

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ESTUDIO DE AUDITORIA ENERGETICA PARA UNA
ENTIDAD DEL SECTOR PUBLICO**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

ANDRES ELEUTERIO BEDON CASTRO

**PROMOCIÓN
1997 - II**

**LIMA – PERÚ
2005**

**ESTUDIO DE AUDITORIA ENERGETICA PARA UNA ENTIDAD DEL
SECTOR PUBLICO**

***Dedico este trabajo a:
Mi madre, inspiración plena de lucha y
sacrificio,
Marleni, compañera para toda la vida que me
enseña a apreciar el presente,
Katia, Valeria y Andrés, los frutos que me dan
alegría y por quienes debo pensar en el futuro.***

SUMARIO

En el presente trabajo se realiza un estudio de auditoria energética, que consiste en la recolección de datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía con el propósito de identificar problemas de pérdidas en una instalación, se analizan las posibilidades de ahorro de energía y la cuantificación de las mismas, con la finalidad de evaluar las alternativas de solución y determinar la oportunidad de ejecutarlas.

Auditoria energética, con este título se resume la evaluación del funcionamiento del Sistema Eléctrico del Edificio sede del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, orientado a revelar las deficiencias de las instalaciones y del funcionamiento, así como proponer acciones conducentes a lograr la máxima eficiencia en la utilización de la energía eléctrica.

La mejor utilización de la energía, acompañada de los cálculos de márgenes de ahorro en el pago mensual por consumo y la determinación del tiempo de recuperación de las inversiones necesarias son materia del presente informe.

Las recomendaciones propuestas permitirán:

- Una reducción de pagos por consumo de energía eléctrica.

- Una eficiente utilización de la energía.
- Disminuir la vulnerabilidad, aumento de los niveles de seguridad y protección de usuarios.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPITULO I

JUSTIFICACION Y ALCANCES

1.1.- Generalidades	4
1.2.- Objetivo	6
1.3.- Alcances	6

CAPITULO II

DESCRIPCION

2.1.- Antecedentes	8
2.2.- Ubicación	8
2.3.- Régimen de trabajo	8
2.4.- Descripción de las Instalaciones Eléctricas	8
2.5.- Fuentes de suministro	10
2.5.1.- Suministro de energía	10
2.5.2.- Consumo de energía eléctrica activa anual	11
2.5.3.- Consumo de energía eléctrica reactiva anual	12
2.5.4.- Consumo de energía eléctrica total anual	13
2.6.- Estado físico de las instalaciones eléctricas	13

2.6.1.- Tablero general	14
2.6.2.- Montantes	20
2.6.3.- Tableros de distribución	24
2.6.4.- Instalaciones de alumbrado	25
2.6.5.- Equipos	26
2.7.- Protección y seguridad	31
2.7.1.- Puestas a tierra	32
CAPITULO III	
ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	
3.1.- Resultado de las mediciones en puntos seleccionados	35
3.1.1.- Análisis de las mediciones de tensión	37
3.1.2.- Análisis de las mediciones de la intensidad de corriente	41
3.1.3.- Análisis de las mediciones del consumo de potencia activa	45
- Máxima demanda	
3.1.4.- Análisis de las mediciones del consumo de potencia reactiva	49
- Potencias reactivas de compensación	
3.1.5.- Análisis de las mediciones del nivel de factor de potencia	52
- Evaluación de la variación del factor de potencia	
3.1.6.- Análisis de las mediciones de la variación de la frecuencia	53
- Evaluación de la variación de la frecuencia	
3.1.7.- Análisis de las mediciones del consumo de energía activa	55
- Consumo de energía	
3.1.8.- Análisis de las mediciones del consumo de energía reactiva	56
- Consumo de energía reactiva	
3.1.9.- Análisis e mediciones de armónicos de onda de tensión	57

- Interpretación de la distorsión de la onda de tensión	
3.1.10- Análisis de mediciones de armónicos de onda de corriente	57
- Interpretación de la distorsión de la onda de corriente	
3.2.- Análisis de cargas	59
3.2.1.- Determinación de la calificación eléctrica	59
3.3.- Balance de energía y potencia	60
3.4.- Evaluación de la tarifa eléctrica	60
3.5.- Corrección del factor de potencia	61
CAPITULO IV	
CALIDAD DE LA ENERGÍA	
4.1.- Evaluación del porcentaje de variación de tensión	64
4.2.- Evaluación del porcentaje de variación de la frecuencia	65
4.3.- Evaluación del porcentaje de distorsión de la onda de tensión	66
4.4.- Evaluación del porcentaje de distorsión de la onda de corriente	67
CAPITULO V	
GESTIÓN ENERGÉTICA	
5.1.- Cambio tarifario	69
5.2.- Dimensionamiento de condensadores de compensación	71
5.3.- Márgenes de ahorro	75
CAPITULO VI	
EVALUACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EXISTENTE	87
CAPITULO VII	
ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO	120
CONCLUSIONES	

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

PRÓLOGO

Las condiciones actuales del mercado cada vez más exigente, obliga a las empresas del estado, en particular, y al empresariado privado en general, a tomar medidas orientadas a reducir costos operativos y ser más competitivos tanto a nivel nacional como internacional. Esta es una de las metas trazadas por el gobierno, quien ha dado una norma a través de la PCM, para coadyuvar al logro de estos objetivos con el ahorro y uso eficiente de la energía por parte de dichas empresas estatales, aplicable también a la administración pública en general.

La eficiencia energética es la opción más viable, que tiene como campos básicos de aplicación, **la conservación de la energía y la administración de la demanda.**

La conservación de la energía, consiste en efectuar acciones a fin de *reducir* el consumo de energía (kWh) y por ende la facturación mediante el uso racional (ahorro) de la energía en todos los sectores productivos o agentes de consumo y **la administración de la demanda**, contempla acciones sobre la energía y potencia eléctrica, a fin de reducir la máxima demanda (kW) en horas de punta, con el objetivo de desplazar inversiones de proyectos de nuevas centrales eléctricas destinadas a operar en horas de punta.

Por otro lado, de conformidad con lo establecido en la Ley No. 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento, aprobado por D.S. No. 009-93-EM y sus modificatorias; se fijan las opciones tarifarias y las condiciones de aplicación de las mismas a clientes finales, otorgando la oportunidad al usuario de elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias, sea en Baja Tensión (220 voltios) o Media Tensión (10,000 voltios), de acuerdo a sus características de operación; las mismas que, obligatoriamente deberán ser aceptadas por las empresas distribuidoras.

Desde hace mas de siete años, se viene ejecutando estudios e implementación de proyectos de cambio de nivel de tensión de 220 voltios a 10,000 voltios en diferentes sectores de producción e instituciones de servicios del país, con ahorros significativos, reduciéndose los gastos por consumo de energía eléctrica en aproximadamente 30 a 40%, aplicando para ello metodologías técnicas adecuadas, y suministro de equipos técnica y económicamente eficientes, logrando de esa manera, importantes resultados en términos de ahorro de energía y reducción de costos operativos.

Bajo este contexto, se realizó para el **Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR**, el presente **Estudio de Auditoria Energética**, lo que les permitirá aumentar la eficiencia y lograr beneficios económicos en las instalaciones eléctricas de su edificio principal en Lima, elaborados a partir del trabajo de campo realizados y la información económica de consumos energéticos proporcionada por la empresa concesionaria, lo que

les permitirá aumentar la eficiencia y lograr beneficios económicos en sus instalaciones eléctricas, en la medida de su pronta implementación.

CAPITULO I JUSTIFICACION Y ALCANCES

El desarrollo de las labores del aparato estatal, obliga a la utilización de crecientes demandas de energía eléctrica, no solamente, para las cargas normales de alumbrado y tomacorriente, sino también para los equipos de bombeo de agua, de ascensores, de equipos de aire acondicionado; y sobre todo para las computadoras que, por su protagonismo en el manejo de la información, se convierten en la carga que exige del sistema eléctrico, el cumplimiento de las características básicas de continuidad de suministro, confiabilidad y calidad.

1.1.- Generalidades

El local del MINCETUR tiene una antigüedad de 33 años, y tiene como fuente energética el suministro de energía eléctrica; es así como, habiéndose conservado costumbres de utilización de la electricidad en cargas usuarias normales como el alumbrado y tomacorrientes para usos varios; con la implementación del uso de las computadoras, se presenta un fuerte componente de carga no lineal, que se traduce en un mayor consumo de energía reactiva, evidentemente no prevista por el sistema original. Además, la actividad estatal en el tiempo, obliga a la ocupación de mayores áreas utilizando las destinadas a otros fines, como es el caso del anillo

circundante al edificio en el primer piso, con la consiguiente ampliación de las redes eléctricas; y, considerando que la presencia de diferentes instituciones en un mismo edificio, permite a cada uno optar por soluciones prácticas para conseguir su propio suministro óptimo de energía con extensiones de circuitos, tanto para alumbrado como para fuerza, y para cómputo, aportando sus propias deficiencias a la red central. Explicamos en parte, la situación del sistema eléctrico encontrado en el edificio de MINCETUR, con conductores alimentadores trabajando al límite de su capacidad, interruptores de mando y control con más de un circuito derivado y presentando sobrecalentamiento permanente en su montaje de engrampe, y sobre todo, con instalaciones provisionales del tipo expuesto, visible, que resultan siendo permanentes, añadiendo un grado de vulnerabilidad constante y peligro de siniestro al edificio.

La ocurrencia de incidentes, como amagos de incendio, ó los cortes intempestivos de energía en uno o más pisos, es la forma usual como el sistema solicita una mayor atención.

Todo lo expuesto, que viene a ser situaciones técnicas observadas, sumados a la elevada facturación que se abona mensualmente por consumo de energía eléctrica debido, entre otros, a la inserción en un régimen tarifario inadecuado para los niveles y formas de consumo del edificio; han motivado al MINCETUR a tomar la decisión de efectuar la presente auditoria energética.

1.2.- Objetivo

Es objetivo del presente estudio conseguir una eficiencia en la utilización de la energía eléctrica en el local sede del MINCETUR, mediante la ejecución de trabajos correctivos que se indicarán como resultado de una evaluación de los parámetros eléctricos mediante un analizador de redes, determinando los ahorros potenciales y el tiempo de recuperación de las inversiones necesarias. Además se indicarán las acciones a ejecutar para disminuir la vulnerabilidad de las instalaciones y aumentar los niveles de seguridad de operación del sistema y de protección a los usuarios.

1.3.- Alcances

La auditoria energética comprende los siguientes puntos:

- Descripción del funcionamiento del sistema eléctrico actual; sus cargas normales y de emergencia, fuentes de suministro y el estado físico de las instalaciones.
- Análisis energético, llamado así por la evaluación de los valores encontrados en las mediciones de los parámetros eléctricos de tensión, corriente, potencias activa y reactiva, factor de potencia, frecuencia, energías activa y reactiva, y armónicos de tensión y de corriente. Análisis de las cargas; donde se determina la calificación eléctrica, se efectúa un balance de energía y potencia, se evalúa las opciones de tarifas eléctricas y la corrección del factor de potencia.

- **Calidad de la energía eléctrica, donde se evalúan variaciones de tensión y voltaje y distorsiones de las ondas respectivas respecto a Normas Técnicas de Calidad de Servicios Eléctricos.**
- **Gestión Energética, donde se define el cambio tarifario, los condensadores de compensación reactiva y se presentan los márgenes de ahorro.**
- **Evaluación del Sistema Eléctrico existente, donde se analiza la operación actual y su respuesta.**
- **Elaboración y Evaluación de las Propuestas de Mejoramiento.**
- **Conclusiones.**
- **Recomendaciones**
- **Anexos.**

CAPITULO II DESCRIPCIÓN

2.1.- Antecedentes.-

El edificio, sede del MINCETUR, es también sede del Ministerio de la Producción (Produce) desde el segundo al séptimo piso, PROM PERU pisos 13 y 14 y del CONAFRAN el décimo sexto piso; que son organismos autónomos; comprende diecisiete pisos, Sótano 1, sótano 2 y azotea.

.2.2.- Ubicación.-

El MINCETUR se encuentra en la Calle Uno Oeste N° 50 Urb. Corpac, San Isidro, y en el cuadro N°1 del anexo A se presenta la distribución del edificio según la ocupación por los organismos indicados.

