3	0.0	6.4 (kW)
Energy	0.7	1.0	0.3	0.0	6.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.6	
HZ	59.9				
UNBAL	0.1				

51. Motor del banco N° 20 - 4

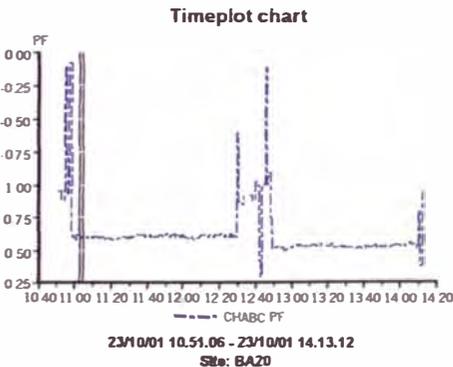
Datos de Placa

MEL: 5705  
N° Reparaciones:3  
Marca: Delcrosa  
P(HP): 20  
V(V): 440  
RPM: 1165  
Hz: 60  
IN(A): 26  
n%: 89%

- Las Curvas de las Potencias en el intervalo de efectuadas las mediciones



- La curva del comportamiento del Factor de potencia

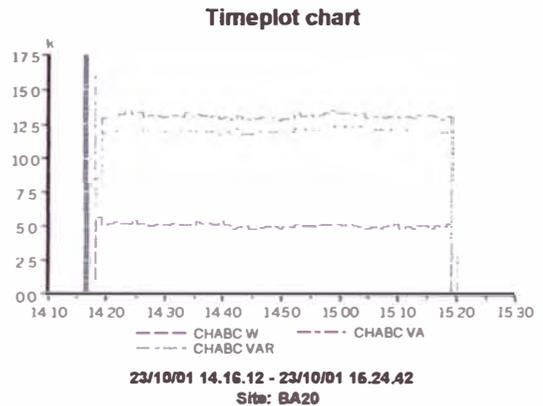


Motor del banco N° 20-5

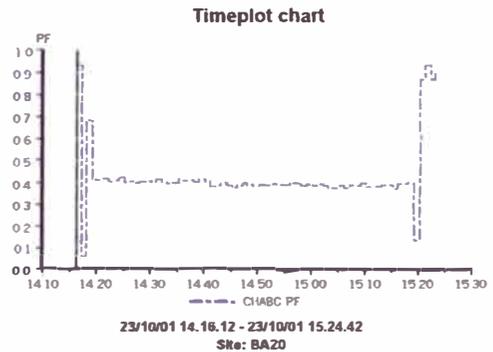
Datos de Placa

MEL: 8002  
N° Reparaciones:4  
Marca: Delcrosa  
P(HP): 20  
V(V): 440  
RPM: 1165  
Hz: 60  
IN(A): 26  
n%: 89%

- Las Curvas de las Potencias en el intervalo de efectuadas las mediciones



- La curva del comportamiento del Factor de potencia



f.d.p. = 0.4

Event waveform/detail  
 Timed event at 23/10/01 14.40.10,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	471.9	470.2	470.8	0.3	470.5
I	15.3	15.5	17.2	5.5	48.0
kW	-1.2	-0.2	-1.7	0.0	5.2
kVA	7.2	7.3	8.1	0.0	13.1
kVAR	7.1	7.3	7.9	0.0	12.0
PF	0.167	0.032	0.206	0.255	0.400
VTHD	1.59	1.22	1.60	0.00	
ITHD	9.17	11.25	9.64	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	5.1	2.6	4.5	0.0	
TDF	4.2	6.1	4.6	0.0	
Demand	-1.2	-0.2	-1.6	0.0	5.2 (kW)
Energy	-0.4	-0.1	-0.6	0.0	2.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	60.0				
UNBAL	0.2				

f.d.p. = 0.538

Event waveform/detail  
 Timed event at 23/10/01 16.05.02,000  
 Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

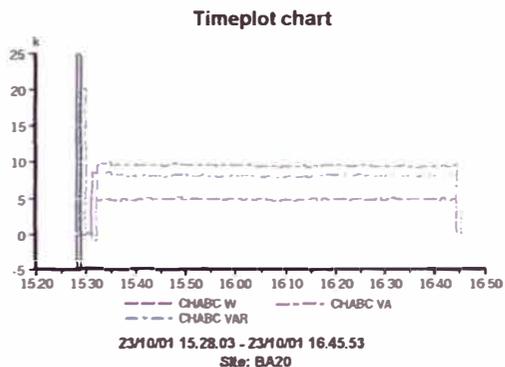
Unit	A	B	C	D	ABC
V	489.4	488.3	488.8	0.2	488.8
I	11.2	11.1	11.7	5.2	34.0
kW	0.0	0.5	-0.3	0.0	5.0
kVA	5.3	5.2	5.5	0.0	9.4
kVAR	5.3	5.2	5.5	0.0	7.9
PF	0.005	0.098	0.058	0.280	0.538
VTHD	1.38	1.02	1.51	0.00	
ITHD	10.81	17.19	15.49	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.1	0.0	
I H3	3.4	3.7	1.7	0.0	
TDF	7.2	18.7	9.1	0.0	
Demand	-0.1	0.4	-0.5	0.0	4.9 (kW)
Energy	0.0	0.4	-0.2	0.0	2.9 (kWh)
ICF	0.1	0.2	0.1	0.7	
HZ	60.0				
UNBAL	0.1				

52. Motor del banco N° 20-6

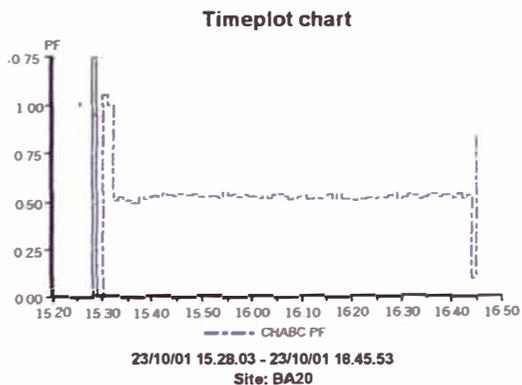
Datos de Placa

MEL: 5257  
 N° Reparaciones: 1  
 Marca: General Electric  
 P(HP): 15  
 V(V): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60  
 IN(A): 20.5  
 n%: 88.3%

- Las Curvas de las Potencias en el intervalo de efectuadas las mediciones



- La curva del comportamiento del Factor de potencia



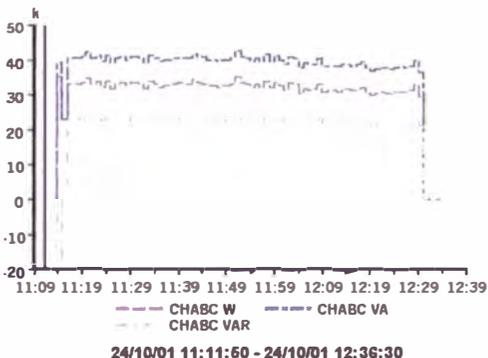
53. Motor del banco N° 21-1

Datos de Placa

MEL: 20127  
 MARCA: Delcrosa  
 P(H.P.): 30  
 V(Volt): 440  
 RPM: 1165  
 Hz: 60 Hz.  
 n%: 89.5%

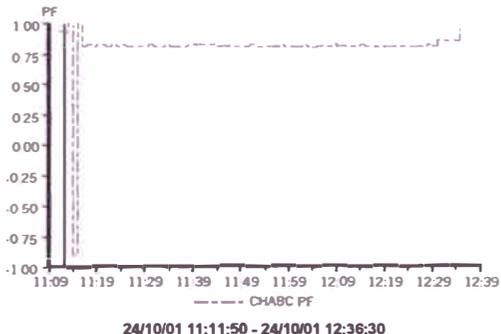
- Grafico de las Potencias

Timeplot chart



- Grafica del Factor de potencia

Timeplot chart



CASO A f.d.p. = 0.819

CASO A f.d.p. = 0.768

**Event waveform/detail**

Timed event at 24/10/01 11:59:48.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	483.4	483.6	482.5	0.4	483.0
I	49.3	49.2	50.1	6.2	148.6
KW	10.1	10.4	9.7	0.0	34.1
kVA	23.9	23.8	24.2	0.0	41.8
kVAR	21.6	21.4	22.1	0.0	23.9
PF	0.424	0.438	0.401	0.439	0.819
VTHD	1.69	1.67	1.42	0.00	
ITHD	3.44	3.87	4.21	0.00	
VH3	0.1	0.2	0.2	0.0	
IH3	1.6	0.4	1.2	0.0	
TDF	1.2	1.4	1.7	0.0	
Demand	9.7	10.0	9.3	0.0	33.2 (kW)
Energy	7.7	7.7	7.3	0.0	25.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.5	
HZ	59.8				
UNBAL	0.1				

**Event waveform/detail**

Timed event at 24/10/01 13:38:11.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	468.6	467.9	467.9	0.3	467.9
I	38.4	37.3	38.2	5.6	113.9
KW	6.3	6.0	5.8	0.0	23.6
kVA	18.0	17.4	17.9	0.0	30.8
kVAR	16.9	16.4	16.9	0.0	19.7
PF	0.350	0.341	0.324	0.180	0.768
VTHD	1.50	1.69	1.84	0.00	
ITHD	4.07	4.29	6.01	0.00	
VH3	0.1	0.0	0.1	0.0	
IH3	2.0	1.0	1.5	0.0	
TDF	1.4	1.9	2.1	0.0	
Demand	6.3	6.0	5.8	0.0	23.7 (kW)
Energy	4.7	4.4	4.3	0.0	18.2 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.6	
HZ	80.0				
UNBAL	0.1				

**54. MOTOR DEL BANCO N 21-2**

**55. Motor del banco N° 21-3**

Datos de Placa

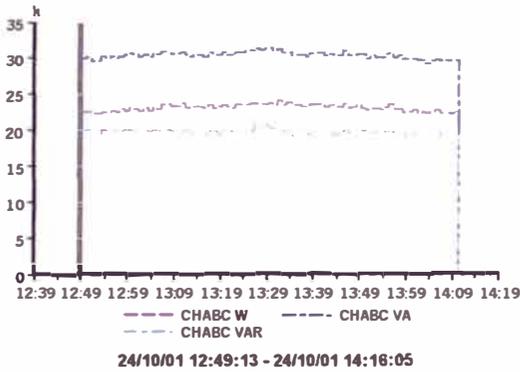
MEL: 20253  
MARCA: Reliance Electric  
REPARACIONES:  
P(H.P.): 40  
V(Volt): 460  
RPM: 1180  
Hz: 60 Hz.  
n%: 93%

Datos de Placa

MEL: 20251  
MARCA: Reliance Electric  
REPARACIONES:  
P(H.P.): 40  
V(Volt): 460  
RPM: 1180  
Hz: 60 Hz.  
n%: 93%

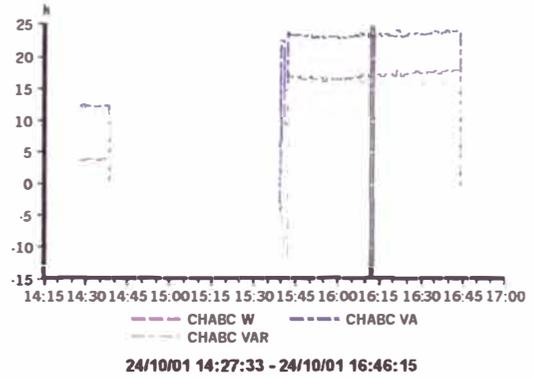
- Grafico de las Potencias

Timeplot chart



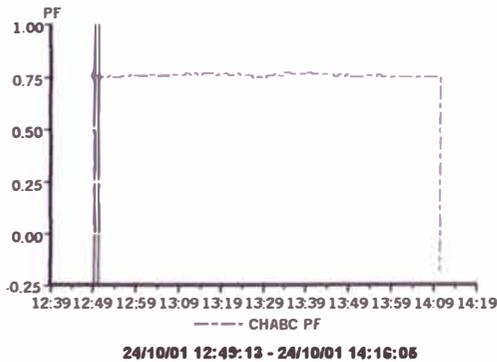
- Grafico de las Potencias

Timeplot chart



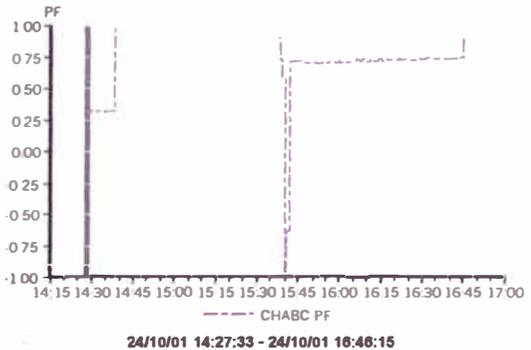
- Grafica del Factor de potencia

Timeplot chart



- Grafica del Factor de potencia

Timeplot chart



CASO A f.d.p. = 0.725

**Event waveform/detail**

Timed event at 24/10/01 16:11:39.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	477.1	476.1	476.2	0.3	476.1
I	28.4	27.6	29.4	5.5	85.5
kW	3.8	3.9	3.6	0.0	17.0
kVA	13.6	13.2	14.0	0.0	23.4
kVAR	13.0	12.6	13.5	0.0	16.1
PF	0.290	0.297	0.259	0.194	0.725
VTHD	2.19	2.25	2.07	0.00	
ITHD	7.87	8.28	7.55	0.00	
V H3	0.1	0.2	0.1	0.0	
I H3	2.8	0.7	2.0	0.0	
TDF	2.5	2.4	2.6	0.0	
Demand	3.6	3.9	3.5	0.0	16.8 (kW)
Energy	2.2	2.1	1.9	0.0	8.8 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.5	
HZ	60.1				
UNBAL	0.1				

**ANEXO F**

**“AHORRO DE ENERGÍA POR SOBRETENSIÓN”**

## AHORRO DE ENERGIA POR SOBRETENSION

### F.1 Objetivo

Medir y cuantificar el ahorro de energía cuando el motor de 800 HP / 2300 V trabaja con sobre tensiones.