2.3.- Régimen de Trabajo.-

El personal labora de lunes a viernes de 08:30 horas hasta las 17:00 horas, aún cuando hay áreas que tienen un horario más prolongado.

2.4.- Descripción de las Instalaciones Eléctricas.-

El concesionario Luz del Sur atiende los requerimientos de electricidad del edificio de MINCETUR, con un suministro trifásico en Baja Tensión, a saber:

- Suministro N°411789
- Tarifa BT3
- Alimentador tipo NKY 2-3x300 mm²
- Potencia Conectada: 130 kW

Es oportuno indicar que dentro de los linderos del propio local del MINCETUR se encuentran dos transformadores de 640 KVA, del concesionario, atendiendo al edificio.

En el segundo sótano se ubica el Tablero General de control del sistema eléctrico del edificio. Del mismo salen los conductores montantes, en tubos, bandejas y ductos, sujetos al techo con estructuras de fierro.

Estas montantes recorren verticalmente el edificio en tuberías de fierro ubicados a la espalda de ambas baterías de ascensores; en dos frentes, norte y sur.

A excepción del piso 17, que tiene una montante exclusiva, los otros pisos comparten las montantes como se indica en el cuadro N°2 del Anexo A

En cada piso se encuentran dos tableros tipo adosados, con llaves termomagnéticas.

En el segundo sótano, al lado del Tablero General, se encuentra un Tablero con interruptores de mando y control de los interruptores generales

de cada tablero de los pisos del octavo al décimo séptimo; accionados por un contactor.

También en el recinto del Tablero General, se ubica el Tablero de accionamiento del encendido del grupo electrógeno, el que, en casos de falta de fluido eléctrico, atiende solamente a las cargas de emergencia compuestas por el piso 17, ascensor privado, Tableros de servicio TA, TB, y TC, y bomba de agua.

Los tableros TA, TB y TC controlan la iluminación de escaleras, halls, pasadizos y tomacorrientes en pasadizos.

El grupo electrógeno de 125KW, se ubica en instalación subterránea, contiguo a los transformadores, en el jardín del local.

Este sistema de transferencia es del tipo manual.

2.5.-Fuentes de Suministro.-

El edificio central sede del MINCETUR, tiene como única fuente de suministro energético, la energía eléctrica, atendida por la concesionaria Luz del Sur.

2.5.1.- Suministro de Energía.-

El concesionario otorga energía eléctrica al edificio del MINCETUR en Baja Tensión, 220V, 3 fases, 60 HZ., con suministro No 411789, potencia conectada de 130 KW, opción tarifaria BT-3.

Analizamos la variación del consumo histórico de energía desde el año 1 999 a la fecha. En el cuadro No 3 del Anexo A se presentan las facturas desde el 28/04/99 hasta el 25 de Setiembre del 2003.

2.5.2.- Consumo de Energía Eléctrica Activa Anual.-

La información del consumo de energía eléctrica activa facturada por Luz del Sur, entre los meses de Abril de 1 999 y Setiembre del 2 003, se presenta en el Cuadro N°3 del Anexo A.

En el gráfico N° 1 (Ver Anexo B), se indican los valores históricos de consumo de energía eléctrica activa del MINCETUR.

De la evaluación del gráfico, se desprende que, históricamente el consumo de energía activa es mayor durante los meses de Enero a Abril; lo que se explica por la utilización de los equipos de aire acondicionado en estos meses de verano.

También podemos inferir que el mayor valor de la Máxima Demanda registrada es de 476 KW correspondiente a Abril del año 2002, lo que nos permite comparar el orden de magnitud de la Máxima Demanda actual.

Además, podemos indicar que el valor medido de 4,762.417KWH (Ver Anexo C, reporte de medición del Alimentador Principal) en el analizador de redes, entre el 09 y 10 de Octubre equivale aproximadamente a 107,154.38 KWH al mes, valor que esta dentro de lo esperado con los valores esperados dentro del gráfico histórico (Ver gráfico N°1 del Anexo B).

2.5.3.- Consumo de Energía Eléctrica Reactiva Anual.-

Similarmente, la información del consumo de energía eléctrica reactiva facturada por Luz del Sur, entre los meses de Abril de 1999 y Setiembre del 2 003 se presenta en el Cuadro N° 3 del Anexo A.

En el gráfico N° 2 (Anexo B), se indican los valores históricos de consumo de energía eléctrica reactiva del MINCETUR.

De la evaluación del gráfico, se puede observar que los niveles de consumo de energía eléctrica reactiva, son mayores al 30% de la energía eléctrica activa en todos los meses; en consecuencia, los costos facturados por éste rubro corresponden a la diferencia del consumo medido menos éste límite.

Los consumos de energía reactiva son variables, y varían desde 123,040 a 152,040 KVAR.h. por mes. No se posee características de consumo periódico sobre éstos consumos mensuales, pero se observa una ligera tendencia a incrementarse a lo largo del tiempo.

De las mediciones realizadas con el analizador de redes, se ha registrado un consumo de energía reactiva de 5,689.536 KVAR.h (Ver Anexo C), reporte de medición del Alimentador Principal), entre el 09 y 10 de Octubre, durante 24 horas. Proyectando éste consumo por 22 días laborables al mes, en promedio, y estimando un consumo de energía reactiva durante los ocho (8) días no laborables del 30% del consumo

normal, nos resulta un consumo de energía reactiva mensual estimada de 138,824.7 KVAR.h, lo cual está dentro de los promedios históricos.

También se puede concluir que el elevado consumo de energía eléctrica reactiva, obliga a la instalación de condensadores de compensación en el local de MINCETUR.

Es oportuno indicar que, a la fecha el sistema eléctrico del MINCETUR, no cuenta con condensadores de compensación reactiva.

2.5.4.-Consumo de Energía Eléctrica Total Anual.-

La información de los costos por el consumo de energía eléctrica total mensual recopilada de la facturación por Luz del Sur, entre los meses de Julio del 2002 y Junio del 2003, se presenta en el Cuadro N° 4 del Anexo A, y bosquejadas en el gráfico N°3 del Anexo B. Estos costos resultan de aplicar las tarifas vigentes en la fecha de facturación.

Del gráfico N° 3 del Anexo B, se aprecia que los mayores costos se presentan en los meses de verano, específicamente en Febrero Marzo y Abril. Esto se debe a que el consumo de energía en dichos meses aumenta, especialmente por el uso de equipos de aire acondicionado.

Los valores históricos de 12 meses suman un costo anual de S/. 489,789.50 Nuevos Soles.

2.6.- Estado Físico de las Instalaciones Eléctricas

2.6.1.- Tablero General

El Tablero General está constituido por una estructura y cuerpo de fierro, pintado en color gris. Presenta una disposición tipo autosoportado, modular, con seis (06) módulos claramente diferenciados (ver foto N°01 del Anexo E).

Tiene puertas que permiten el acceso tanto del lado frontal como posterior.

Las puertas de acceso del lado frontal están divididas en dos, vale decir que se abren independientemente la parte superior o la inferior, a excepción del módulo que aloja el interruptor general, que abre completamente el espacio modular.

En cambio, las puertas de todos los módulos, en su parte posterior, presentan una apertura completa de todo el espacio modular.

Todas las puertas cuentan con seguro mecánico que se opera con un medio giro de un destornillador plano.

Las dimensiones del gabinete en su conjunto es de 5.4 MT. De largo x 1mt de ancho x 2mt de alto.

El Tablero General contiene barras de servicio normal, de platinas de cobre de 100x10 mm. de sección, y para el servicio de emergencia, platinas de cobre en doble terna de 50x5 mm. de sección transversal (ver foto N°02 del Anexo E).

Ambas barras tienen un recorrido horizontal por la parte superior del Tablero, sujetos sobre aisladores.

a) Alimentador Principal.-

El conductor alimentador principal desde el Transformador al Tablero General, es del tipo NKY, en dos temas de 300 mm² (2-3x300 mm² NKY).

Tiene un recorrido subterráneo, en tubos de PVC, a 1.00 metros de profundidad, de 33 MT aproximadamente de longitud.

El conductor, al llegar a la Sala del Tablero General, se conecta a las barras de cobre de sección rectangular, que llegan al interruptor general (ver foto N°05 y 06 del Anexo E).

Los Módulos contienen los circuitos de distribución y las montantes, como se indica continuación:

b) Módulo N° 01.-

En su parte superior, el gabinete del módulo N° 01 está adaptado con una cubierta de planchas de fierro, para recibir el ingreso de las barras alimentadoras que llegan en forma horizontal (puesto que estamos en el sótano), y bajan verticalmente hasta el interruptor general, montado a 1.40 m.s.n.p.t. El Interruptor General es del tipo termomagnético, marca Sace, Modelo Otoma P1C, serie 114933A, de 2000A, 300V, 38KA, 3 fases, para accionamiento frontal con palanca (ver foto N°06 del Anexo E).

c) Módulo N° 02.-

Está dividido en dos partes, la parte superior de 0.50 MT. contiene los medidores tipo cuadro de corriente y tensión, con sus respectivos conmutadores; y un contador de energía.

La parte inferior de 1.50 MT. contiene diez circuitos de derivación cada uno con su llave termomagnética.

La alimentación a los interruptores termomagnéticos se realiza con barras de cobre a todo lo largo de ésta parte inferior.

Las llaves y los circuitos que controlan se indican a continuación:

Circuito No 01: ITM de 3x300A. - Pisos 12, 13, 14,15 y 16 (Lado Norte).

Circuito No 02: ITM de 3x300A. - Pisos 08, 09,10 y11 (Lado Norte).

Circuito No 03: ITM de 3x225A. - 1er Piso, Pagaduría.

Circuito No 04: ITM de 3x300A. - Pisos 2, 3, 4,5 y 6 Lado Norte.

Circuito No 05: ITM de 3x200A. - Equipo cómputo- Transformador de
Aislamiento (PRODUCE)

Circuito No 06: ITM de 3x300A. - Piso 07 Despacho Ministerial (PRODUCE)

Circuito No 07: ITM de 3x225A. - 1er Sótano, Mesa Partes, Sótano 2.

Circuito No 08: ITM de 3x300A. - Pisos 12, 13, 14,15 y 16 Lado Sur.

Circuito No 09: ITM de 3x225A. - Pisos 08, 09,10 y 11 Lado Sur.

Circuito No 10: ITM de 3x300A. - Pisos 2, 3, 4,5 y 6 Lado Sur.

d) Módulo N° 03.-

Está dividido en dos partes, la parte superior de 0.50 MT. contiene tres interruptores termomagnéticos de los ascensores N°s 4, 5 y 6 (ver foto N°11 del Anexo E).

La parte inferior de 1.50 MT., contiene dos llaves termomagnéticas, una para el traslado del suministro de energía normal a la barra de emergencia, y el otro para alimentar al tablero de distribución, ubicado al lado norte del edificio, en el área de ampliación a nivel del primer sótano, del cual se alimenta al Sistema de informática del MINCETUR.

La alimentación a los interruptores termomagnéticos se realiza con barras de cobre. Las llaves y los circuitos que controlan se indican a continuación:

Circuito No 11: ITM de 3x500A. - Ascensor N° 06.

Circuito No 12: ITM de 3x500A. - Ascensor N° 05.

Circuito No 13: ITM de 3x500A. - Ascensor N° 04.

Circuito No 14: ITM de 3x630A. - Barras de Emergencia.

Circuito No 15: ITM de 3x400A. - Tablero de distribución del sótano 1(Exterior).

e) Módulo N° 04.-

También está dividido en dos partes, y es el módulo que recibe de los otros, las montantes que salen de cada ITM por su parte inferior y los eleva a su extremo superior, desde donde parten dos canaletas de fierro sujetas al techo y recorren el sótano N°2 hasta llegar a sus respectivas tuberías montantes.

Para todo esto, el módulo ha sido acondicionado con bastidores y canaletas en su parte superior.

f) Módulo N° 05.-

Dividido en dos partes, tiene en su parte superior tres interruptores termomagnéticos para los ascensores N° 1, 2 y 3 y en su parte inferior un interruptor termomagnético que recibe la energía del Grupo Electrónico para las cargas de emergencia (ver foto N°12 del Anexo E).

La alimentación a los interruptores termomagnéticos se realiza con barras de cobre, las llaves y los circuitos que controla se indican a continuación:

Circuito No 16: ITM de 3x500A. - Ascensor N° 03.

Circuito No 17: ITM de 3x500A. - Ascensor N° 02.

Circuito No 18: ITM de 3x500A. - Ascensor N° 01.

Circuito No 19: ITM de 3x630A. - de Grupo Electrónico.

g) Módulo N° 06.-

Dividido en tres partes, sólo en su parte central se han colocado cuatro (04) ITM que controlan los servicios generales de alumbrado de halls y pasadizos; bomba de agua, ascensor privado y despacho ministerial (ver foto N°13 del Anexo E).

La alimentación a los interruptores termomagnéticos se realiza con barras de cobre, las llaves y los circuitos que controla se indican a continuación:

Circuito No 20: ITM de 3x200A. - Servicios Generales.

Circuito No 21: ITM de 3x125A. - Bomba de Agua.

Circuito No 22: ITM de 3x400A. - Ascensor Privado.

Circuito No 23: ITM de 3x225A. - Despacho Ministerial (MINCETUR), Piso 17

h) Grupo Electrónico

El grupo electrónico se ubica en una fosa subterránea, en los jardines exteriores del MINCETUR a pocos metros de los transformadores de potencia de Luz del Sur (ver fotos N°14 y 14A del Anexo E).

Es de 125 kW, tres fases, 60 Hz, motor petrolero, generador a 1800 RPM, corriente nominal de 392 A (ver fotos N°15 y 15A del Anexo E).

Su encendido se efectúa desde un tablero ubicado en la sala del tablero general llamado tablero de grupo en forma automática: sin embargo el ingreso de cargas de emergencia se realiza de forma manual.

El tablero de grupo es del tipo autosoportado de estructura y cuerpo de fierro, contiene un interruptor termomagnético de 3x400A, con indicadores de encendido y apagado, de medidores de aceite, RPM, temperatura y contador de funcionamiento, además de voltímetro, frecuencímetro y amperímetro con sus respectivos conmutadores.

2.6.2- Montantes

Los conductores montantes son del tipo THW, indicándose, a continuación el número y calibre para cada circuito:

Circuito No 01: Montante THW – 3-1x2/0 AWG. - Pisos 12, 13, 14,15 y 16 Lado Norte.

Circuito No 02: Montante THW – 3-1x4/0 AWG - Pisos 08, 09,10 y11 Lado Norte.

Circuito No 03: Montante THW – 3-1x2/0 AWG - 1er Piso, Pagaduría

Circuito No 04: Montante THW – 3-1x4/0 AWG. - Pisos 2, 3, 4,5 y 6 Lado Norte.

Circuito No 05: Montante THW – 3-1x25mm² -Equipo cómputoTransformador de Aislamiento (PRODUCE)

Circuito No 06: Montante THW – 3-1x10mm - Piso 07 Despacho Ministerial (PRODUCE).

Circuito No 07: Montante THW – 3-1x2/0 AWG - 1er Sótano, Mesa Partes, Sótano 2.

Circuito No 08: Montante THW – 3-1x120mm² - Pisos 12, 13, 14,15 y 16 Lado Sur.

Circuito No 09: Montante THW – 3-1x2/0 AWG - Pisos 08, 09,10 y 11 Lado Sur.

Circuito No 10: Montante THW – 3-1x2/0 AWG - Pisos 2, 3, 4,5 y 6 Lado Sur.

Circuito No 11: Montante THW – 3-1x120mm²- Ascensor N° 06.

Circuito No 12: Montante THW – 3-1x120mm² - Ascensor N° 05.

Circuito No 13: Montante THW – 3-1x120mm² - Ascensor N° 04.

Circuito No 14: Montante THW – 3-1x4/0 AWG - Barras de Emergencia.

Circuito No 15: Montante THW – 3-1x240mm² - Tablero de Distribución de sótano 1.

Circuito No 16: Montante THW – 3-1x120mm² - Ascensor N° 03.

Circuito No 17: Montante THW – 3-1x120mm² - Ascensor N° 02.

Circuito No 18: Montante THW – 3-1x120mm² - Ascensor N° 01.

Circuito No 19: Montante THW – 3-1x4/0 AWG - de Grupo Electrónico.

Circuito No 20: Montante THW – 3-1x70mm² - Servicios Generales.

Circuito No 21: Montante THW – 3-1x25mm² - Bomba de Agua.

Circuito No 22: Montante THW – 3-1x70mm² - Ascensor Privado.

**Circuito No 23: Montante THW – 3-1x2/0 AWG - Piso 17, Despacho
Ministerial (MINCETUR)**

**Asimismo en el siguiente cuadro 2,1 se indica el Protocolo de Pruebas
de Aislamiento, tomados a las montantes:**

PROPIETARIO : MINCETUR

FECHA : 28 DE SETIEMBRE DEL 2003

PRUEBA : MEDIDA DE AISLAMIENTO

Cuadro 2,1: Protocolo de Prueba

Circuito	Descripción	Fase - Fase (MΩ)			Fase - Tierra (MΩ)		
		RS	RT	ST	R-tierra	S-tierra	T-tierra
01	Pisos 12, 13, 14, 15, 16 (L. Norte)	20	50	200	600	600	600
02	Pisos 08, 09, 10, 11, 12 (L. Norte)	700	500	300	500	300	300
04	Pisos 2, 3, 4, 5 y 6 (L. Norte)	500	500	400	300	300	300
06	Despacho Ministerial PRODUCE	200	400	400	300	300	300
08	Pisos 12, 13, 14, 15, 16 (L. Sur)	600	900	500	500	400	400
09	Pisos 08, 09, 10, 11, 12 (L. Sur)	200	200	200	200	200	200
11	Ascensor N° 06	400	500	400	200	150	300
12	Ascensor N° 05	200	300	300	200	150	250
13	Ascensor N° 04	400	500	500	200	200	200
16	Ascensor N° 03	300	400	300	200	200	300
17	Ascensor N° 02	200	400	200	200	150	200
18	Ascensor N° 01	200	300	200	150	100	150
20	Sótano TA TB TC	2	2	2	2	1.5	2
21	Bomba de Agua	30	20	20	10	20	16
22	Ascensor Privado	30	20	20	10	20	15
23	Despacho Ministerial, Piso 17	100	120	100	100	100	100

Tomándose la indicación del CNE en su Tomo V parte 2, de una resistencia de aislamiento no menor de 220 Kiloohms ($K\Omega$) a 220 voltios; las mediciones deberán ser mayores a 0.22 Mega Ohmios.

Los resultados de las mediciones de aislamiento muestran que los conductores montantes se encuentran en condiciones aceptables.

a) Ductos Montantes

Todos los ductos que alojan a los conductores montantes, de forma vertical, son de fierro galvanizado de 3 1/2" pulgadas de diámetro (ver fotos N°16, 17, 18, 19 y 20 del Anexo E).

Su número varía conforme se asciende el edificio, así podemos encontrar doce (12) tubos en el sótano 1 del lado sur, luego diez (10) tubos a partir del piso ocho (08) y luego nueve (09) tubos a partir del piso doce (12) y siete (07) tubos llegan a la azotea.

b) Cajas Montantes

Todas las cajas montantes son de fierro galvanizado, del tipo adosado. Sus medidas varían según el número de tubos que alojan, y van de 12"x24"x6", 18"x24"x6" y 30"x24"x6".

Llevan tapas de fierro con 4 stoboles a ambos lados de su altura de 24" y 3 stoboles en su ancho a excepción de la caja de 30" que llevan 5 stoboles.

2.6.3- Tableros de Distribución

- Los Tableros de Distribución están contruidos de fierro, del tipo adosado, de frente muerto, con tapa marco y puerta con chapa y llave.

- Tienen distribución interior de platina de cobre para interruptores termomagnéticos tipo engrampe.
- La llave general se ubica en la parte inferior central del tablero y son en todos los casos interruptores termomagnéticos tipo caja moldeada, y reciben los alimentadores por su lado inferior y con platinas de cobre se conectan a las barras del tablero.
- La posición del interruptor general es vertical y la de los interruptores de derivación es horizontal.
- El gabinete presenta espacio suficiente para la ejecución de las conexiones y la distribución de los conductores en forma ordenada.
- Los tableros de distribución no cuentan con barras de puesta a tierra.

2.6.4 Instalaciones de Alumbrado

- La totalidad de artefactos de alumbrado son del tipo fluorescente, adosado o colgante.
- Las lámparas son de 40W y 1.20 MT ó de 20 W y 0.60 MT.
- El control de las lámparas se efectúa desde los accesos de cada ambiente.
- El nivel luminoso medido en diferentes puntos nos muestran valores de contraste entre los ambientes de un mismo piso.

- Se observa que los espacios de oficinas de área pequeña cuentan con la mayor iluminación respecto a los espacios grandes con múltiples escritorios.
- Considerando un promedio de 400 lux, según Normas de Alumbrado, aceptable como promedio de iluminación para oficinas; las áreas ubicadas en la parte central, bordeando los espacios de servicios higiénicos, hall y ascensores, están por debajo de este nivel.
- En cambio las oficinas que se ubican en el perímetro exterior, junto a las ventanas sí sobrepasan el nivel de 400 lux.

2.6.5 Equipos

a) Ascensores

- El edificio del MINCETUR cuenta con una batería de seis (06) ascensores ubicados en el hall principal de ingreso, además de un ascensor privado para uso restringido.
- Cada uno de los ascensores del hall tiene una capacidad de 110 Kg. ó para 16 personas, mientras que la capacidad del ascensor privado es de 560 Kg. ó para 08 personas. La sala de máquinas de todos los ascensores se encuentra en la parte superior del edificio al nivel del piso 18 ó azotea.
- Los consumos de potencia de los ascensores de la batería ascienden a 49 HP cada uno y el ascensor privado a 22 HP.40, 000 watt.

- Los ascensores trabajan las 24 horas.
- Su mayor frecuencia de operación se presenta entre las 08.00 horas y las 16.00 horas, coincidente con los horarios de oficina.
- Los ascensores están sometidos a periódicos trabajos de mantenimiento que ofrecen una operatividad constante aún cuando la máquina también es contemporánea con el edificio y su tiempo de envejecimiento asciende a treinta y tres años.
- Entre las 00.00 horas y las 0.6 horas, no tiene requerimiento de operación.

b) Bombas

El MINCETUR cuenta con sistemas de bombeo, a saber:

- Bombas de agua potable : 02 unidades
- Bombas de agua contra incendio : 01 unidad
- Bomba séptica : 02 unidades

b.1) Bombas de Agua Potable

Son dos (02) electrobombas con las siguientes características:

Marca : Hidrostral

Potencia : 20 HP

Tensión : 220 V

Frecuencia : 60 Hz

Fases : 3 fases

Cuenta con un (01) tablero alternador y están ubicados en el segundo sótano sobre la cisterna.

b.2) Bombas de Agua contra Incendio

Es una electrobomba, con las siguientes características:

Marca : Hidrostal

Potencia : 25 HP

Tensión : 220 V

Frecuencia : 60 Hz

Fases : 3 fases

Cuenta con su tablero de control y está ubicado en el mismo ambiente de la bomba de agua; sobre la cisterna.

b.3) Bomba Séptica 2º sótano

Es una electrobomba, tipo sumergible de las siguientes características:

Potencia : 2 HP

Tensión : 220 V

Frecuencia : 60 Hz

Fases : 3 fases

Cuenta con su tablero de control y está ubicado al extremo norte del 2° sótano.

b.4) Bomba Séptica Exterior

Es una electrobomba, tipo sumergible de las siguientes características:

Potencia : 2 HP

Tensión : 220 V

Frecuencia : 60 Hz

Fases : 3 fases

Cuenta con su tablero de control y está ubicado al lado norte del edificio, en el área de ampliación del primer sótano.

c) Equipos de Aire Acondicionado

- Los equipos de aire acondicionado existentes en el edificio del MINCETUR, ascienden a un total de 67 unidades, entre equipos tipo ventana y tipo split decorativo. El consumo de potencia promedio de cada equipo está en 2000 watt y su funcionamiento solo se realiza en los meses de verano, de Enero a Abril.