### F.2 Diagrama de unifilar

En la figura F.1 se muestra una parte del diagrama unifilar de “Mina Subterránea” ( Se puede ver en el ANEXO A – plano 08 – 10 – 14 - 00 )

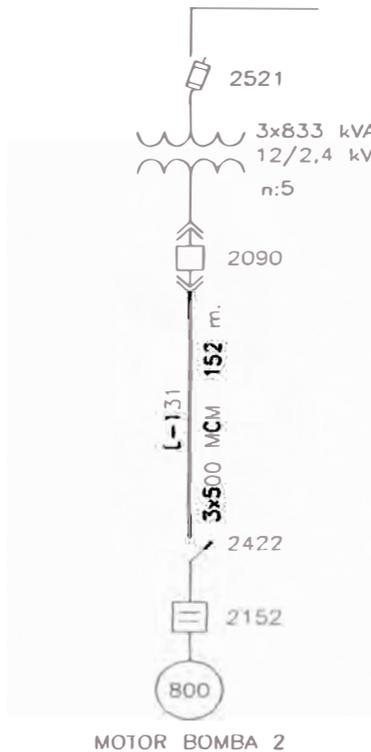


Figura F.1 Diagrama unifilar del motor de la bomba N° 2 – Nivel 1200

### F.3 Instrumentos y equipo utilizado

- ♦ Motor Bomba 2

#### Datos de Placa

N° Reparaciones: 4 rebobinados

Marca: General Electric

P(HP): 800

V(V): 2300

RPM: 3580  
 Hz: 60  
 IN(A): 172

- ◆ Dranetz 4300 equipo analizador

#### F.4 Pasos

- ◆ La Variación de tensión se logrará cambiando la posición de los taps del transformador:

Tap 0 y Tap +

El cambio se realizará, cuando el motor este fuera de servicio y el transformador este sin carga.

- ◆ El equipo analizador será instalado en los terminales del contactor, cuando este permanezca desconectado, luego se procederá a energizar el circuito.
- ◆ Por lo menos el equipo analizador estará conectado por un día.
- ◆ Los registros de las mediciones serán descargadas a la computadora para su posterior análisis.

#### F.5 Lecturas

En las tablas F.1 y F.2, se muestran las lecturas promedio de las mediciones efectuadas

BOMBA N° 2 EXCELSIOR 1200 TAP 0

TENSION A	TENSION B	TENSION B	CORRIENTE	CORRIENTE	CORRIENTE	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	f.d.p.
Volt	Volt	Volt	A Amp.	B Amp.	C Amp.	ACTIVA KW	TOTAL KVA	REACTIVA KVAR	
2507.02	2504.49	2502.00	174.00	175.62	172.39	658.74	750.47	359.50	0.8722

Tabla F.1 Lecturas promedio para la posición del tap 0

BOMBA N° 2 EXCELSIOR 1200 TAP +

TENSION A	TENSION B	TENSION B	CORRIENTE	CORRIENTE	CORRIENTE	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	f.d.p.
Volt	Volt	Volt	A Amp.	B Amp.	C Amp.	ACTIVA KW	TOTAL KVA	REACTIVA KVAR	
2431.90	2434.16	2428.02	178.54	182.30	177.87	665.73	757.33	360.96	0.8790

Tabla F. 2 Lecturas promedio para la posición del tap +

## F.6 Análisis de las mediciones

En la tabla F.3, se muestra las tensiones promedios de trabajo, el porcentaje de tensión que implican, potencia consumida y la potencia ahorrada por las sobre tensiones.

Posición	Tensión Promedio (Volt)	Tensión Nominal (Volt)	% de Sobre tensión	Potencia Activa (kW)
Tap +	2,431.36	2,300.00	5.71%	665.73
Tap 0	2,504.50	2,300.00	8.89%	658.74
Ahorro de Potencia				6.99

Tabla F.3 Ahorro en potencia

En la figura F.2 se muestra la reducción del consumo de potencia.

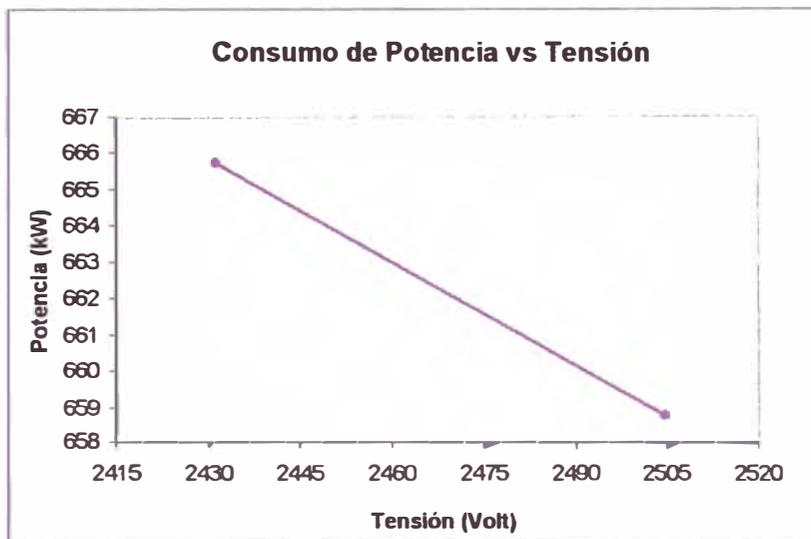


Figura F.2 Grafica potencia vs tensión

### F.6.1 Porcentaje de energía ahorrada

El porcentaje de la potencia ahorrada es  $\left( \frac{665.73 - 658.74}{665.73} \right) \times 100 \% = 1.04 \%$

por un porcentaje de sobre tensión del 8.89%

### F.6.2 Potencia y energía eléctrica ahorrada en un día de trabajo

La potencia activa ahorrada es:  $P = 6.99 \text{ kW (6990 W)}$

La energía activa ahorrada para 9 horas en un día de trabajo es:

$$E = 6.99 \times 6 \text{ kWh} = 41.94 \text{ kWh}$$

### **F.6.3 Ahorro en dólares (\$) por potencia en un año**

$$A_P = 6.99 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 6.35 \text{ \$/kW-mes} = \$ 532.64$$

### **F.6.4 Ahorro en dólares (\$) por energía en un año**

$$A_E = 6.99 \text{ kWh} \times 6 \frac{\text{h}}{\text{d}} \times 30 \frac{\text{d}}{\text{m}} \times 12 \text{ m} \times 0.0231 \frac{\text{\$}}{\text{kWh}} = \$ 348.77$$

### **F.6.5 Ahorro total en dólares (\$) en un año**

$$A_T = A_P + A_E = \$ 532.64 + \$ 348.77 = \$ 881.41$$

## **ANEXO G**

### **“AHORRO DE ENERGÍA POR SOBRETENSIÓN”**

# EFICIENCIA DE UN MOTOR REBOBINADO

## G.1 Objetivo

El presente informe tiene la finalidad cuantificar las pérdidas de energía en el funcionamiento de un motor después de haber sido rebobinado.

## G.2 Fundamento Teórico

### Relación entre par y potencia

Cuando la energía mecánica es aplicada bajo la forma de movimiento rotativo, la potencia desarrollada depende del par “T” y de la velocidad de rotación “n”

Potencia desarrollada en el eje en kW

$$P(\text{k W}) = \frac{T (\text{N-m}) * n (\text{RPM})}{9555} \quad \dots (\text{G.1})$$

Donde:

T(N-m): Par en N-m

n (RPM): Velocidad de rotación en rpm

### Rendimiento

El motor eléctrico absorbe energía eléctrica de la línea y la transforma en energía mecánica disponible en el eje. El rendimiento define la eficiencia con que se realiza esta transformación.

Llamando “Potencia Útil”  $P_u$  a la potencia mecánica disponible en el eje y “Potencia absorbida”  $P_a$  a la potencia eléctrica que el motor saca de la red, el rendimiento será relacionado entre ambas, o sea

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \times 100\% \quad \dots(\text{G.2})$$

### Perdidas en potencia kW

$$P_{\text{pérdidas de potencia}} = P_a - P_u / \text{rendimiento nominal \%} \quad \dots(\text{G.3})$$

## G.3 Equipos utilizado

♦ Se ha utilizado un motor de 15 HP, debido a que la capacidad del transformador que alimenta al Taller de Componentes, limitaba al uso de un motor de mayor potencia.

### **Datos de placa del motor**

**MEL:** 5147  
**Marca:** Delcrosa  
**Reparaciones:** 2 Rebobinadas  
**Tipo:** NV 200 La6  
**P(H.P.):** 15  
**V(Volt):** 440  
**I(Amp):** 23.5  
**RPM:** 1165  
**Hz:** 60

n%: 86% Delcrosa (IEC)

♦ Dinamómetro

### G.4 Procedimientos

1. Se efectuaron medidas, cuando el motor funcionaba en vacío.
2. Continuando con la prueba, el motor fue instalado en el dinamómetro. Luego de ser acoplado al motor con el eje del dinamómetro, se efectuó medidas, sin aplicar el freno.
3. Estando el motor funcionando, se empieza a aplicar el freno del dinamómetro y se tomaron mediciones para 3 valores de frenos (Punto 1, 2 y 3)

### G.5 Mediciones

1. En el cuadro G.1 se muestra la lectura de la medición del motor funcionando en vacío

Event waveform/detail					
Timed event at 29/10/01 13:33:49.000					
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)					
Unit	A	B	C	D	ABC
V	458.8	456.8	456.0	0.2	456.4
I	13.4	12.5	13.4	5.1	39.4
kW	-2.3	-1.8	-2.6	-0.0	1.9
kVA	6.2	5.7	6.1	0.0	10.5
kVAR	5.7	5.4	5.5	0.0	10.3
PF	0.371	0.319	0.429	0.244	0.177
VTHD	1.64	1.62	1.72	0.00	
ITHD	9.46	13.16	15.06	0.00	
V H3	0.1	0.1	0.2	0.0	
I H3	4.3	6.6	2.9	0.0	
TDF	4.9	7.7	11.6	0.0	
Demand	-2.3	-1.9	-2.7	-0.0	1.8 (kW)
Energy	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	0.1 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.8				
UNBAL	0.3				

Cuadro G.1 Lectura de la medición en vacío

2. En el cuadro G.1 se muestra la lectura de la medición del motor funcionando acoplado al dinamómetro sin freno

Event waveform/detail					
Timed event at 29/10/01 14:21:33.000					
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)					
Unit	A	B	C	D	ABC
V	462.6	462.4	463.8	0.3	463.1
I	15.9	13.9	15.6	5.5	45.4
kW	-0.8	-0.2	-0.9	0.0	5.6
kVA	7.3	6.4	7.2	0.0	12.3
kVAR	7.3	6.4	7.2	0.0	10.9
PF	0.106	0.028	0.120	0.359	0.458
VTHD	0.00	0.00	0.00	0.00	
ITHD	0.00	0.00	0.00	0.00	
V H3	0.0	0.0	0.0	0.0	
I H3	0.0	0.0	0.0	0.0	
TDF	0.0	0.0	0.0	0.0	
Demand	-0.5	-0.4	-0.6	0.0	1.9 (kW)
Energy	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	60.0				
UNBAL	0.2				

### Cuadro G.2 Lectura de la medición acoplado al dinamómetro sin freno

3. En los cuadros G.1, G.2 y G.3 se muestra las lecturas del motor funcionando con frenos

**Event waveform/detail**  
Timed event at 29/10/01 15:15:52.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	455.6	454.9	456.5	0.4	455.7
I	24.7	23.1	25.3	5.7	73.1
kW	2.7	3.2	2.9	0.0	14.0
kVA	11.3	10.5	11.5	0.0	19.3
kVAR	10.9	10.0	11.2	0.0	13.4
PF	0.239	0.304	0.247	0.384	0.722
VTHD	1.73	1.99	1.88	0.00	
ITHD	5.42	5.84	8.54	0.00	
V H3	0.1	0.2	0.2	0.0	
I H3	1.6	0.8	1.6	0.0	
TDF	2.3	3.2	4.4	0.0	
Demand	2.5	2.9	2.6	0.0	13.3 (kW)
Energy	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8 (kWh)
ICF	0.1	0.1	0.1	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.2				