- La instalación eléctrica de los equipos se realiza con conductores expuestos, embutidos en canaleta o tubería; y en caso de los equipos split, la instalación eléctrica acompaña a la instalación del refrigerante entre el condensador y el evaporador.
- A la altura del primer nivel en el área de ampliación, al lado norte del edificio se ubican cuatro (04) condensadores de Aire Acondicionado, de 0.25 HP, monofásico, 220 V, 60 Hz, que atienden evaporadores de los pisos de PRODUCE.
- Otros condensadores se ubican al exterior de la caja de escaleras; mientras que los equipos de ventana se observan desde el exterior del edificio en forma diseminada por los diferentes niveles.

d) Computadoras

- La carga instalada por el sistema informático asciende a 732 terminales de computadoras, 21 servidores y 281 impresoras.
- La distribución de computadoras, impresoras y servidores se encuentran en los 17 pisos del edificio.

El edificio del MINCETUR cuenta con dos transformadores de aislamiento:

- Un transformador de 100 kVA, 220/380 V, ubicado en el sótano 2.
- Un transformador de 25 kVA, 220/380 V, ubicado en el primer piso.

- Desde el transformador de 100 kVA, mediante un alimentador N° 2/0 AWG THW se atiende a los pisos del 02 al 07, ocupados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE).
- El tendido vertical se efectúa por áreas de servicios libres y con un tablero de distribución ubicado en cada piso se distribuye a las cargas indicadas.
- El tendido de la red de cómputo es del tipo adosado a paredes con canaleta plástica de sección rectangular.
- Desde el transformador de 25 kVA, con un conductor tipo 1/0 THW se alimenta al “Tablero de Informática”, ubicado en el nivel del primer sótano que solo atiende a los servidores y cargas de ese piso.
- El resto de cargas de computadoras están atendidas por elementos de control puntual, vale decir, por tomacorrientes supresores de pico y pequeños estabilizadores.

2.7 Protección y Seguridad

La protección de personas y equipos respecto a la súbita aparición de corrientes de cortocircuitos ó sobrecorrientes, se efectúa conectando las partes metálicas no conductoras a un pozo de puesta a tierra.

En el caso del edificio del MINCETUR no se cuenta con pozos de puesta a tierra para ofrecer la indicada protección. Esta carencia genera la falta de seguridad en las instalaciones, que contribuye a aumentar el grado de

vulnerabilidad de los mismos y el constante peligro de aparición de chispas eléctricas suficientes para iniciar incendios.

2.7.1 Puestas a Tierra-

Para el edificio del MINCETUR solamente se cuenta con pozos de puesta a tierra interconectados, para atención a cuatro (04) áreas puntuales, a saber:

- a) Para el área de informática del MINCETUR, ubicado en el primer sótano, se cuenta con tres (03) pozos de puesta a tierra interconectados, ubicados en el jardín exterior lado Norte. La medición de los pozos de puesta a tierra interconectados indica 8.3 Ohmios de resistencia de dispersión.
- b) Para el área de Informática de PRODUCE, que atiende los pisos del 02 al 07; se cuenta con cuatro (04) pozos de tierra interconectados, ubicados en el jardín exterior lado sur. La medición de los pozos de puesta a tierra indica 06 Ohmios de resistencia de dispersión.
- c) Para el área de PROMPERU, que atiende los pisos 13 y 14, se cuenta con dos (02) pozos de tierra interconectados, ubicados en el jardín exterior, en el sector más cercano al edificio, lado sur. La medición de los pozos de puesta a tierra indica 09 Ohmios de resistencia de dispersión.
- d) Para el área de la Oficina General de Administración de MINCETUR (OGA), que atiende al piso 10; se cuenta con dos (02) pozos de tierra,

ubicados en el jardín exterior, en el sector mas alejado del edificio, lado SUR. La medición de los pozos de puesta a tierra indica 18 Ohmios de resistencia de dispersión.

El Tablero General tiene una conexión a un pozo ubicado en el mismo ambiente, la medición de su resistencia indica 38 Ohmios.

Es necesario señalar que la existencia de estos cuatro (04) sistemas de puesta a tierra interconectados, solamente están orientadas a referenciar y proteger los equipos de cómputo.

No se cuenta con pozos de tierra conectada a las instalaciones de tomacorrientes que el usuario utiliza diariamente.

CAPITULO III

ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para proceder al análisis energético del sistema eléctrico existente en el edificio de MINCETUR, luego de conocido el estado físico de las instalaciones eléctricas, y descritos en el capítulo anterior, se procedió a realizar las mediciones en los puntos seleccionados de acuerdo al esquema unifilar de la Gráfica N°6 (ver Anexo B), se indica la ubicación de los puntos de medición, cuyos circuitos son los siguientes:

Punto 1: Ingreso a barra principal del Tablero General

Punto 2: Salida del circuito 1, para cargas eléctricas de Pisos 12, 13, 14,15 y 16 Lado Norte.

Punto 3: Salida del circuito 2, para cargas eléctricas de Pisos 08, 09,10 y11 Lado Norte.

Punto 4: Salida del circuito 4, para cargas eléctricas de Pisos 2, 3, 4,5 y 6 Lado Norte.

Punto 5: Salida del circuito 5, para cargas de Equipo cómputo-Transformador de Aislamiento PRODUCE.

Punto 6: Salida del circuito 6, para cargas eléctricas del piso 7 Despacho Ministerial PRODUCE

Punto 7: Salida del circuito 8, para cargas eléctricas de pisos Pisos 12,13,14,15 y 16 Lado Sur.

Punto 8: Salida del circuito 9, para cargas eléctricas de Pisos 08, 09,10 y 11 Lado Sur.

Punto 9: Salida del circuito 10, para cargas eléctricas de Pisos 2, 3, 4,5 y 6 Lado Sur.

Punto 10: Salida del circuito 13, para cargas eléctricas del Ascensor N° 04.

Punto 11: Salida del circuito 15, para cargas eléctricas de Tablero de distribución del sótano 1 exterior.

Punto 12: Salida del circuito 23, para cargas eléctricas de Piso 17 Despacho Ministerial MINCETUR

Estas mediciones se realizaron utilizando el analizador de redes marca Circutor modelo AR5-M tipo digital.

3.1.-Resultado de las Mediciones en Puntos Seleccionados

El resultado de las mediciones, realizadas entre Octubre y Noviembre de 2003, están representados en los Gráficos del 7 al 18 (ver Anexo B) y los Cuadros 5, 6 y 7 (ver Anexo A) que corresponden a:

Medición de la tensión entre las fases 1-2

Medición de la tensión entre las fases 2-3

Medición de la tensión entre las fases 3-1

Medición del consumo de la intensidad de corriente de la fase 1

Medición del consumo de la intensidad de corriente de la fase 2

Medición del consumo de la intensidad de corriente de la fase 3

Medición de la comparación de la variación del consumo de la intensidad de corriente de las tres fases 1,2 y 3.

Medición de la demanda de potencia activa

Medición de la demanda de potencia reactiva

Medición del factor de potencia

Medición de la variación de la frecuencia

Medición del consumo de energía activa

Medición del consumo de energía reactiva

Medición de la distorsión armónica de la onda de tensión

Medición de la distorsión armónica de la onda de corriente

3.1.1 Análisis de las Mediciones de Tensión.

Medición de la tensión en la barra principal del Tablero General (ver Gráfico N° 7 en Anexo B)

La Gráfica N°7 corresponde a la medición del valor eficaz de la tensión entre las fases. La escala de medición del gráfico debe ser multiplicado por $\sqrt{3} = 1.732$.

Se aprecia en la gráfica, que la tensión a lo largo del período de medición esta variando permanentemente, registrando el valor mínimo de 219.7 Voltios y el valor máximo de 232.09 Voltios.

- También se observa que a las 18:00 horas se produce una caída de tensión, lo cual no es originado por cargas internas del MINCETUR, sino que es ocasionado por la red pública de energía eléctrica. Esta variación se podría explicar que se debe a que a la 18:00 horas se inicia el período de horas punta, instante en que se produce el aumento de consumo global de usuarios se electricidad.

Las lecturas obtenidas del Gráfico N°7 son:

Tensiones mínimas leídas: $V_{1-2} = 221.70$ $V_{2-3} = 221.70$ $V_{3-1} = 219.70$

Tensiones máximas leídas: $V_{1-2} = 232.09$ $V_{2-3} = 232.09$ $V_{3-1} = 232.09$

Medición de la tensión en los circuitos de salida del Tablero General

Las gráficas del nivel de tensión de las mediciones de los circuitos de salida del Tablero General corresponden a la tensión en la barra principal.

Las gráficas de la medición de tensión en la salida de los circuitos de Tablero General se adjuntan en el anexo C.

De dichos gráficos se aprecia que el valor máximo registrado es 233.82 Voltios, y el valor mínimo 216.5 Voltios. El valor máximo de tensión ocurrió entre las 21:00 y 24:00 horas de los días 22 y 23 de Octubre y el día 06 de Noviembre del 2003, durante la medición en los circuitos C8, C9 y C15. El valor mínimo de tensión ocurrió a las 18:20 horas del 15 de Octubre, durante la medición del punto 4, circuito N°5. En el Cuadro N°5 se resume los valores máximos y mínimos de tensión (ver Anexo A).

Evaluación de las Mediciones de Tensión

Evaluación de la tensión en la barra principal del Tablero General

Para evaluar la calidad de la tensión recibida, tomamos en cuenta la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos que indica que la tolerancia admitida sobre la tensión nominal de los puntos de entrega, es de hasta $\pm 5.0\%$ de la tensión nominal.

De los valores medidos obtenemos:

$$\% \Delta V_{max} = +5.49\%$$

$$\% \Delta V_{min} = -0.014\%$$

La tensión recibida del concesionario de electricidad presenta una sobretensión de 5.49%, a las 9 p.m., que supera la tolerancia máxima de +5%.

- Los principales efectos de la operación de máquinas y equipos eléctricos con tensiones menores a la nominal son mayores pérdidas, mayores aumentos de temperatura, reducción de la capacidad. En cambio, cuando existe tensiones mayores, se produce mayor corriente de arranque y de operación, y menor factor de potencia.
- El efecto de las tensiones desbalanceadas son: los motores consumen mayor corriente a la normal, las corrientes también serán desbalanceadas equivalente a 6 u 10 veces el desbalance equivalente de tensión, se generan mayores pérdidas, se reduce la velocidad a plena carga, los motores reducen su capacidad normal. En el Gráfico N° 5 (ver en Anexo B), se muestra la curva característica de la reducción de capacidad de los motores trifásicos de inducción causado por el desbalance de tensión, en la que se aprecia que a partir de 1.5% de desbalance, el motor empieza a sufrir la caída de capacidad de carga de manera drástica, por lo que se considera como porcentaje máximo de desbalance de tensión para que los motores trabajen con normalidad.
- Para evaluar el desbalance de tensión, utilizamos la fórmula:

$$\% \text{Desbalance de tensión} = \frac{\text{desviación máxima de voltaje respecto al voltaje promedio}}{\text{voltaje promedio}} \times 100\%$$

Desbalance con Tensiones máximas = 0.000% < 1.5%

Desbalance con Tensiones mínimas = 0.782% < 1.5%

Se concluye que los desbalances de tensión existentes no afectan el funcionamiento normal, ya que las máquinas eléctricas trifásicas trabajan satisfactoriamente con su carga nominal cuando el desbalance de Tensión no supera 1.5%.

Evaluación de la medición de la tensión en los circuitos de salida del Tablero General

Sobretensión y caída de tensión

De las mediciones obtenidas, se ha procedido a evaluar los porcentajes de sobretensión y caída de tensión, hallando 6.28% de sobretensión y -1.59% caída de tensión. La sobretensión se produce de 21:00 a 24:00 horas, en instantes en que la carga del edificio es mínima. La caída de tensión se produce de 18:00 a 19:00 horas, momentos en que la carga del edificio está disminuyendo. Se debe solicitar a la concesionaria de electricidad realice el control de la tensión en el punto de alimentación.