### Cuadro G.3 Lectura de la medición acoplado al dinamómetro en el “Punto 1- 25-28 N.m”

**Event waveform/detail**  
Timed event at 29/10/01 15:20:51.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	447.7	446.8	448.8	0.3	447.8
I	45.8	43.6	46.6	5.1	136.0
kW	6.1	6.5	6.5	0.0	26.5
kVA	20.5	19.5	20.9	0.0	35.2
kVAR	19.5	18.4	19.9	0.0	23.2
PF	0.300	0.334	0.313	0.105	0.752
VTHD	1.49	1.53	1.45	0.00	
ITHD	3.16	3.55	5.21	0.00	
V H3	0.0	0.2	0.2	0.0	
I H3	1.0	0.0	1.0	0.0	
TDF	1.5	2.0	2.6	0.0	
Demand	4.9	5.3	5.2	0.0	22.7 (kW)
Energy	0.5	0.5	0.5	0.0	2.8 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.7	
HZ	59.9				
UNBAL	0.2				

### Cuadro G.4 Lectura de la medición acoplado al dinamómetro en el “Punto 2- 59-61 N.m”

**Event waveform/detail**  
Timed event at 29/10/01 15:21:52.000  
Sync channel =CHA (3 WIRE PROBE)

Unit	A	B	C	D	ABC
V	447.7	446.6	448.9	0.3	447.8
I	53.5	51.2	54.0	5.8	158.7
kW	6.8	7.1	7.0	0.0	30.4
kVA	23.9	22.9	24.2	0.0	41.1
kVAR	22.9	21.7	23.2	0.0	27.7
PF	0.284	0.312	0.289	0.315	0.738
VTHD	1.68	1.86	1.73	0.00	
ITHD	3.82	3.69	4.99	0.00	
V H3	0.1	0.2	0.2	0.0	
I H3	1.1	1.1	1.1	0.0	
TDF	1.7	2.0	2.3	0.0	
Demand	5.3	5.6	5.5	0.0	22.5 (kW)
Energy	0.6	0.6	0.6	0.0	3.1 (kWh)
ICF	0.0	0.0	0.0	0.7	
HZ	60.0				
UNBAL	0.3				

### Cuadro G.5 Lectura de la medición acoplado al dinamómetro en el “Punto 3- 75 N.m”

## G.6 Análisis de las mediciones

1. Sin ningún tipo de carga “ en vacío” tenemos la cartilla de medición como se muestra a continuación:

MEDICION DEL MOTOR EN VACIO			
Potencia Total (kVA)		10.5	
Potencia Activa - Pa (kW)		1.9	
Potencia Reactiva (kVAR)		10.3	
Va (A):	458.8	Ia (A):	13.4
Vb (A):	456.8	Ib (A):	12.5
Vc (A):	456.0	Ic (A):	13.4
F.P.:	0.177	Frecuencia (Hz):	60.0

Tabla G.1 Cartilla de medición para el motor en vacío

El motor para vencer su propia inercia absorbe de la red una potencia de:

$$P_{a1} = 1.9 \text{ kW}$$

2. Todavía no se aplica freno, pero como el motor esta acoplado con el eje, la potencia necesaria para vencer su propia inercia y la masa inercial del dinamómetro es:

MEDICION DEL MOTOR ACOPLADO AL DINAMOMETRO			
SIN FRENO			
Potencia Total (kVA)		12.3	
Potencia Activa - Pa (kW)		5.6	
Potencia Reactiva (kVAR)		10.9	
Va (A):	462.6	Ia (A):	15.9
Vb (A):	462.4	Ib (A):	13.9
Vc (A):	463.8	Ic (A):	15.6
F.P.:	0.458	Frecuencia (Hz):	60.0

Tabla G.2 Cartilla de medición para el motor acoplado al dinamómetro

$$P_{a2} = 5.6 \text{ kW}$$

Si conocemos la potencia requerida para vencer su propia inercia entonces podremos conocer la potencia requerida para vencer la inercia del dinamómetro.

La potencia adicional para vencer la masa inercial del dinamómetro es:

$$P' = P_{a2} - P_{a1} = 5.6 - 1.9 = 3.7 \text{ Kw}$$

3. Se ha aplicado freno al motor y a continuación se muestran las cartillas de medición para cada punto de medición y sus respectivas cargas.

## A Motor en el "Punto N° 1"

MEDICION DEL MOTOR APLICANDO FRENO - PUNTO 1			
Potencia Total (kVA)		19.3	
Potencia Activa - Pa (kW)		14	
Potencia Reactiva (kVAR)		13.4	
Va (A):	455.6	Ia (A):	24.7
Vb (A):	454.9	Ib (A):	23.1
Vc (A):	456.5	Ic (A):	25.3
F.P.:	0.722	Frecuencia (Hz):	60.0

Tabla G.3 Cartilla de medición para el motor en el "Punto N° 1"

Mediciones en el Dinamómetro:

MEDICIONES EN EL DINAMOMETRO	
T ( N - m )	25 - 28
n ( RPM )	1160

Tabla G.4 Lecturas del dinamómetro para el motor en el "Punto N° 1"

Reemplazando en la formula (G.1):

$$P \text{ (kW)} = \frac{28 * 1160}{9555} = 3.4 \text{ kW}$$

Entonces la potencia útil en el eje es:

$$P_U = 3.4 + 3.7 = 7.1 \text{ kW}$$

$$P_a = 14 \text{ kW}$$

Entonces el rendimiento será calculado reemplazando los valores en la formula G.2

$$\eta_{\text{real}} = \frac{7.1}{14} \times 100\% = 50.71 \%$$

Reemplazando en la formula G.3

$$P_{\text{pérdidas de potencia}} = 14 - 7.1 / 86\% = 5.74 \text{ kW}$$

## B Motor en el "Punto N° 2"

MEDICION DELMOTOR APLICANDO FRENO - PUNTO 2			
Potencia Total (kVA)		35.2	
Potencia Activa - Pa (kW)		26.5	
Potencia Reactiva (kVAR)		23.2	
Va (A):	447.7	Ia (A):	45.8
Vb (A):	446.8	Ib (A):	43.6
Vc (A):	448.8	Ic (A):	46.6
F.P.:	0.752	Frecuencia (Hz):	60.0

Tabla G.5 Cartilla de medición para el motor en el "Punto N° 2"

Mediciones en el Dinamómetro:

MEDICIONES EN EL DINAMOMETRO	
T ( N - m )	59 - 61
n ( RPM )	1160

Tabla G.6 Lecturas del dinamómetro para el motor en el "Punto N° 2"

Reemplazando en la fórmula G.1:

$$P \text{ (kW)} = \frac{61 * 1160}{9555} = 7.4 \text{ kW}$$

Entonces la potencia útil en el eje es:

$$P_U = 7.4 + 3.7 = 11.1 \text{ kW}$$

$$P_a = 26.5 \text{ kW}$$

Entonces el rendimiento será calcula reemplazando los valores en la fórmula G.2

$$\eta = \frac{11.1 \times 100\%}{26.5} = 42.64 \%$$

Reemplazando en la fórmula G.3

$$P_{\text{pérdidas de potencia}} = 26.5 - 11.1 / 86 \% = 13.71 \text{ kW}$$

### C Motor en el "Punto N° 3"

MEDICION DELMOTOR APLICANDO FRENO - PUNTO 3			
Potencia Total (kVA)		41.1	
Potencia Activa - Pa (kW)		27.7	
Potencia Reactiva (kVAR)		30.4	
Va (A):	447.7	Ia (A):	53.5
Vb (A):	446.6	Ib (A):	51.2
Vc (A):	448.9	Ic (A):	54
F.P.:	0.738	Frecuencia (Hz):	60.0

Tabla G.7 Cartilla de medición para el motor en el "Punto N° 3"

Mediciones en el Dinamómetro

MEDICIONES EN EL DINAMOMETRO	
T ( N - m )	75
n ( RPM )	1160

Tabla G.8 Lecturas del dinamómetro para el motor en el "Punto N° 3"

Reemplazando en la fórmula G.1:

$$P \text{ (kW)} = \frac{75 * 1160}{9555} = 9.1 \text{ kW}$$

Entonces la potencia útil en el eje es:

$$P_U = 9.1 + 3.7 = 12.8 \text{ kW}$$

$$P_a = 30.4 \text{ kW}$$

Entonces el rendimiento será calcula reemplazando los valores en la fórmula G.2

$$\eta = \frac{12.8 \times 100\%}{30.4} = 42.10 \%$$

Reemplazando en la fórmula G.3

$$P_{\text{pérdidas de potencia}} = 30.4 - 12.8 / 86 \% = 15.52 \text{ kW}$$

## G.7 Cálculos de costos de operación

### Cálculos de costos de operación "Punto 1"

Potencia Perdida = 5.74 Kw

#### Pérdida por Demanda Anual

Pérdida en dólares en Demanda = Potencia(kW)\*Precio de potencia (\$/KW-mes)\*tiempo (mes)

Pérdida en dólares en Demanda / año =  $5.74 * 6.35 * 12 = \$ 437.39$

#### Pérdida por Energía anual

Energía HP/año= Potencia (kW)\*precio por energía (ctv\$/KWh) \* tiempo de operación (horas)

Energía HP/ año =  $5.74 * 0.03 * \text{tiempo de operación (horas)}$

Pérdida en dólares en Energía (H.P) / año =  $5.74 * 0.0367 * (19 * 30 * 12) = \$ 1440.9$

Pérdida en dólares en Energía (FH.P) / año =  $5.74 * 0.0231 * (5 * 30 * 12) = \$ 238.67$

Costo en Energía Total / año = \$ 1679.57

## G.8 Cambio del motor por otro de alta eficiencia

El motor actual debería ser cambiado por otro motor que presente las siguientes características:

P = 15 HP

RPM = 1200

n = 92.4 %

INVERSION = \$ 2994

Tiempo de recuperación =  $2994 / 1791.89 = 1.67$  años

El tiempo de recuperación de la inversión es 1 año y 8 meses.

## CONCLUSIONES

1. Se ha cumplido con el objetivo y se ha determinado las pérdidas por funcionamiento de un motor después de haber sido rebobinado, como se puede mostrar en el siguiente cuadro resumen:

Lecturas	Rendimiento Teorico %	Potencia absorbida de la red (kW) - Pa	Potencia útil (kW) - Pu	Rendimiento real %	Perdidas en Potencia kW
Punto 1	86%	14	7.1	50.71%	5.74
Punto 2	86%	26.5	11.1	42.64%	13.59
Punto 3	86%	30.4	12.8	42.10%	15.52

Tabla G.8 Resumen de los resultados de los cálculos

2. El motor ha disminuido su eficiencia a 86% a 50.71% , lo que significa que en su funcionamiento normal sin sobrecargarlo pierde 35.29 % de eficiencia. La pérdida de eficiencia se refleja en los costos de operación y según los cálculos para un motor que funciona las 24 horas del día como los motores del proceso de flotación, se tiene pérdidas como se muestran en la tabla G.9

Perdidas en \$ en Demanda	Perdidas en \$ por energía	Perdidas totales en \$
437.39	1679.57	2116.96

Tabla G.9 Pérdidas en dólares (\$) por potencia y energía

3. La pérdida de eficiencia se debe a dos razones importantes que son, por antigüedad y por rebobinado.
- Por antigüedad, debido a los continuos arranques, paradas que causan calentamientos en el motor y deterioran los aislamientos provocando fallas.
  - Por rebobinado, debido al método utilizado para calentar el aislamiento y desalojar las bobinas del núcleo, se han dañado el núcleo del motor, esto provoca las pérdidas de las características magnéticas del material del cual están fabricados.

## RECOMENDACIONES

- Comprobar basándose en mediciones de corriente en vacío, el estado de la eficiencia del motor. Medir la corriente en vacío, que debe ser aproximadamente la tercera parte de la corriente a plena carga, pero si la corriente resulta mayor es por que el núcleo ha perdido sus propiedades magnéticas y por consecuencia a perdido eficiencia.
- Dejar fuera de servicio los motores antiguos que hayan perdido eficiencia.
- El motor utilizado en el presente ensayo debería ser reemplazado por otro de alta eficiencia, el tiempo de recuperación de la inversión será 1 año y 11 meses.

**ANEXO H**  
**“ILUMINACION”**

**ANALISIS ECONOMICO DE LA RECONVERSION DE FOCOS INCANDESCENTES VS FOCOS AHORRADORES PARA USO DOMESTICO**

VALORES UTILIZADOS PARA LA COMPARACION	
Número total de viviendas iluminadas	1,000
Numero de focos por vivienda	2
Potencia del foco Incandescente (Watts)	100
Potencia del foco Ahorrador (Watts)	20
Precios por potencia (\$/ kW)	\$6.35
Precio por energía eléctrica consumida en Horas Fuera de Punta (H.F.P.) - \$/kWh	\$0.0231
Precio por energía eléctrica consumida en Horas Punta (H.P.) - \$/kWh	\$0.0367
Número de horas de funcionamiento en Horas Fuera de Punta por día (23:00 a 18 horas)	2
Número de Horas de funcionamiento en Horas Punta por día (18:00 a 23:00 horas)	5
Precio de cada foco incandescente	\$0.44
Precio de cada foco ahorrador	\$3.67

**COMPARACION ENTRE EL FOCO INCANDESCENTE Y EL FOCO AHORRADOR EN EL PERIODO DE UN AÑO**

	Foco Incandescente	Foco Ahorrador
Potencia eléctrica consumida - Watts	100	20
N° horas de funcionamiento en Horas Punta al año	720	720
N° horas de funcionamiento en Horas Fuera de Punta al año	1800	1800
Energía eléctrica consumida en Horas Punta (H.P.) - kWh al año	72.00	14.40
Energía eléctrica consumida en Horas Fuera de Punta (H.F.P.) - kWh al año	180.00	36.00
Costos de operación por potencia	\$0.635	\$0.127
Costos de operación por energía eléctrica consumida	\$8.27	\$1.65
Tiempo de vida útil promedio de cada foco - horas	1000	6000
Precio de cada foco	\$0.44	\$3.67
Número de focos utilizados al año	2.52	0.42
Costo por el numero de unidades utilizados al año	\$1.11	\$1.54
Costo de implementación por el número de unidades al año	\$11.42	\$3.32

**RESULTADOS**

Ahorro en Potencia Eléctrica por la reconversión de focos incandescentes a focos ahorradores - Kw-mes	160.00
Ahorro en Energía Eléctrica por la reconversión de focos incandescentes a focos ahorradores - kWh/año	403,200.00
Pérdidas anuales en dolares por uso de un foco incandescente	\$8.10
Pérdidas anuales en dolares por el número total de viviendas usando focos incandescentes	\$16,203.92
Retorno de Inversión (meses)	4.78

Inversión Inicial por 1000 viviendas	\$7,340.00
--------------------------------------	------------

**CONCLUSIONES**

\*La inversión por reconversión ( $\$3.67 - \$0.44 = \$3.23$  por cada foco) tendrá un retorno de inversión no mayor de 5 meses (4.48 meses), el beneficio es el diferencial del costo de operación ( $\$11.42 - \$3.32 = \$8.10$ ) que es mas del doble de la inversión y resulta bastante atractivo.

\*En lo que respecta a la energía eléctrica reducida es de 403 200 kWh por año, un parametro que influye son las horas de utilización del foco, puede verse en la hoja "Escenarios-Iluminacion viviendas" el beneficio que produce si las horas de utilización aumentan. El analisis economico realizado para iluminaciones son conservadores y por lo tanto bastante reales.

\*El cambio de focos incandescentes (100W) por focos ahorradores (20W), es un ahorro en potencia de 160 kW para 1000 viviendas cuanto mayor sean las viviendas beneficiadas con el uso de lámparas ahorradoras la potencia incrementará, en la hoja resumen "Escenarios-Iluminacion viviendas" se puede ver la variación de las pérdidas anuales debido al incremento de viviendas, tomar acciones para la reconversión es un buen camino para reducir las pérdidas por potencia y energía eléctrica consumida.

\*Si no se toma acciones por mejorar la eficiencia en consumo doméstico que es un cargo para la empresa, se estaría perdiendo \$ 16 203.92 al año por 1000 viviendas de trabajadores, en el caso de 2000 trabajadores se estaría perdiendo \$ 32 407.84 al año.

**ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA RECONVERSIÓN DE FOCOS INCANDESCENTES VS. FOCOS AHORRADORES PARA  
USO DOMÉSTICO**

<b>Resumen de escenario</b>				
	Valores actuales:	N_de_Viviendas_1	N_de_Viviendas_2	N_Horas_H.F.P.
<b>Celdas cambiantes:</b>				
N_de_viviendas	1,000	1,000	2,000	1,000
N_Focos_por_vivienda	2	2	2	2
Potencia_F_Incandesc.	100	100	100	100
Potencia_F_Ahorrador	20	20	20	20
Precio_Potencia	\$6.35	\$6.35	\$6.35	\$6.35
Precio_Potencia_H.F.P.	\$0.0231	\$0.0231	\$0.0231	\$0.0231
Precio_Energía_H.P.	\$0.0367	\$0.0367	\$0.0367	\$0.0367
N_Horas_H.F.P.	2	2	2	3
N_Horas_H.P.	5	5	5	5
Precio_F_Incandesc.	\$0.44	\$0.44	\$0.44	\$0.44
Precio_F_Ahorrador	\$3.67	\$3.67	\$3.67	\$3.67
<b>Celdas de resultado:</b>				
Perdidas_Anuales	\$16,203.92	\$16,203.92	\$32,407.84	\$17,814.08
Retorno_de_Inversión_meses	4.78	4.78	4.78	4.35

Notas: La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el Informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes de cada escenario se muestran en gris.

**ANALISIS ECONOMICO DE LA RECONVERSION DE FLUORESCENTES TIPO T-12 POR  
FLUORESCENTES TIPO T-8 PARA USO INDUSTRIAL**

VALORES UTILIZADOS PARA LA COMPARACION	
Número de equipos para iluminación	300
Numero de fluorescentes por equipo	2
Potencia del Fluorescentes T-12 (Watts)	40
Potencia del Fluorescentes T-8 (Watts)	36
Precios por potencia (\$/ kW)	\$6.35
Precio por energía eléctrica consumida en Horas Fuera de Punta (H.F.P.) - \$/kWh	\$0.0231
Precio por energía eléctrica consumida en Horas Punta (H.P.) - \$/kWh	\$0.0367
Número de horas de funcionamiento en Horas Fuera de Punta por día	19
Número de horas de funcionamiento en Horas Punta por día	5
Precio de cada Fluorescente T-12	\$1.53
Precio de cada Fluorescente T-8	\$1.95

**COMPARACION ENTRE EL FOCO INCANDESCENTE Y AHORRADOR EN UN PERIODO DE UN AÑO**

	Fluorescente T-12	Fluorescente T-8
Potencia que consume el Fluorescentes - Watts	40	36
N° horas de funcionamiento en Horas Punta al año	1800	1800
N° horas de funcionamiento en Horas Fuera de Punta al año	6840	6840
Energía eléctrica consumida en Horas Punta (H.P.) -kWh al año	72.00	64.80
Energía eléctrica consumida en Horas Fuera de Punta (H.F.P.) - kWh al año	273.60	246.24
Costos de operación por potencia	\$0.254	\$0.229
Costos de operación por energía eléctrica consumida	\$8.96	\$8.07
Tiempo de vida útil promedio de cada fluorescente - horas	6000	20000
Precio de cada Fluorescente	\$1.53	\$1.95
Costo por el numero de unidades utilizados al año	1.44	0.43
Costo de implementación por el número de unidades al año	\$2.20	\$0.84
Costo Total por operación de un fluorescente al año	\$11.42	\$9.14

**RESULTADOS DE LA COMPARACION**

Ahorro en Potencia Eléctrica por la reconversión de fluorescentes T-12 a T-8 - Kw-mes	2.40
Ahorro en Energía Eléctrica por la reconversión de fluorescentes T-12 a T-8 -kWh/año	20,736.00
Pérdidas anuales en dolares por uso de un fluorescente tipo T-12	\$2.28
Pérdidas anuales en dolares por el número total de equipos usando fluorescentes tipo T-12	\$1,369.47
Retorno de Inversión (meses)	2.21

**CONCLUSIONES**

- \*El cambio de fluorescentes T-8 (36W de potencia) por fluorescentes de T-12 (40W de potencia) resulta una buena acción para reducir la potencia y energía eléctrica.
- \*La disminución de potencia es 2.4 kW mensuales, aunque no resulta ser muy alentador, lo importante de esto es que se requiere de una inversión mínima (\$1.95-\$1.53 = \$0.42 por cada fluorescente), ya que el precio de los fluorescentes T-12 y los T-8 se diferencian en \$ 0.42, que tendrá un retorno de inversión no mayor de 3 meses (2.21 meses), porque la inversión es retornada con el exceso del costo total por operación del fluorescente T-12 por T-8 (\$11.42-\$9.14 = \$2.28).
- \*La energía reducida es de 20 736.0 kWh por año, uno de los parámetros más importantes utilizados para el ahorro de energía eléctrica consumida, son las horas de funcionamiento del fluorescente, si el equipo fluorescente trabaja todo el día resulta beneficioso sin lugar a duda el uso de fluorescentes T-8 (36W). En la hoja "Escenario Ilumin. Industrial" se muestra un resumen del análisis, además el retorno de inversión no depende de la cantidad total de equipos, lo que si depende del total de equipos son las pérdidas anuales.
- \*El fluorescente tipo T-12 utiliza para el encendido un reactor electromagnético, el fluorescente tipo T-8 puede utilizar el mismo reactor siempre y cuando en el reactor se especifique 40W / 36W, sin tener que hacer un gasto adicional.
- \*Un factor importante en iluminación son las instalaciones eléctricas, deben estar lo más ordenadas posible, contar con una adecuada iluminación; sin excesos, ni deficiencias, todo esto se conseguirá con un diseño de ingeniería.

**ANALISIS ECONOMICO DE LA RECONVERSION DE FLUORESCENTES TIPO T - 12 POR  
FLUORESCENTES TIPO T - 8 PARA USO INDUSTRIAL**

<b>Resumen de escenario</b>			
	Valores actuales:	N°_de_equipos_1	N°_de_equipos_2
<b>Celdas cambiantes:</b>			
N_de_equipos	300	300	600
N_de_fluorescentes_por_equipo	2	2	2
Potencia_del_Fluorescentes_T_12	40	40	40
Potencia_del_Fluorescentes_T_8	36	36	36
Precio_Potencia	\$6.35	\$6.35	\$6.35
Precio_por_energía_eléctrica_co	\$0.0231	\$0.0231	\$0.0231
Precio_Energía_H.P.	\$0.0367	\$0.0367	\$0.0367
N_Horas_H.F.P.	19	19	19
N_Horas_H.P.	5	5	5
Precio_de_cada_Fluoresc._T_12	\$1.53	\$1.53	\$1.53
Precio_de_cada_Fluoresc._T_8	\$1.95	\$1.95	\$1.95
<b>Celdas de resultado:</b>			
Perdidas_Anuales	\$1,369.47	\$1,369.47	\$2,738.95
Periodo_Retorno_Inversion	2.21	2.21	2.21

Notas: La columna de valores actuales representa los valores de las celdas cambiantes en el momento en que se creó el Informe resumen de escenario. Las celdas cambiantes de cada escenario se muestran en gris.

**ANEXO I**  
**“NORMAS”**

## Performance Data for Horizontal Above NEMA Motors

Horizontal  
 Open Enclosures – Type CG / CGII

AC Squirrel-Cage Induction  
 1.0 Service Factor  
 80 Deg. C Rise by Resistance  
 40 Deg. C Ambient