Desbalance de tensión

El desbalance de la tensión afecta directamente a las cargas trifásicas, especialmente motores, los cuales no presentarán problemas en su

funcionamiento mientras el desbalance no supere de 1.5%. Los desbalances de tensión están en el rango de cero (0) a 0.80%, porcentajes son menores a 1.5%, por lo que se considera que está dentro de los márgenes aceptables.

3.1.2 Análisis de las Mediciones de Intensidad de Corriente

Medición de la Intensidad de Corriente en el ingreso al Tablero General
(ver Gráfica N°8 en Anexo B)

La Gráfica N°8 corresponde a la medición del valor eficaz de la intensidad de corriente de cada fase. La escala de medición es directa.

Dicha gráfica de intensidad de corriente refleja el consumo de corriente de las cargas eléctricas del edificio del MINCETUR, durante 24 horas.

Se aprecia que el mayor consumo de intensidad de corriente se produce de 9 a 18 horas. El consumo menor se da de 23:00 a 24:00 horas y de 0:00 a 6:00 horas. En los intervalos de 18:00 a 23:00 y 6:00 a 9:00 horas se produce un decrecimiento y crecimiento, respectivamente, de intensidad de corriente. El valor máximo de intensidad de corriente es 1,408 Amperios, en la fase 3, y el valor mínimo medido es 107 Amperios en la fase 1.

- Cabe mencionar que la concesionaria de electricidad Luz del Sur cuenta en la acometida con dos transformadores de potencia 640 kVA cada uno conectados en paralelo, obteniendo una potencia total de 1,280 kVA (2x640kVA) con corriente nominal 3,360 Amperios. Del Cuadro N°4 se observa que históricamente se tiene registrado la máxima demanda de 476 kW, equivalente a 1,922 Amperios, lo que representa un consumo de 57% de la potencia nominal de los transformadores, no habiendo problema de sobrecarga.
- El Tablero General cuenta con un interruptor termomagnético trifásico de 2,000 Amperios, que soporta una carga de 96% aproximadamente en los meses de verano.
- La intensidad de corriente mínima en cada fase, medido con el analizador de redes es:

$$I_1= 107 A \quad I_2= 122 A \quad I_3= 112 A$$

- La intensidad de corriente máxima medida en cada fase es:

$$I_1= 1,393 A \quad I_2= 1,360 A \quad I_3= 1,408 A$$

- De la Gráfica N°9 se aprecia que las curvas de la intensidad de corriente en cada fase, que están sobre un mismo eje, poseen tendencias similares, pero que en horas de mayor consumo, los valores corrientes por fase difieren entre sí con mayor notoriedad.

Medición de la corriente en los circuitos de salida del Tablero General

De las gráficas del nivel de consumo de corriente, se observa que los mayores consumos de corriente se dan de 9:00 horas a 18:00 horas. Durante el resto de las horas, existen cargas eléctricas como los circuitos 1, 2 y 4, que su consumo de corriente es cero (0), que se debe a que durante esas horas son desenergizados.

La medición de corriente en la salida de los circuitos de Tablero General que han sido medidos con el analizador de redes, se representan en los gráficos del anexo 3.

Evaluación de las Mediciones de Intensidad de Corriente

Evaluación de la intensidad de corriente en la barra principal del Tablero General

- Para evaluar el desequilibrio de corriente, que es aceptable si es menor a 10%, se utiliza la siguiente relación:

$$\%Desequilibrio = \frac{I_{\max} - I_{\text{promedio}}}{I_{\text{promedio}}} \times 100\% < 10\%$$

La intensidad de corriente máxima es 1,408 Amperios y la intensidad de corriente promedio calculado con los valores máximos es de 1,387 Amperios.

$$\%Desequilibrio = 1.51\% < 10\%$$

Por lo tanto, no presenta desequilibrio significativo en las tres fases.

- El interruptor general, de 3x2000 Amperios soporta en los meses de verano alrededor del 96% de su carga nominal. En caso de que la demanda aumente ligeramente, el interruptor principal actuará, interrumpiendo el servicio normal de electricidad. Es por ello que se requiere reemplazar el interruptor principal por otro de capacidad de 2,400 Amperios.
- El alimentador principal que alimenta al Tablero General consta de 2 ternas de cable tipo NKY 3x300 mm², con una capacidad total de conducción de corriente de 860 Amperios en ducto. La intensidad de corriente máxima es 1,408 Amperios y la intensidad de corriente promedio calculado con los valores máximos es de 1,387 Amperios. Por lo tanto el cable existente está soportando 61% de corriente adicional a su capacidad normal. Es de necesidad prioritaria, reemplazar éstos cables por una sección superior que cumpla los requerimientos técnicos de capacidad de corriente y caída de tensión.

Evaluación de la medición de la intensidad de corriente en los circuitos de salida del Tablero General

Protección contra corrientes de sobrecarga y cortocircuitos

Los interruptores termomagnéticos que alimentan los circuitos medidos, poseen valores nominales muy superiores a la capacidad máxima de corriente de los cables de dicho circuito. Esto imposibilita que el

interruptor termomagnético proteja al circuito en caso de sobrecargas. Para fallas de cortocircuito, los interruptores actuarán adecuadamente. Se requiere revisión de cargas eléctricas de cada circuito y reemplazar los interruptores con capacidades de corriente adecuadas para proteger a la carga y a los cables eléctricos.

Capacidad de corriente de los cables

Los cables poseen capacidad de conducir valores de corriente superiores a las máximas corrientes medidas por el analizador. No existe problema de sobrecarga de los cables existentes.

Desequilibrio de corriente

Los porcentajes de desequilibrio de corriente entre fases esta en el rango de 3.365% a 42.34%. Para considerar que un circuito trifásico no tendrá problemas por desequilibrio de corrientes, dicho porcentaje de desequilibrio debe ser menor que 10%. Los circuitos que presentan desequilibrio de corriente son C1, C6, C15 y C23, con 33.73, 42.34, 17.22 y 26.42% de desequilibrio respectivamente, que exceden al 10%. Se requiere hacer un balanceo de cargas en éstos circuitos.

3.1.3 Análisis de las Mediciones de Potencia Activa

Máxima Demanda

En el Gráfico N°10 (Anexo B) se muestra el diagrama de carga registrado por el analizador de redes, durante 24 horas. Asimismo, en el

Gráfico N° 4 (Anexo B) se muestra las máximas demandas históricas registradas por el totalizador de Luz del Sur.

Se observa que la máxima demanda presente del edificio MINCETUR fue de 358 kW, registrado a las 11:50 horas del Jueves 9 de Octubre del 2003.

Este valor es cercano a la máxima demanda histórica de los meses de Octubre que varía entre 365.6 kW y 395.2 kW. La máxima demanda histórica del edificio del MINCETUR fue de 476 kW, registrado en Abril de 2002 en horas fuera de punta.

La potencia máxima en horas punta en todos los casos ha sido inferior a la potencia máxima de horas fuera de punta. Por la modalidad de trabajo del sistema que corresponde a una edificación destinada a oficinas, la máxima demanda ocurre en horas fuera de punta, tal como se muestra en el diagrama de carga registrado por el analizador de redes. La descripción de las cargas que atienden los alimentadores de los circuitos del Tablero General está indicado en el Cuadro N°2 del Anexo A.

Medición de la Potencia Activa en el Tablero General

A partir de los valores instantáneos de tensión e intensidad, y del factor de potencia, el analizador de redes AR5 calcula automáticamente la potencia activa. La Gráfica N° 10 (ver Anexo B), corresponde a la demanda de potencia activa, y posee la escala de medición directa.

- Se aprecia que la mayor demanda de potencia activa se produce de 9:00 a 18:00 horas. La menor demanda de potencia activa se da de 00:00 a 6:00 horas. En los intervalos de 18:00 a 23:00 horas y de 6:00 a 9:00 horas se produce un decrecimiento y crecimiento, respectivamente, de potencia activa.
- En la medición realizada con el analizador se registró el valor máximo de demanda de potencia de 358 kW producido a las 11:50 horas del 9 de Octubre. El valor mínimo de potencia activa medido es 29 kW que se produjo a las 5:50 horas del 10 de Octubre.
- Hemos mencionado que la concesionaria de electricidad Luz del Sur cuenta en la acometida con dos transformadores de potencia 640 kVA cada uno conectados en paralelo, obteniendo una potencia total de 1,280 kVA (2x640kVA). Del Cuadro N° 3 (ver Anexo A), se tiene registrado la máxima demanda histórica de 476 kW, lo que representa una demanda de potencia de 57% de la potencia nominal.

Medición de la Potencia Activa en la salida de circuitos del Tablero General

Las mediciones de consumo de potencia activa están representadas en los gráficos adjuntos en los anexos, mientras que los valores máximos y mínimos de potencia están mostrados en el Cuadro N° 7 (ver Anexo A). De las gráficas de potencia activa (ver Anexo C), se aprecia que los mayores

consumos están de 9:00 a 18:00 horas. Los menores consumos se dan de 21:00 a 24:00 horas y de 0:00 a 7:00 horas.

Existen circuitos, como C1, C2, C4, C6, que son desenergizados, por lo general de 20:00 a 24:00 y de 0:00 a 7:00 horas. Los demás circuitos, como C5, C8, C9, C10, C13, C15, C23, están permanentemente energizados.

Evaluación de las Mediciones de Potencia Activa

Evaluación de la potencia activa en la barra principal del Tablero General

- Revisando la Gráfica N° 10 que corresponden a las mediciones de la potencia activa con el analizador de redes, se registró como valor máximo 358 kW a las 11:50 horas del 9 de Octubre, correspondiente a horas fuera de punta. El valor mínimo registrado fue 29 kW a las 5:50 horas del 10 de Octubre también en horas fuera de punta.
- De acuerdo a los datos de potencia históricos en horas fuera de punta, Cuadro N° 3, la potencia máxima en el mes de Octubre de 1999 fue 365.6 kW, en Octubre de 2000 fue 370.8 kW, en Octubre de 2001 fue 395.2 kW, en Octubre 2002 fue 387.2 kW. Por lo tanto la potencia medida está dentro de lo esperado de acuerdo a las curvas históricas de potencia. Igualmente sucede con la potencia máxima de horas punta, proyectando la curva de potencia a las 18:00 horas en que se inicia las horas punta, es aproximadamente 310 kW. En el mes

de Octubre de 1999 fue 348 kW, en Octubre de 2000 fue 331.6 kW, en Octubre de 2001 fue 354 kW, en Octubre 2002 fue 349.2 kW. Por lo tanto la potencia medida también está dentro de lo esperado de acuerdo a las curvas históricas de potencia.

Evaluación de la medición de la potencia activa en los circuitos de salida del Tablero General

Capacidad de corriente de los cables para soportar la potencia activa de carga

Los cables poseen capacidad para atender las demandas de potencia activa máximas de cada circuito medidas por el analizador. No existe problema de sobrecarga de los cables existentes, hasta un consumo adicional al medido de 30%.

3.1.4 Análisis de las Mediciones de Potencia Reactiva

Medición de la Potencia Reactiva en el Tablero General

- El Gráfico N° 11 (ver Anexo B) corresponde a la medición de la potencia reactiva en el ingreso al Tablero General, y se aprecia que ésta curva de la demanda de potencia reactiva posee similar forma que la potencia activa.
- Se aprecia que la mayor demanda de potencia reactiva se produce de 9:00 a 18:00 horas. La menor demanda de potencia reactiva se da de 00:00 a 6:00 horas. En los intervalos de 18:00 a 23:00 horas y 6:00 a

9:00 horas se produce un decrecimiento y crecimiento, respectivamente, de potencia reactiva.

- En la medición realizada con el analizador se registró una máxima demanda de potencia reactiva de 412 kVAR, producido a las 12:20 horas del 9 de Octubre. El valor mínimo de potencia reactiva medido es 32 kVAR que se registró a las 3:30 horas del 10 de Octubre.
- Durante las horas de mayor consumo, la potencia reactiva varía de 350 a 412 kVAR.
- Durante las horas de menor consumo, la potencia reactiva varía de 32 a 40 kVAR.