2300 Volt - 60 Hertz

Typical Data – Not Guaranteed

HP	RPM	VOLT	FRAME	FLRPM	FLA	NLA	LRA	EFF			PF			FLT (ft.lb.)	LRT (ft.lb.)	BDT (ft.lb.)
								100%	75%	50%	100%	75%	50%			
200	3600	2300	508	3570	45.0	12.0	292	93.6	93.4	92.4	88.9	87.1	81.8	295	235	665
200	1800	2300	508	1780	47.0	17.3	305	93.4	93.5	92.7	85.3	82.1	74.0	590	475	1450
200	1200	2300	508	1180	47.5	16.5	308	92.8	93.3	93.0	85.0	82.1	74.1	890	980	1850
200	900	2300	508	883	52.0	21.9	256	92.5	93.1	92.9	77.9	73.2	62.6	1190	1339	2499
250	3600	2300	508	3570	57.5	17.5	373	93.8	93.5	92.4	86.8	84.3	77.4	368	310	860
250	1800	2300	508	1780	61.5	26.0	381	93.3	93.4	92.6	81.6	77.3	67.4	738	555	1700
250	1200	2300	508	1180	59.0	19.0	380	93.1	93.6	93.5	85.2	82.8	75.5	1113	1200	2235
250	900	2300	508	884	64.4	27.4	338	93.0	93.5	93.3	78.1	73.3	62.5	1485	1809	3319
300	3600	2300	508	3565	68.5	21.0	435	93.8	93.8	93.0	87.4	85.3	79.1	442	350	925
300	1800	2300	508	1780	72.0	26.0	460	93.6	93.9	93.3	83.4	80.0	71.5	885	710	2040
300	1200	2300	508	1180	70.0	21.0	450	93.5	94.1	94.0	85.9	84.7	78.0	1335	1470	2760
300	900	2300	508	884	75.5	30.3	411	93.4	94.0	94.0	79.7	75.3	65.0	1782	2304	4023
350	3600	2300	508	3560	82.0	23.5	460	93.2	93.2	92.3	85.8	84.0	77.9	516	365	1005
350	1800	2300	508	1780	81.5	27.7	529	94.1	94.3	93.8	85.5	82.5	74.7	1033	880	2460
350	1200	2300	508	1180	80.5	22.5	520	93.6	94.3	94.5	87.0	85.6	79.9	1558	1715	3120
350	900	2300	5010	885	88.1	36.8	516	93.8	94.3	94.3	79.4	74.5	63.8	2076	2975	5065
400	3600	2300	508	3565	90.5	25.0	565	94.0	94.0	93.2	88.0	86.1	80.3	590	470	1300
400	1800	2300	508	1780	93.5	28.0	600	94.0	94.5	94.3	85.2	83.2	76.8	1180	825	2360
400	1200	2300	508	1180	92.0	26.0	597	93.8	94.5	94.6	86.8	85.2	79.3	1780	1960	3600
400	900	2300	5010	888	101.7	44.8	640	93.7	94.1	93.9	78.6	73.2	61.9	2370	3775	6300
450	3600	2300	508	3565	103.5	31.0	643	94.0	93.9	93.9	86.6	84.3	77.7	663	530	1415
450	1800	2300	508	1780	104.0	29.5	668	94.3	94.7	94.6	85.9	84.1	76.8	1328	1000	2660
450	1200	2300	508	1180	103.0	28.5	669	93.9	94.6	94.7	87.1	85.4	79.6	2003	2200	4120
450	900	2300	588	890	112.0	42.0	705	93.9	94.2	93.9	80.1	76.6	67.5	2655	2655	6350
500	3600	2300	508	3560	115.0	31.0	652	94.0	94.1	93.4	86.6	85.0	79.4	738	515	1440
500	1800	2300	508	1780	118.0	34.0	740	94.1	94.6	94.5	84.3	82.5	76.1	1475	1105	2950
500	1200	2300	5010	1180	113.0	29.5	733	94.2	94.9	95.2	88.0	86.7	81.6	2225	2450	4500
500	900	2300	588	890	123.0	46.0	790	94.0	94.3	94.0	81.0	77.5	68.4	2950	3380	7000
600	3600	2300	508	3560	135.5	35.0	791	94.5	94.7	94.1	87.7	86.3	81.1	885	660	1770
600	1800	2300	508	1780	141.0	42.5	900	94.4	94.9	94.8	84.4	82.2	75.4	1770	1415	3545
600	1200	2300	5010	1180	136.0	33.0	883	94.1	94.9	95.3	87.8	87.0	82.5	2670	3000	5340
600	900	2300	5810	890	149.0	57.0	945	94.2	94.5	94.0	80.0	76.3	67.0	3540	4050	8400
700	3600	2300	508	3555	160.0	38.0	835	94.2	94.5	94.0	87.0	86.1	81.7	1034	695	1860
700	1800	2300	5010	1780	162.0	48.0	1045	94.7	95.1	95.0	85.4	83.4	76.8	2065	1850	4585
700	1200	2300	588	1180	160.0	42.0	1016	94.5	95.1	95.2	86.7	85.3	79.7	3115	3115	6250
700	900	2300	5810	890	173.0	65.0	1100	94.3	94.6	94.2	80.3	76.8	67.7	4130	4940	9800
800	3600	2300	508	3560	179.0	42.0	1021	94.6	94.9	94.5	88.5	87.6	83.2	1180	885	2240
800	1800	2300	5010	1780	182.0	50.0	1180	94.9	95.3	95.2	86.7	84.9	79.1	2360	2125	5190
800	1200	2300	588	1180	184.0	49.0	1160	94.4	94.9	94.8	86.2	84.8	79.3	3560	3560	7150
800	900	2300	5810	885	196.0	65.0	1250	94.2	94.6	94.5	81.2	78.9	71.3	4746	4746	10030



Section 1  
 Part 1  
 Page 1  
 Date 02/02

**Performance Data for Horizontal Above NEMA Motors**

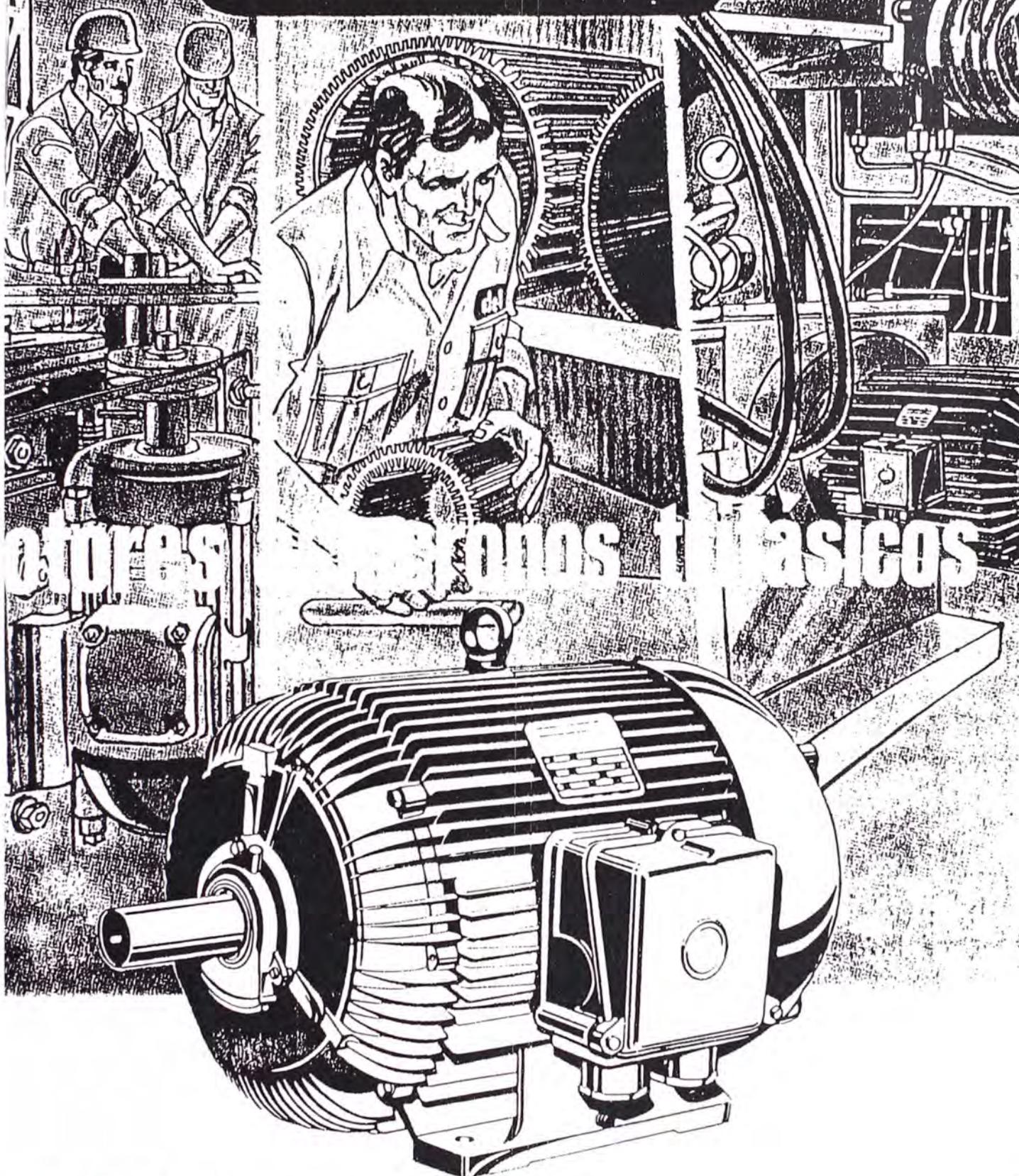
**Horizontal  
 Open Enclosures – Type CG / CGII**

AC Squirrel-Cage Induction  
 1.0 Service Factor  
 80 Deg. C Rise by Resistance  
 40 Deg. C Ambient

**460 Volt - 60 Hertz**

Typical Data – Not Guaranteed																
HP	RPM	VOLT	FRAME	FLRPM	FLA	NLA	LRA	EFF			PF			FLT (ft.lb.)	LRT (ft.lb.)	BDT (ft.lb.)
								100%	75%	50%	100%	75%	50%			
200	3600	460	508	3570	222.0	59.0	1440	94.7	95.1	95.0	89.1	87.2	81.4	295	236	635
200	1800	460	508	1780	233.0	81.0	1510	94.5	94.7	94.2	85.0	81.7	73.4	590	445	1425
200	1200	460	508	1180	237.0	75.0	1540	93.8	94.5	94.6	84.3	81.9	74.5	890	850	1780
200	900	460	508	884	250.9	92.0	1189	93.3	94.2	94.5	80.0	76.6	67.5	1189	1097	2219
250	3600	460	508	3565	277.0	67.0	1700	94.5	95.0	95.0	89.4	88.1	83.3	369	260	740
250	1800	460	508	1780	288.0	93.0	1870	95.0	95.3	95.1	85.6	82.8	75.2	738	555	1750
250	1200	460	508	1180	299.0	102.0	1940	94.0	94.6	94.7	83.3	80.4	72.3	1113	1110	2225
250	900	460	508	883	308.7	103.1	1431	93.4	94.4	94.8	81.2	78.6	70.5	1487	1358	2662
300	3600	460	508	3570	325.0	70.0	2110	95.1	95.7	95.9	90.9	89.8	85.8	442	355	995
300	1800	460	508	1775	351.0	108.0	2250	94.7	95.1	94.9	84.5	82.4	75.4	888	650	1850
300	1200	460	508	1180	349.0	104.0	2265	94.3	95.0	95.2	85.3	83.3	76.6	1335	1335	2670
300	900	460	508	886	374.1	148.0	2128	94.1	94.7	94.9	79.8	75.6	65.4	1778	2132	3978
350	3600	460	508	3565	382.0	80.5	2400	94.8	95.4	95.7	90.5	89.6	85.7	516	362	1085
350	1800	460	508	1780	417.0	156.0	2710	95.0	95.3	95.0	82.7	79.0	69.7	1033	878	2420
350	1200	460	508	1180	404.0	113.0	2625	94.4	95.3	95.5	85.9	84.2	78.0	1558	1710	3115
350	900	460	5010	886	436.1	171.6	2490	94.1	94.8	95.0	79.8	75.6	65.6	2074	2545	4664
400	3600	460	508	3570	429.0	82.0	2785	95.3	95.9	96.2	91.6	90.9	87.7	589	470	1310
400	1800	460	508	1780	497.0	207.0	3110	94.7	95.1	94.9	79.6	75.2	64.9	1181	945	2620
400	1200	460	508	1180	471.0	140.0	2875	94.0	94.8	95.2	84.6	82.7	75.8	1780	1690	3470
400	900	460	5010	885	489.9	179.7	2772	94.3	95.0	95.3	81.1	77.5	68.3	2372	2874	5183
450	3600	460	508	3565	484.0	92.5	3146	95.1	95.7	96.1	91.5	90.8	87.6	663	500	1390
450	1800	460	508	1775	510.0	131.0	3300	94.9	95.5	95.6	87.0	85.7	80.3	1331	1085	2795
450	1200	460	5010	1180	512.0	132.0	3328	94.7	95.5	95.9	86.9	85.5	80.2	2003	2300	4085
450	900	460	5010	887	551.9	210.3	3405	94.4	95.1	95.3	80.9	76.9	67.1	2666	3508	6212
500	3600	460	508	3565	533.0	81.0	3305	95.0	95.8	96.3	92.5	92.5	90.5	737	555	1475
500	1800	460	508	1780	572.0	178.0	3715	95.3	95.7	95.6	85.9	83.4	76.2	1476	1325	3485
500	1200	460	5010	1180	580.0	169.0	3770	94.2	94.7	94.8	85.7	83.7	77.2	2225	2780	4520
500	900	460	588	890	611.0	211.0	3950	94.6	95.0	95.3	81.0	78.3	70.1	2950	2655	6260
600	3600	460	508	3565	645.0	111.0	4135	94.8	95.6	96.1	91.9	91.6	89.0	884	710	1835
600	1800	460	508	1780	698.0	209.0	4200	95.0	95.3	95.1	84.7	82.6	76.0	1770	1415	3685
600	1200	460	5010	1180	703.0	209.0	4565	94.1	94.7	94.6	85.0	83.0	76.3	2670	3330	5340
600	900	460	588	885	737.0	255.0	4740	94.1	94.5	94.2	81.0	78.3	70.3	3560	3560	7940
700	3600	460	508	3565	746.0	126.0	4845	95.3	96.0	96.5	92.2	91.9	89.4	1031	825	2215
700	1800	460	5010	1775	800.0	207.0	4800	94.8	95.3	95.3	86.4	85.3	80.2	2071	1550	4040
700	1200	460	588	1180	832.0	229.0	5240	94.2	94.8	94.8	83.6	82.0	76.0	3115	3900	6250
700	900	460	5810	890	841.0	281.0	5300	94.5	94.8	94.5	82.5	79.9	72.1	4130	4700	9950
800	3600	460	5010	3560	913.0	266.0	5480	95.4	95.7	95.6	86.0	83.9	77.3	1180	770	2410
800	1800	460	5010	1775	924.0	251.0	5545	95.0	95.5	95.5	85.3	83.9	78.2	2367	1890	4735
800	1200	460	588	1180	918.0	247.0	5780	94.6	95.0	94.9	86.3	84.8	79.2	3560	3800	7990
800	900	460	5810	890	971.0	326.0	6115	94.3	94.7	94.4	81.8	79.3	71.5	4720	4720	10950

# delcrosa



empresas industriales y basicas

## SERIE NU

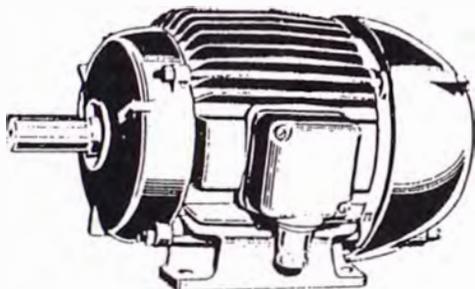
Construcción cerrada  
Ventilación exterior  
Rotor de jaula de ardilla

# MOTORES ASINCRONOS TRIFASICOS

CONSTRUCCION CERRADA  
VENTILACION EXTERIOR  
ROTOR DE JAULA DE ARDILLA

Serie NV

TAMAÑOS 71: 315



NV71-B3

## NORMAS

Los motores de la serie NV, ilustrados en este catálogo, son fabricados según las normas peruanas del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC) No. 370.008 para las formas constructivas B3, B5 y derivadas de éstas.

A su vez, las dimensiones y potencias indicadas en las normas ITINTEC, corresponden a las prescripciones de las normas internacionales IEC y las relaciones entre dimensiones y potencias corresponden a las resoluciones tomadas por los países del Mercado Común Europeo (M.E.C), y por consiguiente, están de acuerdo con la más reciente normalización.

Por lo tanto, los motores fabricados por los países del MEC y aún por los que no pertenecen al mismo, pero que estén de acuerdo con la normalización mencionada, encuentran siempre en la serie NV, su correspondiente de igual potencia y dimensiones.

Las características de funcionamiento responden a las normas ITINTEC No. 370.007, para máquinas eléctricas rotativas con aislamiento en clase "E" (120 C).

## PROTECCION

Los motores de los tipos NV 71 al NV 160, se fabrican con protección P33 según las definiciones de las normas ITINTEC No. 370.055, que corresponde a una protección IP65 según las normas IEC publicación 144 (1963).

Para los motores de los tipos NV 180 al NV 315, la protección es P34 según las definiciones de las normas ITINTEC No. 370.005 que corresponde según IEC publicación 144 (1963) a una protección IP45 para carcasa y escudos e IP65 para la caja de bornes.

## DETALLES CONSTRUCTIVOS

Las carcasas y escudos de los tamaños 71-315 son de fierro fundido.

La ventilación exterior es realizada con un ventilador de aluminio colocado en el eje, en la extremidad opuesta al acoplamiento y protegido por una cubierta de aluminio (Protección P20 según ITINTEC No. 370.005).

Los rotores son de una jaula de ranuras profundas o de doble jaula, equilibrados dinámicamente.

Para aumentar la protección contra la humedad y sobrecargas, el arrollamiento estatórico es provisto con aislamiento en clase "B" (140 C).

## FORMAS CONSTRUCTIVAS

Los motores son construidos en las siguientes formas:

DESCRIPCION	TAMAÑO	
Con Patas	B3	71-315
	B6-B7-B8-V5*-V6	71-225
Con Brida (Huecos pasantes)	B5 - V3	71-225
	V1*	71-315
Con patas y brida (Huecos pasantes)	B3/B5 V1/V5* - V3/V6	71-315

(\*) La cubierta superior de protección contra el goteo, en los motores con formas constructivas V1, V5 y V1/V5, es suministrada sólo a pedido. Ver página correspondiente a formas constructivas.

## RODAMIENTOS

Para los tipos NV 71 al NV 160 los rodamientos son rígidos a bolas, sellados y previstos para una duración de por lo menos 20,000 horas de trabajo.

Para los tipos NV 180 al NV 315, los rodamientos son de rodillos cilíndricos en el lado del acoplamiento y rígidos a bolas en el lado opuesto, en ambos casos con engrasadores tipo TECALEMIT y dispositivo de descarga de la grasa y previstos para una duración de 25,000 horas de trabajo.

## CAJA DE CONEXIONES

La caja de conexiones se encuentra normalmente a la derecha de la carcasa mirando del lado del eje. A pedido, podemos suministrar todos los tipos con la caja de conexiones situada a la izquierda. La caja de conexiones está protegida por una tapa de aluminio hermética al polvo, (protección P34), provista de pasacables para la entrada de los cables de alimentación y orientable en cuatro direcciones a 90° entre ellas.

Para los tamaños 71: 132 la fabricación prevé normalmente un solo pasacable, mientras para los tamaños 160: 315 los pasacables son siempre dos, para permitir el arranque estrella triángulo.

Normalmente nuestros motores tienen terminales libres, marcados adecuadamente con cintas numeradas, y son nueve hasta el tipo NV 112 con conexiones estrella doble paralelo para 220 V., y estrella serie para 440 V.

A partir del tipo NV 132 los terminales son doce, los que permitirán conexiones en triángulo doble paralelo para 220 V., en estrella doble paralelo para 380 V., y en triángulo serie para 440 V., todas ellas para arranques directos o estrella triángulo para las tensiones de 220 y 440 V.

En la parte interior de la tapa se encontrará siempre un diagrama con todas las conexiones posibles a lograrse con los terminales. Asimismo, en la cartilla de servicio que se proporciona con cada motor se repite dicho diagrama.

También a pedido, podemos suministrar los motores con tablero de seis bornes en lugar de los terminales libres, lo que permitirá utilizar normalmente las siguientes tensiones:

- 220/380 V., para arranque directo en las dos tensiones, o en estrella/triángulo para 220 V., o
- 380 V., para arranque directo o estrella/triángulo, o también
- 400 V., para arranque directo o estrella/triángulo.

Los terminales en este caso están marcados con letras.

## POTENCIA

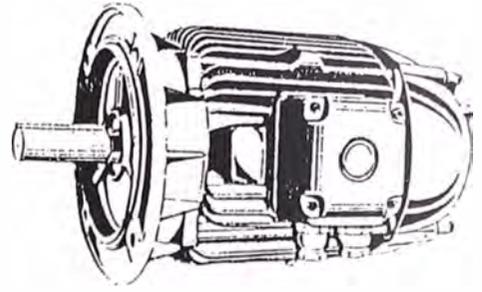
Las potencias indicadas son para servicio continuo, hasta 1,000 msnm., a una temperatura ambiente máxima de 40°C y a la tensión y frecuencia nominales.

También son válidas con variación combinada de tensión y frecuencia de: 5%.

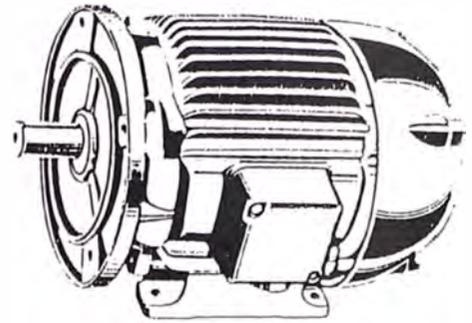
## TENSION

Los motores pueden ser bobinados para tensiones comprendidas entre 220 V. y 600 V. Para tensiones de alimentación de 440 V. a 600 V., los arrollamientos de los motores con potencia inferior a 2 HP., pueden ser conectados solamente en estrella.

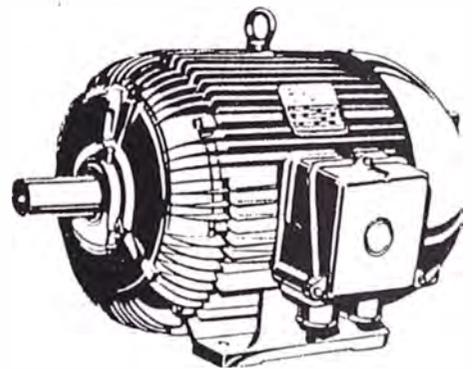
Las tensiones normales de suministro son: 220 V., 380 V. y 440 V.



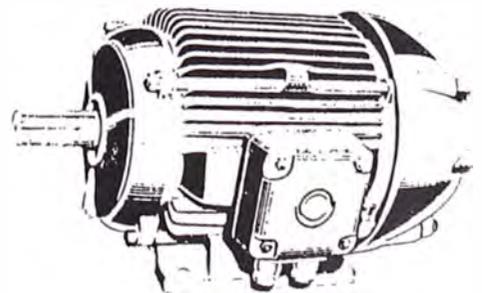
NV 160-B5



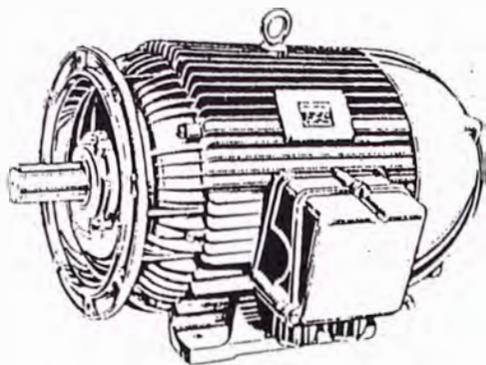
NV 90-B3/B5



NV 315 B3



NV 132-B3



NV 315-B3/B5

## MOTORES ASINCRONOS TRIFASICOS

CONSTRUCCION CERRADA  
VENTILACION EXTERIOR  
ROTOR DE JAULÀ DE ARDILLA

### BORNES PARA PUESTA A TIERRA

Los motores de los tipos NV 71 al NV 160, tienen un borne de tierra y se encuentra en la caja de conexiones, mientras que los tipos NV 180 al NV 315, tienen dos, uno en la caja de conexiones y el otro en la carcasa.

### FABRICACIONES ESPECIALES

- a) Serie NVD. — Motores de doble polaridad (2 velocidades) con un solo arrollamiento para 2/4 polos y 4/8 polos.
- b) Serie NVDA. — Motores de doble polaridad (2 velocidades) con doble arrollamiento para 4/6 polos y 6/8 polos.
- c) Serie NVDB. — Motores de triple polaridad (3 velocidades) con dos arrollamientos para 4/6/8 polos.

### NORMAS PARA EL PEDIDO

Para pedidos de motores normales según el presente catálogo, es necesario indicar:

- 1) Tipo y potencia
- 2) Forma constructiva
- 3) Tensión y frecuencia de alimentación
- 4) Tipo de arranque
- 5) Tipo de acoplamiento (directo o con fajas)

Para cualquier variante especial, como por ejemplo: doble extremidad del eje, acoplamiento directo mediante cople rígido, posición de la caja de bornes diferente a la normal, temperatura ambiente superior a 40°C, altura de trabajo mayor de 1,000 metros sobre el nivel del mar, características especiales de carga, etc., es necesario un acuerdo previo con nuestro departamento técnico.

Para los casos de ejes especiales y/o acoplamientos directos a través de bridas especiales, es indispensable la presentación por parte del cliente de los dibujos completos de las piezas.

De todos modos nos reservamos el derecho de aceptar los trabajos, hasta después del examen de los dibujos que nos sean enviados, también dependiendo del número de piezas iguales pedidas.



CONSTRUCCIONES ELECTROMECANICAS **delcrosa** s. a.



Av. Argentina 1509 al 1549 Apartado 4R Teléfonos 31 0677 31 1806 Cables delcrosa Télex 25665 PE — LIMA - PERU

**MOTORES  
ASINCRONOS  
TRIFASICOS**

N V



CONSTRUCCION CERRADA  
VENTILACION EXTERIOR  
ROTOR DE JAULA DE ARDILLA

CARACTERISTICAS a 60 c/S

2 POLOS

POTENCIA		RPM 1/1 carga	T I P O	Rendi- miento o/o	Cosfi	PD2 rotor kgm2	Peso motor forma B3 kg
HP	KW						
0,6	0,44	3380	NV 71 a 2	70	0,80	0,0022	9,5
0,9	0,66	3400	NV 71 b 2	74	0,82	0,0025	10,5
1,2	0,88	3440	NV 80 a 2	75	0,80	0,0048	14,5
1,8	1,3	3440	NV 80 b 2	76	0,82	0,0056	15
2,4	1,8	3450	*NV 90 La 2	78	0,84	0,010	21,5
3,6	2,7	3480	NV 90 L 2	82	0,85	0,012	24
4,8	3,6	3480	NV 100 L 2	82	0,85	0,017	30,5
6,6	4,8	3430	NV 112 M 2	83	0,85	0,028	42,5
9	6,6	3450	NV 132 Sa 2	84	0,85	0,055	60
12	8,9	3460	NV 132 S 2	84	0,85	0,064	64
15	11	3470	*NV 132 M 2	84,5	0,86	0,075	74
18	13,2	3480	NV 160 Ma 2	85	0,88	0,175	103
24	18	3490	NV 160 M 2	86	0,90	0,236	122
30	22,2	3520	NV 160 L 2	87,5	0,91	0,275	133
36	27	3530	NV 180 M 2	88	0,91	0,320	170
48	36	3540	NV 200 La 2	88	0,91	0,720	250
60	44,4	3540	NV 200 L 2	88	0,91	0,820	267
70	51,5	3540	NV 225 M 2	88	0,91	1,30	349
90	66	3540	NV 250 cM 2	89	0,91	1,95	470
125	92	3540	NV 280 S 2	90	0,91	3,40	625
150	108	3540	NV 280 M 2	91	0,91	4,0	702
180	132	3540	NV 315 S 2	92	} 0,91	6,0	858
220	162	3540	NV 315 M 2	92,5		7,0	966
260	190	3550	*NV 315 Lr 2	93	0,91	7,1	1000
310	230	3550	*NV 315 L 2	93,5	0,91	8	1080

\* No comprendidos en la normalización ITINTEC.