Medición de la Potencia Reactiva en la salida de circuitos del Tablero General

Las mediciones de consumo de potencia reactiva están representadas en los gráficos adjuntos en los anexos, mientras que los valores máximos y mínimos de potencia están mostrados en el Cuadro N° 7 (ver Anexo A).

De la Gráfica N° 11 (ver Anexo B) que corresponde a la potencia reactiva medida con el analizador de redes se aprecia que los mayores consumos se están de 9:00 horas a 18:00 horas.

Los menores consumos se dan de 21:00 a 24:00 horas y de 00:00 a 7:00 horas.

Existen circuitos que registran cero (0) de potencia reactiva en horas de la noche debido a que son desenergizados, por lo general de 20:00 a 24:00 horas y de 00:00 a 7:00 horas del día siguiente.

Los circuitos que alimentan a sistemas de cómputo poseen demandas de potencia reactiva en menor proporción, que los circuitos que alimentan a las oficinas para alumbrado, tomacorrientes y cargas especiales.

Evaluación de las Mediciones de Potencia Reactiva

Evaluación de la potencia reactiva en la barra principal del Tablero General

- Del Gráfico N°11 (ver Anexo B), el valor máximo 412 kVAR, registrado a las 12:20 horas del 9 de Octubre, correspondiente a horas fuera de punta. El valor mínimo registrado de 32 kVAR las 2:30 horas del 10 de Octubre también en horas fuera de punta.
- Para reducir el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico se requiere la implementación de un Banco de Condensadores.

Potencia Reactiva de Compensación

- Para determinar la potencia máxima del banco de condensadores, consideramos la máxima demanda de potencia activa registrada en un período de 12 meses consecutivos, de Julio 2002 a Junio 2003. La potencia activa es 470 kW. El factor de potencia medido es 0.65

($\cos\phi_{inicial}$), y proponemos corregir el factor de potencia a 0.96 ($\cos\phi_{final}$). Aplicaremos la siguiente fórmula:

$$Q_c = P \times (\tan \phi_i - \tan \phi_f)$$

De la tabla de diferencias de tangentes, ver Cuadro N° 11, Anexo A, obtenemos la constante 0.88.

$$Q_c = 470kW \times 0.88$$

$$Q_c = 413.6kVAR$$

Eligiendo un valor entero:

$$Q_c = 420kVAR$$

Por lo tanto, la potencia del banco de condensadores debe ser de 420 kVAR, con regulador automático debido a las variaciones del factor de potencia y a la potencia reactiva variable.

3.1.5 Análisis de las Mediciones de Factor de Potencia

Medición del Factor de Potencia en el Tablero General (ver Gráfico N°13 en anexo B)

En el Gráfico N°13 (ver Anexo B) se visualiza el valor de factor de potencia medido con el analizador de redes AR5-M.

- Del gráfico se aprecia que el factor de potencia, durante las horas de mayor consumo, varía de 0.64 a 0.68, mientras que en las horas de menor consumo el factor de potencia varía de 0.67 a 0.72.
- Durante el aumento de carga de 6:00 horas a 9:00 horas, el factor de potencia varía fuertemente disminuyendo por un instante hasta 0.43 a las 7:00 horas.
- Igualmente sucede durante la disminución de carga de 18:00 horas a 24:00 horas, donde el factor de potencia disminuye hasta 0.53.

Evaluación del Factor de Potencia

- Los valores máximos y mínimos del factor de potencia están registrados en el Cuadro N° 7 (ver Anexo A).
- Las variaciones que se aprecian de 0.43 a 0.72 y por ser un sistema eléctrico sin compensación reactiva, variaciones que se controlan con la implementación de un Banco de Condensadores automático.
- Las fuertes variaciones del factor de potencia entre las 6:00 a 9:00 horas y de 18:00 a 24:00 horas es por el incremento de uso de cargas inductivas como por ejemplo los ascensores.

3.1.6 Análisis de las Mediciones de la Variación de Frecuencia

Medición de la variación de Frecuencia (Gráfico N°14 en Anexo B)

- En el Gráfico N°14 se visualiza que la frecuencia varía de 59.8 a 60.2 Hertz. En la medición del circuito N°5, la frecuencia tuvo una variación de 59.7 a 60.3 Hertz.
- Las variaciones más fuertes se da aproximadamente a las 6:00 y a las 18:00 horas.
- Por el resto de las horas, las variaciones de frecuencia son en menor rango, de 59.9 a 60.1 Hertz.
- Los valores máximos y mínimos de la frecuencia, medidos con el analizador de redes están registrados en el Cuadro N°7 (ver Anexo A).

Evaluación de la variación de Frecuencia

- La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos especifica tolerancias admitidas para variaciones sobre la frecuencia nominal, que son:

Variaciones sostenidas **$\pm 0.6\%$**

Variaciones súbitas **± 1.0 Hertz**

En nuestras mediciones vemos que las variaciones sostenidas están en $\pm 0.17\%$ lo cual está dentro de la tolerancia admitida.

Igualmente, de las mediciones observamos que las variaciones súbitas están en ± 0.3 Hertz, que no sobrepasa la tolerancia admitida.

3.1.7 Análisis de las Mediciones de Consumo de Energía Activa

Medición del consumo de energía activa (Gráfico N°15 en Anexo B)

- Del Gráfico N°15 se observa que el consumo de energía activa registrado durante 24 horas en los días 9 y 10 de Octubre, es de:

Consumo 09-Oct-03 3,627.311 kW.h

Consumo 10-Oct-03 1,135.106 kW.h

Consumo total 4,762.417 kW.h durante 24 horas

Evaluación del consumo de energía activa

- Para estimar el consumo mensual, considerando que el consumo registrado por el analizador de redes es de 24 horas en días laborables típicos, consideraremos que en los días no laborables el consumo de energía está cerca de 30% del consumo de energía con respecto al consumo en día laborable.

Entonces tenemos:

Consumo mensual de energía activa en días laborables:

$$4,762.417 \text{ kW.h} \times 22 \text{ días} = 104,773.174 \text{ kW.h}$$

Aproximando el consumo mensual de energía activa en días no laborables:

$$4,762.417 \text{ kW.h} \times 0.3 \times 9 \text{ días} = 12,858.526 \text{ kW.h}$$

Entonces el consumo de energía activa mensual estimado es 117,632 kW.h. Este valor está dentro de lo esperado de acuerdo a la curva de consumo de energía activa.

3.1.8 Análisis de las Mediciones de Consumo de Energía Reactiva

Medición del consumo de energía reactiva (Gráfico N°16 en Anexo B)

Del Gráfico N°16 se observa que el consumo de energía reactiva registrado durante 24 horas en los días 9 y 10 de Octubre, es de:

Consumo 09-Oct-03 4,346.110 kVAR.h

Consumo 10-Oct-03 1,342.925 kVAR.h

Consumo total 5,689.536 kVAR.h durante 24 horas

Evaluación del consumo de energía reactiva

Estimando los consumos de manera similar que el consumo de energía activa, entonces tenemos:

Consumo mensual de energía reactiva en días laborables:

5,689.536 kVAR.h x 22 días = 125,169.792 kVAR.h

Consumo mensual de energía reactiva en días no laborables:

5,689.536 kVAR.h x 0.3 x 9 días = 15,361.747 kVAR.h

Entonces el consumo de energía reactiva mensual estimado es 140,531 kVAR.h.

Este valor está dentro de lo esperado de acuerdo a la curva de consumo de energía reactiva.

3.1.9 Análisis de las Mediciones de los Armónicos de la Onda de Tensión

Medición de los armónicos de la onda de tensión (Gráfico N°17 en Anexo B)

La Gráfica N°17 corresponde a la medición de la distorsión de la onda de tensión, medido con el analizador de redes

La máxima distorsión de la onda de tensión (%VTHD) es 3.4% y la mínima de 1.2%.

Evaluación de los armónicos de la onda de tensión

La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos especifica que la tolerancia máxima admitida es 5% con respecto a la tensión nominal.

La medición realizada arroja una distorsión de la onda de tensión (%VTHD) máxima de 3.4%, lo cual es admitido por la norma.

3.1.10 Análisis de las Mediciones de los Armónicos de la Onda de Corriente

Medición de los armónicos de la onda de corriente (Gráfico N°18, Anexo B)

- La Gráfica N°18 corresponde a la medición de la distorsión armónica de la onda de corriente, con el analizador de redes.
- La máxima distorsión de la onda de corriente (%ITHD) es 10.5% y la mínima de 2.9%.
- La distorsión de la onda de corriente (%ITHD) en la horas de mayor consumo es 4.9%.

Evaluación de los armónicos de la onda de corriente

- La distorsión de la onda de corriente (%ITHD) durante las horas de menor consumo, es mayor, a pesar que en la tensión sucede que el %VTHD es menor.
- Los armónicos de corriente, que se aprecia en horas de menor consumo, son generados por cargas eléctricas cuyo consumo no es lineal, como computadoras, que emplean circuitos internos de rectificación o fuente de poder.
- Se requiere centralizar las cargas de cómputo que estén alimentados directamente al sistema eléctrico, para aislarlos a través de transformadores de aislamiento, que atenúen la intensidad de los armónicos de corriente.

3.2 Análisis de Cargas

3.2.1 Determinación de la Calificación Eléctrica

La calificación del cliente está dada por la fórmula:

$$CC = \frac{EA_{HP}}{N^{\circ}HP_{mes} \times MD_{TOTAL}}$$

Si el resultado es mayor o igual a 0.5, el cliente es calificado como cliente presente en horas punta, caso contrario será considerado como cliente presente en horas fuera de punta.

El caso más desfavorable para que el cliente sea calificado como presente en horas punta, la Máxima Demanda total sea la menor, y la Energía Activa en horas punta del mes sea la mayor posible, y el número de horas punta del mes de los días laborables sea menor.

Haciendo una simulación de un caso desfavorable para la calificación del cliente, tenemos:

$$EA_{HP} = 24,400 \text{ kW.h} \quad (\text{Febrero 2000})$$

$$N^{\circ}Hp_{mes} = 130 \text{ horas} \quad (26 \text{ días laborables})$$

$$MD_{TOTAL} = 434.4 \text{ kW} \quad (\text{Noviembre 1999})$$

Reemplazando valores:

$$CC = 0.432$$

Por lo tanto, la calificación eléctrica del cliente, el MINCETUR, será como usuario presente en horas fuera de punta, lo cual es conveniente para la aplicación de costos de tarifas eléctricas.

3.3 Balance de la Energía y Potencia

El consumo de energía activa está distribuida de acuerdo al cuadro de Balance de energía eléctrica, donde se aprecia que entre los circuitos de mayor consumo están C2 que alimenta a los pisos Sur 8, 9, 10, 11; C8 que alimenta a los pisos Sur 12, 13, 14, 15, 16; C9 que alimenta a los pisos Norte 8, 9, 10, 11; y C10 que alimenta a los pisos Sur 2, 3, 4, 5, 6. Estos circuitos consumen en su conjunto, cerca del 30% del consumo total del edificio.

La demanda máxima de potencia está distribuida de acuerdo al Cuadro N°8 que corresponde a la distribución de la máxima demanda.

3.4 Evaluación de la Tarifa Eléctrica

Para la evaluación de la tarifa eléctrica más económica se ha realizado una simulación, utilizando el software AMIGO TARIFARIO, del Programa de Ahorro de Energía PAE, considerando los registros de un período de 12 meses consecutivos, de Julio 2002 a Junio 2003.

Los resultados de la simulación se muestran en el Cuadro N°9 (ver Anexo A).

Resultado.

La tarifa más económica resulta la **MT3**.

3.5 Corrección del Factor de Potencia

Para mejorar el Factor de Potencia de la carga eléctrica del MINCETUR se requiere una compensación reactiva centralizada con un Banco de Condensadores Automático, equipamiento que va a compensar la Energía Reactiva inductiva.