CARACTERISTICAS a 60 c/S



4 POLOS

POTENCIA		RPM 1/1 carga	T I P O	Rendi- miento o/o	Cosfi	PD2 rotor kgm <sup>2</sup>	Peso motor forma B3 kg
HP	KW						
0,4	0,30	1660	NV 71 a 4	66,5	0,70	0,0035	9,5
0,6	0,44	1670	NV 71 b 4	71	0,72	0,0041	10
0,9	0,66	1690	NV 80 a 4	73	0,73	0,0078	13,5
1,2	0,88	1700	NV 80 b 4	75	0,75	0,0094	15,5
1,8	1,3	1710	*NV 90 La 4	77	0,78	0,018	21,5
2,4	1,8	1720	NV 90 L 4	79	0,78	0,022	24
3,6	2,7	1730	NV 100 La 4	80	0,80	0,024	30
4,8	3,6	1740	NV 100 L 4	81	0,81	0,030	33,5
6,6	4,8	1740	NV 112 M 4	83	0,82	0,060	45
9	6,6	1740	NV 132 S. 4	84	0,83	0,131	61,5
12	8,9	1745	NV 132 M 4	85	0,84	0,158	72
18	13,2	1745	NV 160 M 4	87	0,84	0,31	112
24	18	1745	NV 160 L 4	88,5	0,85	0,39	129
30	22,2	1750	NV 180 M 4	89	0,86	0,55	161
36	27	1750	NV 180 L 4	89	0,86	0,66	202
48	36	1760	NV 200 L 4	90	0,86	1,3	275
60	44,4	1760	NV 225 cS 4	90,5	0,86	2	341
70	51,5	1760	NV 225 cM 4	91	0,86	2,2	364
90	66	1765	NV 250 M 4	91,5	0,86	3,4	487
125	92	1765	NV 280 S 4	92		6,7	696
150	108	1765	NV 280 M 4	92	0,86	7,7	775
180	132	1765	NV 315 S 4	92,5	0,86	12	962
220	162	1765	NV 315 M 4	93	0,86	14	1074
260	190	1775	*NV 315 Lr 4	93,5	0,88	14,1	1090
310	230	1775	*NV 315 L 4	94	0,88	15,7	1160

\* No comprendidos en la normalización ITINTEC.

✓ CARACTERISTICAS a 60 c/S

NV



6 POLOS

POTENCIA		RPM 1/1 carga	T I P O	Rendi- miento o/o	Cosfi	PD2 rotor kgm <sup>2</sup>	Peso motor forma B3 kg
HP	KW						
0,23	0,17	1110	*NV 71 a 6	51	0,64	0,0035	9,5
0,3	0,22	1120	*NV 71 b 6	57	0,65	0,0041	10,5
0,6	0,44	1130	NV 80 a 6	68	0,63	0,0081	13
0,9	0,66	1130	NV 80 b 6	72	0,70	0,011	15
1,2	0,88	1140	*NV 90 La 6	75	0,71	0,022	21
1,8	1,3	1145	NV 90 L 6	75	0,72	0,026	24
2,4	1,8	1145	NV 100 L 6	78	0,72	0,039	30
3,6	2,7	1145	NV 112 M 6	81	0,75	0,058	41
4,8	3,6	1150	NV 132 S 6	82,5	0,76	0,115	57,5
6,6	4,8	1150	NV 132 Ma 6	83	0,77	0,164	72
9	6,6	1155	NV 132 M 6	83	0,78	0,19	76,5
12	8,9	1155	NV 160 M 6	85	0,80	0,41	111
18	13,2	1160	NV 160 L 6	87	0,80	0,58	138
24	17,8	1170	NV 180 L 6	89	0,82	0,92	190
➔ 30	22,2	1170	NV 200 La 6	89,5	0,82	1,4	250
36	27	1170	NV 200 L 6	90	0,82	1,7	268
48	36	1175	NV 225 cM 6	90,5	0,82	2,9	345
60	44,4	1175	NV 250 M 6	91	0,82	5,4	523
70	51,5	1175	NV 280 S 6	91,5	0,82	7,5	632
90	66	1175	NV 280 M 6	91,5	0,82	8,8	708
125	92	1180	NV 315 S 6	92	0,82	16	952
150	108	1180	NV 315 M 6	92	0,83	18	1062
180	132	1180	*NV 315 Lr 6	92,5	0,83	18	1080
220	162	1180	*NV 315 L 6	93	0,84	20	1150

\* No comprendidos en la normalización ITINTEC.

# P Base Motors (HP and HPH type)

## Standard Efficiency



HP	kW	NEMA Frame	Rated Speed rpm	Full Load Current In A		Locked Rotor Current kVA Code	Full Load Torque lb-ft	Locked Rotor Torque H/In	Break-Down Torque lb-ft	Efficiency %			Power Factor Cos φ			Service Factor SF	Moment of Inertia I <sub>L</sub> lb-ft <sup>2</sup>	Allowed Rotor Time (s)	Approx. Weight lb
				At 230V	At 460V					% of full load									
				50	75	100	50	75	100										
1	0.75	143 HP	1720	3.2	1.3	J	3.01	2.7	1.0	67.0	75.6	77.0	0.55	0.65	0.75	1.15	0.07007	6/11	31
1.5	1.1	143 HP	1440	4.2	1.7	H	2.25	2.4	2.7	70.0	76.4	78.2	0.78	0.82	0.84	1.15	0.04247	8/18	37
		145 HP	1710	4.8	1.9	J	4.54	2.5	2.7	72.6	76.5	78.5	0.53	0.63	0.75	1.15	0.07007	7/16	37
2	1.5	145 HP	1460	6.0	2.4	H	2.99	2.2	2.1	71.5	77.0	79.1	0.67	0.75	0.70	1.15	0.04247	7/16	41
		145 HP	1720	6.3	2.5	J	6.02	3.0	3.0	73.2	77.4	79.5	0.58	0.69	0.75	1.15	0.10654	6/13	44
		#145 HP	1440	8.8	3.5	L	4.42	2.3	3.0	74.5	78.5	80.5	0.70	0.76	0.78	1.15	0.06890	6/11	75
3	2.2	182 HP	3510	8.8	3.5	L	4.42	2.3	3.0	74.5	78.5	80.5	0.70	0.76	0.70	1.15	0.09017	6/13	76
		182 HP	1750	8.6	3.4	K	8.07	2.6	2.9	75.1	78.2	81.0	0.65	0.74	0.83	1.15	0.27740	6/13	64
		182 HP	1460	6.3	2.5	H	7.40	2.2	2.7	74.0	80.6	82.5	0.76	0.81	0.81	1.15	0.17536	8/18	84
5	3.7	184 HP	1460	6.3	2.5	H	7.40	2.2	2.7	74.0	80.6	82.5	0.76	0.81	0.81	1.15	0.17536	8/18	84
		182 HP	1740	14.0	5.6	K	14.0	3.5	3.8	78.3	81.5	82.5	0.67	0.76	0.81	1.15	0.34598	6/13	93
		184 HP	1740	14.0	5.6	K	14.0	3.5	3.0	78.3	81.5	82.5	0.67	0.76	0.81	1.15	0.34598	6/13	93
		#184 HP	3455	19.0	7.6	H	11.2	1.9	2.5	74.0	80.6	84.0	0.80	0.82	0.84	1.15	0.65720	10/15	99
7.5	5.5	213 HP	3455	19.0	7.6	H	11.2	1.9	2.5	74.0	80.6	84.0	0.80	0.82	0.84	1.15	0.46079	6/13	116
		213 HP	1760	20.0	8.0	L	22.0	2.2	3.4	82.2	84.0	85.0	0.66	0.77	0.81	1.15	0.82793	6/11	116
		213 HP	3400	26.0	10.4	K	14.0	1.8	2.6	75.0	81.0	85.0	0.81	0.86	0.88	1.15	0.47291	6/11	132
10	7.5	215 HP	1400	26.0	10.4	K	14.0	1.8	2.6	75.0	81.0	85.0	0.81	0.86	0.88	1.15	0.47293	6/11	132
		213 HP	1760	28.0	11.2	J	29.4	2.1	3.0	80.0	81.8	86.9	0.71	0.75	0.77	1.15	0.96509	6/11	132
		215 HP	1760	28.0	11.2	J	29.4	2.1	3.0	80.0	81.8	86.9	0.71	0.75	0.77	1.15	0.96509	6/11	132
		# 215 HP	3520	36.0	14.4	K	22.0	2.1	2.5	79.2	84.6	86.5	0.85	0.88	0.89	1.15	0.95730	6/13	221
15	11	254 HP	3520	36.0	14.4	K	22.0	2.1	2.5	79.2	84.6	86.5	0.85	0.88	0.89	1.15	1.17202	6/13	227
		254 HP	1760	36.0	14.4	K	44.1	2.0	2.7	85.1	87.2	88.3	0.74	0.83	0.88	1.15	1.45156	6/13	216
		#254 HP	3520	46.0	18.4	K	29.4	2.1	3.0	85.0	88.9	90.0	0.84	0.89	0.92	1.15	1.22185	6/13	251
20	15	256 HP	3520	46.0	18.4	K	29.4	2.1	3.0	85.0	88.9	90.0	0.84	0.89	0.92	1.15	1.22185	6/13	251
		256 HP	1760	40.0	19.2	J	58.8	2.1	2.7	81.2	86.3	88.4	0.68	0.79	0.88	1.15	1.71110	6/11	246
		# 256 HP	3540	60.0	24.0	J	36.5	2.7	2.7	79.7	85.4	88.0	0.83	0.88	0.89	1.15	1.48150	7/16	298
25	18.5	284 HP or HP11	3540	60.0	24.0	J	36.5	2.7	2.7	79.7	85.4	88.0	0.83	0.88	0.89	1.15	2.52463	7/16	306
		284 HP or HP11	1760	60.0	24.0	J	73.5	2.4	2.2	88.4	88.9	89.4	0.79	0.84	0.86	1.15	3.25551	7/16	273
		# 284 HP or HP11	3530	70.0	28.0	J	44.0	3.0	2.7	79.9	85.6	88.5	0.86	0.88	0.90	1.15	2.90906	6/13	368
30	22	286 HP or HP11	3530	70.0	28.0	J	44.0	3.0	2.7	79.9	85.6	88.5	0.86	0.88	0.90	1.15	2.90906	6/13	368
		286 HP or HP11	1765	72.0	28.8	J	88.0	2.8	2.5	88.6	89.3	91.0	0.77	0.81	0.86	1.15	3.57350	8/18	350
		#286 HP or HP11	3560	94.0	37.6	J	58.1	2.9	2.5	85.0	89.5	91.0	0.80	0.85	0.88	1.15	5.24610	6/14	375
40	30	324 HP	3560	94.0	37.6	J	58.1	2.9	2.5	85.0	89.5	91.0	0.80	0.85	0.88	1.15	3.92945	11/24	396
		324 HP	1770	96.0	38.4	K	117	2.5	2.4	88.8	91.0	92.0	0.74	0.82	0.85	1.15	6.00582	8/18	397
		#324 HP	3560	114	45.6	J	72.7	3.2	3.0	89.0	91.1	92.2	0.80	0.85	0.88	1.15	4.54643	8/18	507
50	37	326 HP	3560	114	45.6	J	72.7	3.2	3.0	89.0	91.1	92.2	0.80	0.85	0.88	1.15	4.54643	8/18	507
		326 HP	1770	118	47.2	J	146	2.5	2.5	89.4	91.4	91.5	0.75	0.82	0.85	1.15	6.96689	8/18	540
		#326 HP	3560	138	55.2	J	87.2	2.5	2.5	86.5	90.0	91.0	0.82	0.87	0.90	1.15	7.80650	10/20	800
60	45	364 HP	3560	138	55.2	J	87.2	2.5	2.5	86.5	90.0	91.0	0.82	0.87	0.90	1.15	7.96829	12/26	807
		#326 HP	1770	116	54.4	G	175	2.3	2.6	90.0	91.0	91.0	0.82	0.87	0.89	1.15	7.92590	8/18	595
		364 HP	1775	136	54.4	G	175	2.3	2.6	90.0	91.0	91.0	0.82	0.87	0.89	1.15	15.0780	8/18	727
		#364 HP	3600	168	67.2	J	109	2.8	3.0	89.8	91.3	92.4	0.81	0.87	0.89	1.15	9.56057	10/22	846
75	55	365 HP	3560	168	67.2	J	109	2.8	3.0	89.8	91.3	92.4	0.81	0.87	0.89	1.15	9.56057	10/22	846
		365 HP	1775	170	68.0	J	210	2.2	2.6	89.4	91.5	92.1	0.82	0.86	0.88	1.15	18.6611	8/18	815
100	75	#404 HP or HP11	3560	232	93.0	J	145	2.4	2.8	87.5	89.5	91.7	0.83	0.85	0.87	1.15	11.5550	7/16	977
		405 HP or HP11	1780	236	94.4	K	290	3.0	3.0	89.5	91.0	92.6	0.75	0.82	0.86	1.15	22.5029	6/13	974
125	90	444 HP	3570	204	114	J	181	2.1	2.6	86.2	89.5	91.4	0.82	0.85	0.87	1.15	22.8306	16/15	1421
		444 HP	1780	290	116	J	361	2.2	2.1	90.6	91.2	92.7	0.81	0.85	0.86	1.15	43.8931	12/26	1408
150	110	445 HP	3565	340	136	J	217	2.1	2.6	89.0	91.4	92.2	0.82	0.86	0.88	1.15	25.4620	25/55	149
		445 HP	1785	347	139	J	415	2.3	2.5	90.9	91.4	93.0	0.79	0.84	0.87	1.15	52.9389	11/24	159

# Reduced Frames

The values shown are subject to change without prior notice. To obtain guaranteed values, please contact our nearest sales office.