Tenemos el siguiente diagrama de potencias; ver figura 3,1

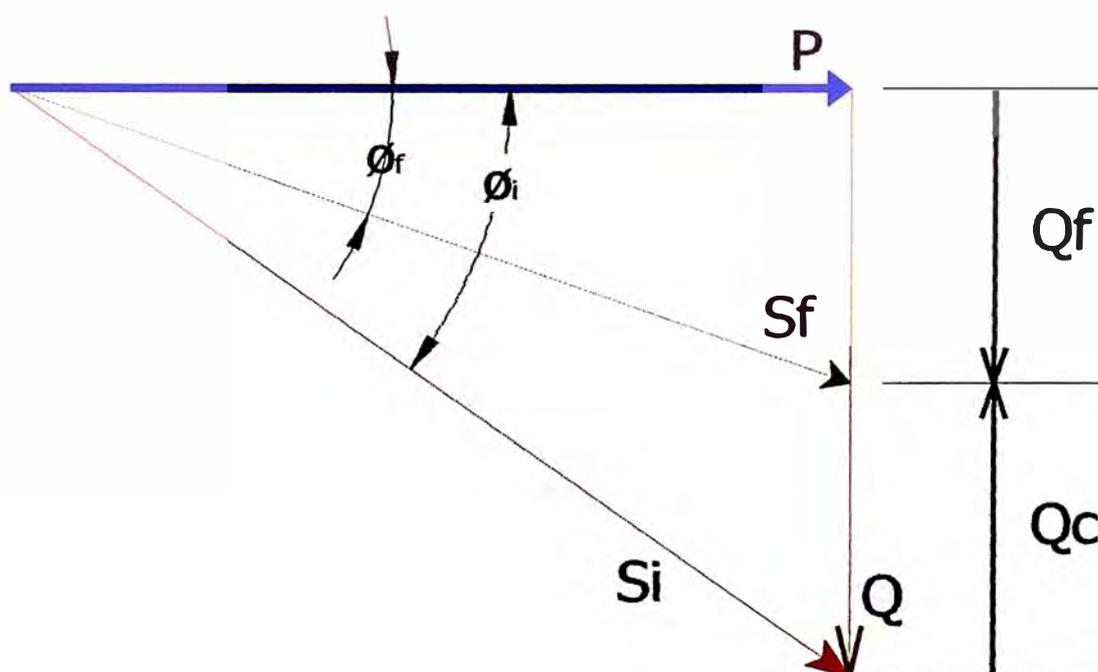


Figura 3,1. Diagrama de Potencias

Donde:

P = Potencia Activa

Q = Potencia Reactiva

S_i = Potencia Actual del Circuito

S_f = Potencia con compensación Reactiva

Q_f = Potencia Reactiva después de la compensación.

Q_c = Potencia Reactiva a compensar. (Banco de Condensadores)

Donde:

$$Q_c = Q - Q_f$$

$$Q = P \times \tan\theta_i$$

$$Q_f = P \times \tan\theta_f$$

$$Q_c = P \times (\tan\theta_i - \tan\theta_f)$$

Dimensionamos el banco de condensadores, considerando los valores de los consumos en un período de 12 meses, de Julio 2002 a Junio 2003.

La máxima demanda de potencia activa en dicho período es 470 kW. El factor de potencia medido es 0.65 ($\cos\theta_{inicial}$). Proponemos corregir el factor de potencia a 0.96 ($\cos\theta_{final}$).

El valor de $(\tan\theta_i - \tan\theta_f)$, de acuerdo al Cuadro N°11 (ver Anexo A), es igual a 0.88.

Reemplazando éstos datos a la fórmula anterior, tenemos:

$$Q_c = 470kW \times 0.88$$

$$Q_c = 413.6kVAR \approx 420kVAR$$

Se concluye que para corregir el factor de potencia a 0.96 y eliminar los costos por consumo de energía reactiva, se requiere un banco de condensadores de 420 kVAR, con regulación automática.

CAPITULO IV CALIDAD DE LA ENERGÍA

Para evaluar el estándar de calidad que posee el sistema eléctrico del MINCETUR, se ha revisado los resultados de las mediciones registradas por el analizador de redes. Estas mediciones son comparadas con las indicaciones de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

4.1.- Evaluación del Porcentaje de Variación de Tensión

La tensión, reflejado en el Gráfico N°7 (ver Anexo B), durante el período de medición, está variando permanentemente, registrando el valor mínimo de 219.7 Voltios y el valor máximo de 232.09 Voltios; ver cuadro 4,1.

Cuadro 4,1: Tensiones

TENSIONES MAXIMAS Y MINIMAS (VOLTIOS)			
(REGISTRADOS POR EL ANALIZADOR DE REDES)			
FASES	1-2	2-3	3-1
MAXIMAS	232.09	232.09	232.09
MINIMAS	221.70	221.70	219.70

Para evaluar la calidad de la tensión recibida, tomamos en cuenta la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos que indica que la

tolerancia admitida sobre la tensión nominal de los puntos de entrega, es de hasta $\pm 5.0\%$ de la tensión nominal.

De los valores máximos medidos obtenemos:

$$\% \Delta V_{max} = +5.49\%$$

De los valores mínimos medidos obtenemos:

$$\% \Delta V_{min} = -0.014\%$$

La tensión recibida del concesionario de electricidad presenta una sobretensión de 5.49%, valor que excede la tolerancia máxima de la norma de calidad.

Evaluación.-

Existe una sobretensión de 5.49%. Se considera que la tensión es de mala calidad si sus variaciones se encuentran fuera del rango de la tolerancia que indica la norma, por un tiempo superior al 3% del período de medición.

Conclusión.-

El MINCETUR debe solicitar a OSINERG las mediciones de control de la tensión en el punto de alimentación eléctrica.

4.2.- Evaluación del Porcentaje de Variación de la Frecuencia

La frecuencia registrada por el analizador de redes, reflejada en el Gráfico

N°14 (ver Anexo B), varía de 59.8 a 60.2 Hertz, en las mediciones en el ingreso del Tablero General. En las mediciones del circuito N°5, que también está ubicado en el Tablero General, se registró las variaciones de la frecuencia de 59.7 a 60.3 Hertz.

Evaluación.-

Para evaluar la calidad de la frecuencia de la red, tomamos en cuenta la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos que indica que las tolerancias admitidas sobre la frecuencia nominal son:

Variaciones sostenidas $\pm 0.6\%$

Variaciones súbitas ± 1 Hertz

Las variaciones sostenidas registradas están entre 59.9 y 60.1 Hertz, que representa $\pm 0.17\%$, lo cual está dentro de la tolerancia admitida. Las variaciones súbitas medidas están entre 59.7 y 60.3 Hertz, equivalente a ± 0.3 Hertz, que no sobrepasa la tolerancia admitida.

Conclusión.

La frecuencia está conforme, dentro de las tolerancias admitidas por las normas de calidad.

4.3.- Evaluación del Porcentaje de Distorsión de la Onda de Tensión

De acuerdo al registro del analizador de redes, representado en el Gráfico

N°17 (ver Anexo B), la máxima distorsión de la onda de tensión (%VTHD) es 3.4% y la mínima de 1.2%.

Evaluación.-

La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos especifica que la tolerancia máxima admitida es 5% con respecto a la tensión nominal. La medición realizada reporta una distorsión de la onda de tensión (%VTHD) máxima de 3.4%, lo cual está dentro de los valores admitidos por la norma de calidad.

Conclusión.

La distorsión de la onda de tensión se encuentra dentro de las tolerancias admitidas por las normas de calidad, lo cual es conforme.

4.4.- Evaluación del porcentaje de distorsión de la onda de corriente

Del gráfico obtenido por el analizador de redes, Gráfico N°18 (ver Anexo B), la máxima distorsión de la onda de corriente (%ITHD) es 10.5% y la mínima de 2.9%. Además, de los gráficos se observa que la distorsión de la onda de corriente (%ITHD) en la horas de mayor consumo es 4.9%, mientras que en horas de menor consumo, la distorsión de corriente llega a 10.5%.

Evaluación.-

De la evaluación realizada en el capítulo anterior, existen armónicos de corriente a consecuencia de la distorsión de la onda de tensión recibida del

concesionario de electricidad. Este componente de distorsión, sumado a las emisiones de armónicos de corriente debido a las cargas electrónicas internas del MINCETUR, llegan a %ITHD 4.9% en horas de mayor consumo y 10.5% en horas de menor consumo.

El componente de distorsión de corriente generado por la emisión de armónicos de las cargas electrónicas internas del MINCETUR, ocasiona que los equipos electrónicos tengan una operación errática. Además, este problema ocasiona que se produzcan recalentamientos en los conductores eléctricos, falla prematura de los componentes de equipos de cómputo, disparo de interruptores.

Se debe reducir la distorsión de corriente para que el sistema eléctrico del edificio opere dentro de los márgenes de calidad. Para ello se deberá identificar y centralizar las cargas no lineales (electrónicos, de cómputo) para someterlos por un equipamiento (transformador de aislamiento) capaz de asimilar las corrientes armónicas.

Conclusión.-

Centralizar las cargas no lineales (electrónicos, de cómputo) que estén conectados directamente a la red interna de electricidad, para someterlos por un filtro de armónicos capaz de asimilar las corrientes armónicas.

CAPITULO V GESTIÓN ENERGÉTICA

Para lograr una gestión energética eficiente se requiere organizar la información de tal manera que se cuente con:

- Elaboración de base de datos
- Contar con información de facturación de servicios, consumo de materiales para el desarrollo de las actividades, procedimientos de trabajo de cada sector.
- Evaluar el consumo de energía específica por cada área o sector.
- Análisis de datos y comparación con valores históricos.

Con la información recopilada del MINCETUR, como copia de facturación de consumo de energía eléctrica, reporte de consumos eléctricos históricos proporcionados por Luz del Sur, procederemos a analizar las oportunidades de ahorro de energía con el cambio de tarifa y la compensación reactiva.

5.1.- Cambio Tarifario

Antes de haber optado por el cambio de la tarifa, se ha realizado el análisis

de los registros históricos del consumo de energía activa y reactiva, de la demanda de potencia, y se ha evaluado la tendencia de los consumos.

Luego de ello, se ha realizado el modelamiento de facturación, con la información de un período de 12 meses, utilizando el programa AMIGO TARIFARIO, obteniéndose el reporte del Cuadros N° 9 (ver Anexo A) con el siguiente resumen de simulación de la facturación:

En tarifa MT2:	S/. 35,948.13
En tarifa MT3:	S/. 31,226.56 (**)
En tarifa MT4:	S/. 31,626.01
En tarifa BT2:	S/. 52,033.08 (***)
En tarifa BT3:	S/. 44,126.10 (*)
En tarifa BT4:	S/. 44,561.92

La tarifa actual (*) BT3 se encuentra entre las opciones con facturación no económica, ubicándose en el cuarto lugar, en orden ascendente.

La tarifa más económica es la MT3 (**) cuyo monto representa el 70.77% del monto en BT3.

La tarifa menos económica es la BT2 (***) cuyo monto representa el 117.92% del monto en BT3.

Dimensionamiento de la Subestación Eléctrica

Para el dimensionamiento de la subestación eléctrica se ha tomado en cuenta el factor de potencia medido por el analizador $\cos\phi = 0.65$, y la máxima demanda de potencia activa histórica de las mediciones de Luz del Sur, 476 kW.

Tenemos los siguientes parámetros de diseño:

$$\cos\phi = 0.65$$

$$Potencia = 476 \text{ kW}$$

Calculando la potencia aparente:

$$S = \frac{476}{0.65} = 732.31 \text{ KVA}$$

Por lo tanto seleccionamos:

Subestación de 800 KVA tipo compacta pedestal

Conclusión.-

La Tarifa más económica, y conveniente para el cumplimiento de los objetivos de la gestión energética es la Tarifa **MT3**.

5.2.- Dimensionamiento de Condensadores de Compensación

Para el dimensionamiento del banco de condensadores se ha tomado

en cuenta el factor de potencia medido por el analizador, $\cos\varnothing_{inicial} = 0.65$, y el factor de potencia a la cual recomendamos llegar, a $\cos\varnothing_{final} = 0.96$.

Cabe aclarar que el objetivo de la gestión energética no sólo es reducir los costos por consumo de energía reactiva, sino que además, se debe buscar formas de ahorro de energía como reducir las pérdidas en los conductores eléctricos, y una de esas formas es mejorando el factor de potencia.