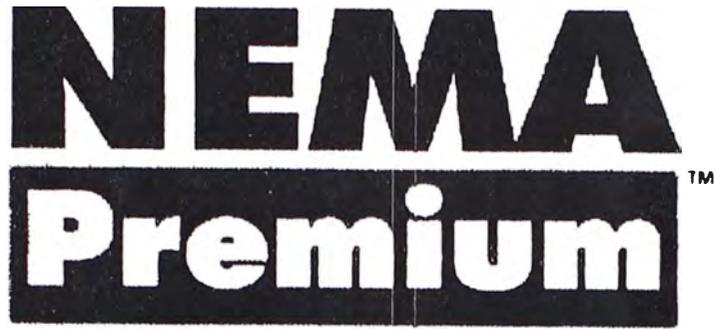
# P Base Motors (HP and HPH type) Design "B"

## Premium Efficiency

NEMA Frame	Rated Speed rpm	Full Load Current		Locked Rotor Current	Full Load Torque	Locked Rotor Torque	Break-Down Torque	Efficiency (%)			Power Factor (cos φ)			Service Factor	Moment of Inertia Wk <sup>2</sup> (U.S.P)	Allowable Locked Rotor Time (Hot/Cold)	Approx. Weight (lb)	
		At 230V	At 575V					% of full load			% of full load							
		A	A					50	75	100	50	75	100					
1 0.25	1431 HP	1750	2.90	1.16	F	2.95	3.6	4.0	77.0	100.0	02.5	0.50	0.70	0.70	1.15	0.00519	13/24	44
1.5 1.1	1431 HP	3400	4.00	1.60	L	2.21	3.0	3.0	75.5	01.5	02.5	0.70	0.00	0.05	1.15	0.04404	15/29	42
2 1.5	145 HP	1750	4.00	1.60	K	4.41	3.4	3.0	00.0	02.5	04.0	0.62	0.24	0.02	1.15	0.10670	10/19	51
	145 HP #	1740	5.25	2.10	J	5.95	2.0	3.2	02.5	05.5	05.5	0.67	0.20	0.04	1.15	0.11366	9/16	51
3 2.2	102 HP	3500	7.00	2.00	K	4.43	2.5	3.5	00.0	01.5	05.5	0.05	0.09	0.91	1.15	0.17370	20/51	90
	102 HP #	1760	7.90	3.15	J	0.02	2.0	3.2	04.0	06.5	07.5	0.70	0.70	0.02	1.15	0.20926	10/33	00
5 3.7	104 HP	3500	11.00	4.70	J	7.19	2.6	3.5	05.5	06.5	07.5	0.07	0.90	0.91	1.15	0.21007	10/19	105
	104 HP #	1750	12.50	5.00	H	14.7	2.1	3.0	05.5	07.5	07.5	0.74	0.02	0.05	1.15	0.33435	13/23	91
7.5 5.5	213 HP	3510	17.50	7.00	H	11.0	2.4	3.0	06.5	00.5	00.5	0.03	0.90	0.91	1.15	0.44040	13/25	110
	213 HP #	1765	10.50	7.40	H	22.0	2.3	2.6	07.5	09.5	09.5	0.72	0.01	0.05	1.15	0.96557	13/24	136
10 7.5	215 HP	3515	23.50	9.40	H	14.7	2.3	3.0	00.5	09.5	09.5	0.05	0.09	0.90	1.15	0.61792	13/24	160
	215 HP #	1765	24.4	9.75	H	29.1	2.5	2.6	00.5	90.2	90.2	0.72	0.01	0.05	1.15	1.23909	11/26	152
15 11	254 HP	3510	33.0	13.5	G	22.1	2.2	3.0	09.5	90.2	90.2	0.00	0.90	0.91	1.15	1.22105	25/40	2
	254 HP #	1765	36.0	14.4	G	44.0	2.5	2.6	09.5	91.0	91.0	0.71	0.02	0.06	1.15	1.71203	14/26	26...
20 15	256 HP	3530	46.1	10.5	G	29.1	2.0	3.0	09.5	90.2	90.2	0.07	0.90	0.91	1.15	1.30179	21/40	270
	256 HP #	1765	40.0	19.2	G	50.6	2.7	2.6	09.5	91.0	91.0	0.73	0.02	0.06	1.15	2.06109	9/16	271
25 10.5	256 HP #	3530	57.5	23.0	G	36.5	2.1	2.9	90.2	91.0	91.0	0.05	0.09	0.90	1.15	1.40150	21/40	270
	204 HP or HP11	3545	57.5	23.0	G	36.5	2.2	2.0	90.2	91.0	91.0	0.05	0.09	0.90	1.15	3.27607	16/31	313
30 22	204 HP or HP11	1765	60.0	24.0	G	71.1	2.3	2.5	91.0	92.4	92.4	0.71	0.01	0.05	1.15	3.57373	16/31	350
	204 HP or HP11 #	3550	67.5	27.0	G	41.7	2.3	2.6	09.5	91.0	91.0	0.06	0.90	0.90	1.15	3.02741	16/11	370
40 30	206 HP or HP11	3550	67.5	27.0	G	41.7	2.3	2.6	09.5	91.0	91.0	0.06	0.90	0.90	1.15	3.02741	16/11	300
	206 HP or HP11	1770	72.5	29.0	G	07.7	2.1	2.3	91.0	92.4	92.4	0.70	0.00	0.04	1.15	4.20709	16/11	376
50 37	206 HP or HP11 #	3550	90.0	36.0	G	50.3	2.2	2.1	90.2	91.7	91.7	0.06	0.09	0.90	1.15	3.69000	27/50	454
	324 HP	3555	90.0	36.0	G	50.3	2.2	2.2	90.2	91.7	91.7	0.07	0.90	0.91	1.15	4.57016	27/50	515
60 45	324 HP #	1775	96.3	30.5	G	116	2.3	2.3	91.7	93.0	93.0	0.71	0.29	0.03	1.15	6.96475	21/40	542
	324 HP #	3555	110	44.0	G	72.0	2.1	2.2	91.0	92.4	92.4	0.00	0.90	0.91	1.15	4.07627	24/45	519
75 55	326 HP	3555	110	44.0	G	72.0	2.1	2.2	91.0	92.4	92.4	0.00	0.90	0.91	1.15	4.07627	24/45	549
	326 HP #	1775	120	40.0	G	145	2.4	2.3	92.4	93.6	93.6	0.70	0.70	0.03	1.15	7.92144	20/30	595
100 75	326 HP #	3555	135	54.0	G	07.4	2.0	2.1	91.0	92.5	93.0	0.00	0.07	0.91	1.15	5.21150	19/35	504
	364 HP	3560	135	54.0	G	07.2	2.0	2.1	91.0	92.5	93.0	0.00	0.07	0.91	1.15	9.29717	21/29	007
125 90	364 HP #	1775	145	50.0	G	175	2.3	2.3	92.4	1.6	93.6	0.70	0.70	0.03	1.15	7.92590	14/26	853
	364 HP #	1775	137	54.0	G	175	2.2	2.3	92.4	1.6	93.6	0.02	0.06	0.07	1.15	18.7002	14/26	853
150 110	364 HP #	3560	161	65.0	G	109	2.0	2.1	91.0	93.0	93.0	0.00	0.00	0.91	1.15	10.4307	13/24	915
	365 HP	3560	161	65.0	G	109	2.0	2.1	91.0	93.0	93.0	0.00	0.00	0.91	1.15	10.4307	13/24	915
200 150	365 HP #	1775	169	67.4	G	210	2.3	2.4	91.0	94.1	94.1	0.02	0.06	0.07	1.15	20.3622	10/13	1
	404 HP or HP11	3560	220	00.0	G	145	2.0	2.6	91.7	93.6	93.6	0.01	0.09	0.91	1.15	14.7434	9/16	1206
250 200	405 HP or HP11	3560	220	00.0	G	145	2.0	2.6	91.7	93.6	93.6	0.01	0.09	0.91	1.15	14.7434	9/16	1206
	405 HP or HP11	1775	225	90.0	G	291	2.1	2.4	93.6	94.5	94.5	0.02	0.06	0.07	1.15	26.5166	11/21	1117
300 250	444 HP	3560	263	105	G	101	2.0	2.5	91.7	93.0	94.5	0.04	0.90	0.91	1.15	26.4326	20/30	1625
	444 HP #	1700	200	112	G	363	2.0	2.2	93.6	94.5	94.5	0.01	0.05	0.06	1.15	45.7870	10/13	1470
350 300	445 HP	3570	323	129	G	217	2.0	2.5	92.4	94.1	94.5	0.04	0.90	0.91	1.15	29.6314	31/59	1609
	445 HP #	1700	310	135	G	416	2.2	2.2	91.1	95.0	95.0	0.01	0.05	0.06	1.15	54.7490	20/30	1664

### # Reduced Frames

The values shown are subject to change without prior notice. To obtain guaranteed values, please contact our nearest sales office.



***PRODUCT SCOPE AND NOMINAL EFFICIENCY LEVELS***

The NEMA Premium™ efficiency electric motor program scope is single-speed, polyphase, 1-500 horsepower, 2, 4, and 6 pole, squirrel cage induction motors, NEMA Design A or B, continuous rated. Products must meet or exceed the nominal energy efficiency levels presented below:

**Table I  
Nominal Efficiencies For "NEMA Premium™" Induction Motors  
Rated 600 Volts Or Less (Random Wound)**

HP	Open Drip-Proof			Totally Enclosed Fan-Cooled		
	6-pole	4-pole	2-pole	6-pole	4-pole	2-pole
1	82.5	85.5	77.0*	82.5	85.5	77.0
1.5	86.5	86.5	84.0	87.5	86.5	84.0
2	87.5	86.5	85.5	88.5	86.5	85.5
3	88.5	89.5	85.5	89.5	89.5	86.5
5	89.5	89.5	86.5	89.5	89.5	88.5
7.5	90.2	91.0	88.5	91.0	91.7	89.5
10	91.7	91.7	89.5	91.0	91.7	90.2
15	91.7	93.0	90.2	91.7	92.4	91.0
20	92.4	93.0	91.0	91.7	93.0	91.0
25	93.0	93.6	91.7	93.0	93.6	91.7
30	93.6	94.1	91.7	93.0	93.6	91.7
40	94.1	94.1	92.4	94.1	94.1	92.4
50	94.1	94.5	93.0	94.1	94.5	93.0
60	94.5	95.0	93.6	94.5	95.0	93.6
75	94.5	95.0	93.6	94.5	95.4	93.6
100	95.0	95.4	93.6	95.0	95.4	94.1
125	95.0	95.4	94.1	95.0	95.4	95.0

**Table 1  
Nominal Efficiencies For "NEMA Premium™" Induction Motors  
Rated 600 Volts Or Less (Random Wound)**

	Open Drip-Proof			Totally Enclosed Fan-Cooled		
150	95.4	95.8	94.1	95.8	95.8	95.0
200	95.4	95.8	95.0	95.8	96.2	95.4
250	95.4	95.8	95.0	95.8	96.2	95.8
300	95.4	95.8	95.4	95.8	96.2	95.8
350	95.4	95.8	95.4	95.8	96.2	95.8
400	95.8	95.8	95.8	95.8	96.2	95.8
450	96.2	96.2	95.8	95.8	96.2	95.8
500	96.2	96.2	95.8	95.8	96.2	95.8

**Table 2**

<b>Nominal Efficiencies For "NEMA Premium™" Induction Motors Rated Medium Volts 5kV or Less (Form Wound)</b>						
HP	Open Drip-Proof			Totally Enclosed Fan-Cooled		
	6-pole	4-pole	2-pole	6-pole	4-pole	2-pole
250	95.0	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0
300	95.0	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0
350	95.0	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0
400	95.0	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0
450	95.0	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0
500	95.0	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0

For more information about the NEMA Premium™ efficiency electric motor program, go to [www.nema.org/premiummotors](http://www.nema.org/premiummotors).