Dimensionamiento del banco de condensadores considerando el factor de potencia 0.96.-

Tenemos los siguientes parámetros de diseño:

$$\cos\varnothing_{final} = 0.96$$

$$Potencia = 470 \text{ kW}$$

$$\cos\varnothing_{inicial} = 0.65$$

Tenemos el siguiente diagrama de potencias; ver figura 5,1

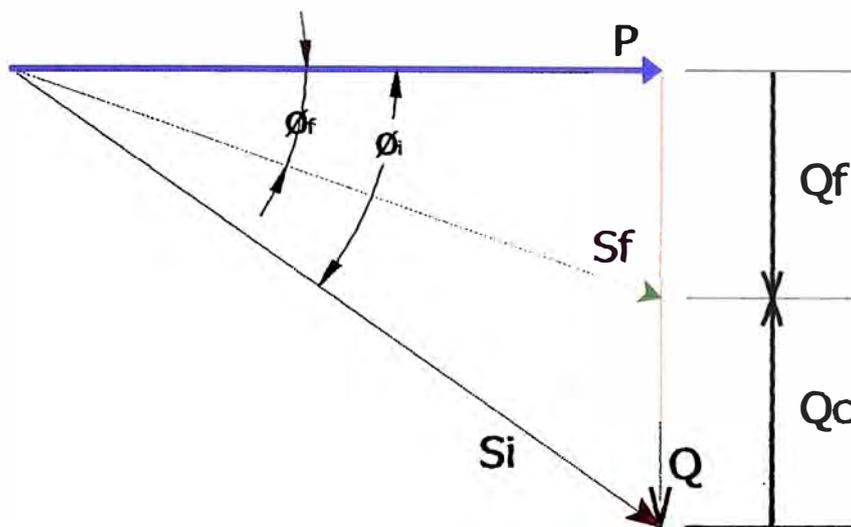


Figura 5,1. Diagrama de Potencias

Donde:

P = Potencia Activa

Q = Potencia Reactiva

S_i = Potencia Actual del Circuito

S_f = Potencia con compensación Reactiva

Q_f = Potencia Reactiva después de la compensación.

Q_c = Potencia Reactiva a compensar. (Banco de Condensadores)

Del gráfico se deduce:

$$Q_c = Q - Q_f$$

$$Q_i = P \times \tan\phi_i$$

$$Q_f = P \times \tan\phi_f$$

$$Q_c = P \times (\tan\phi_i - \tan\phi_f)$$

De los parámetros de diseño:

$$\varnothing_{inicial} = 49.46^\circ$$

$$\varnothing_{final} = 16.26^\circ$$

Reemplazando valores:

$$Q_c = 470 \times (1.17 - 0.29)$$

$$Q_c = 413.6 \text{ kVAR}$$

Seleccionamos la potencia a un valor comercial:

$$Q_c = 420 \text{ kVAR}$$

Dimensionamiento del banco de condensadores utilizando el software **BANCONDENSER.-**

En el Cuadro N°10 (ver Anexo A) se muestra el reporte del software BanCondenser. La Energía Activa y la Energía Reactiva ingresados como datos corresponden al mes de Febrero 2003, donde se registraron los mayores consumos en un período de 12 meses.

Como resultado, el software indica que la potencia del banco de condensadores es 398.13 kVAR. Esto se debe a que éstos resultados son también aproximados, ya que en dicho reporte el factor de potencia inicial es 0.67, lo cual es diferente al factor de potencia medido con el analizador de redes, igual a 0.65. Comparando ambos resultados, determinamos que la potencia del banco de condensadores será de 420 kVAR.

Conclusión.-

El banco de condensadores para la compensación reactiva a implementar en el edificio del MINCETUR deberá ser:

Tipo de Compensación: Global

Potencia del banco de condensadores: 420 kVAR (4x40kVAR + 8x30kVAR + 1x20kVAR), en 220 Voltios, 60 Hertz.

Control con regulación automática de 12 pasos

5.3.- Márgenes de Ahorro

Márgenes de Ahorro con el Cambio de Tarifa.

Teniendo en cuenta el modelamiento para un período de 12 meses (de Julio 2002 a Junio 2003), mostrado en el Cuadro N° 9 (ver Anexo A), que corresponde al reporte del software "Amigo Tarifario", se observa que la tarifa más económica es MT3, cuyo margen de ahorro lo veremos a continuación.

En BT3, el importe de facturación es S/. 44,126.10

En MT3, el importe de facturación sería S/. 31,226.56, que representa S/. 12,899.54 menos que en BT3, que aplicándole el impuesto general a las ventas, y transformándolo a Dólares, con el tipo de cambio S/. 3.50 por Dólar, se obtiene:

Ahorro mensual: \$ 4,385.84

Ahorro anual: \$ 52,630.08

Márgenes de Ahorro con la Compensación Reactiva

Considerando los consumos de energía reactiva durante un período de 12 meses consecutivos, de Julio 2002 a Junio 2003, de acuerdo al Cuadro N° 4 (ver Anexo A) se ha obtenido un gasto anual de \$ 19,419.83, que dividido entre los 12 meses, se tiene un gasto promedio mensual de \$ 1,618.32, montos que serán eliminados aplicando la compensación reactiva con el banco de condensadores.

Por lo tanto, de implementar el banco de condensadores se obtendría el siguiente ahorro:

Ahorro mensual: \$ 1,618.32

Ahorro anual: \$ 19,419.83

Márgenes de Ahorro por Reemplazo de Lámparas

Determinación del Ahorro por el reemplazo de Lámparas

El ahorro se logra por la disminución de Energía Activa demandada de un sistema de iluminación al ser reemplazadas las lámparas actuales por lámparas de mayor eficiencia. El margen de ahorro por reemplazo de las lámparas se muestra a continuación; en el cuadro 5,1.

Cuadro 5,1: Márgenes de Ahorro

DESCRIPCION	Lámpara Actual	Lámpara Propuesta
Tipos de lámpara a comprar	T-12 / 40W	T-8/36W-11-860
N ° de Lámparas	2	2
Potencia de Lámparas	40	36
Costo de Lámpara (US\$) sin IGV	1.45	2
Vida Útil promedio (horas)*	9,500	12,000
Tiempo de uso anual, por 12 horas/día	3,600	3,600
Costo de la energía (US\$/KW-H)	0.040	0.040
Costo por demanda de potencia (US\$/KW)	11.14	11.14
Costo del consumo anual de energía (US\$)	11.52	10.37
Costo del consumo anual de potencia (US\$)	10.69	9.62
Costo anual de reposición (US\$)	1.10	1.20
Costo anual total (US\$)	23.31	21.19
Ahorro anual por cambio de 02 lámparas (US\$)	2.12	
Ahorro anual por cambio de 1,867 pares de lámparas (US\$)	3,958.04	

*Datos técnicos tomados de Catálogo Philips 2003-2004 e Informe técnico de Osram-Dekatec.

- Inversión por reemplazo de lámparas US\$ 7,468.00
- Recupero de inversión 23 meses

Márgenes de ahorro por reducción de pérdidas:

Una de las alternativas de ahorro en pérdidas, es el cambio de los reactores existentes que son del tipo electromagnético; por los de mejor rendimiento, es decir del tipo electrónico.

El cálculo del margen de ahorro se muestra a continuación; en el cuadro 5,2.

Cuadro 5,2: Margen de Ahorro

DESCRIPCION	Sistema Actual	Sistema Propuesto
Número de Reactores	2	1
Potencia de lámparas	40	40
Potencia del reactor (W)	10	6
Potencia del sistema (2 lámparas)	100	86
Precio del reactor (US\$)	2	14
Vida útil reactor (Horas)	50,000	100,000
Tiempo de uso anual por 12 h/día (horas)	3,600	3,600
Costo de la energía (US\$/KW-H)	0.040	0.040
Costo por demanda de potencia (US\$/KW)	11.14	11.14
Costo de consumo anual del reactor (US\$/Año)	2.88	0.86
Costo de consumo anual de potencia (US\$)	2.67	0.80
Costo anual de reposición (US\$)	0.29	0.50
Costo anual total (US\$)	5.84	2.16
Ahorro anual por cambio de 02 reactores (US\$)	3.68	
Ahorro anual por cambio de 1,867 pares de reactores (US\$)	6,870.56	

- Inversión por reemplazo de reactores US\$ 26,138.00
- Recupero de inversión 46 meses

Márgenes de Ahorro en el Sistema de Aire Acondicionado

- Una cuantificación de los ahorros en el consumo de energía eléctrica por utilización eficiente de los equipos de aire acondicionado, se muestra a continuación:

- Ahorro por uso de ventiladores de pie en lugar del uso del equipo de aire acondicionado para circulación de aire.

- Tiempo de uso de equipo de aire acondicionado como ventilador.

Enero: $20\% \times 225 = 45$ horas

Abril: $40\% \times 225 = 90$ horas

Total = 135 horas

- Consumo de Energía = $87 \times 135 \times 0.5 = 5872.5$ KW-H

- Consumo de energía de ventiladores de pie:

$0.050 \text{KW} \times 135 \times 67 = 452.25$ KW-H

- Ahorro en consumo de energía = $5,420.25$ KW-H

- Costo unitario = 0.040 US\$/KW-H

- Ahorro = 216.81 US\$

- Ahorro por mantener una temperatura interior de 20°C como mínimo.

- Tiempo de uso del equipo de aire acondicionado a temperatura interior de 18°.

$$\text{Enero} = 70\% \times 225 = 157.50$$

$$\text{Febrero} = 100\% \times 225 = 225.00$$

$$\text{Marzo} = 100\% \times 225 = 225.00$$

$$\text{Abril} = 40\% \times 225 = 90.00$$

$$\text{Total} = 697.50 \text{ hs}$$

- Consumo de energía = $87\text{KW} \times 697.5 \text{ hs} \times 0.08 \times 2 = 9,709.20$

- Costo unitario = 0.040 US\$/KW-H

- Ahorro = 388.37 US\$

- **Totalización de Ahorros:** Aún cuando puedan cuantificarse cada una de las acciones de utilización eficiente y optimización del funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, sólo consideramos los márgenes de ahorro desarrollados:

- Ahorro en consumo de energía = $5,420.25 + 9,709.20 = 15,129.25$

- Costo unitario = 0.040 US\$/KW-H

- Ahorro = US\$ 605.17

- % Ahorro respecto al costo total de energía: 0.36%

- Inversión 0.00

Márgenes de Ahorro en Ascensores

En caso de la imposibilidad de implementarse el banco de condensadores indicado en 5.3, se puede instalar un banco formado por siete (07) condensadores de 15 KVAR cada uno.

Evaluación:

El consumo de energía reactiva es considerable, por lo que se amerita acciones de disminución.

El consumo de energía reactiva es 286.20% superior respecto al consumo de energía activa; considerando que solo el 30% es aceptado por el Concesionario, se está pagando el equivalente al 256.20% adicional por la presencia de la potencia reactiva.

El sistema requiere compensación con condensadores, y una propuesta se indica a continuación:

El consumo anual de energía del ascensor en estudio proyectado a la batería de 7 ascensores será:

Energía activa:

$132.168523 \times 365 \times 7 = 337690.5762$ KW-H/año

El 30% de la energía activa será: **101,307.1728 KW-H/año**

Energía reactiva:

$378.276393 \times 365 \times 7 = 966,496.1841$ KVAR-H/año

Energía reactiva a pagar: $966,496.1841 - 101,307.1728 = 865,189.0113$

KVAR-H

Costo unitario: USA 0.01251/KVAR-H

Costo de energía reactiva: **USA 10,823.50 / año**

Con la colocación de 7 unidades de condensadores de 15KVA se elimina el pago por la energía reactiva, y un aproximado de costo de inversión será:

- Inversión: Suministro e instalación de 07 condensadores de 15 KVAR c/u
USA 1,575.00.
- Recupero: El costo de inversión se considera pagado en dos meses de operación.

El ahorro por eliminación de reactiva será: **USA 10,823.50/ año.**

- Una posibilidad de ahorro a considerar en ascensores, consiste en una remodelación completa de todas las unidades.

- Esta alternativa se justifica, por el cambio de tecnología en los equipos de tracción y en sus controles.

- Los ascensores modernos presentan motores de alta eficiencia y variadores de frecuencia en su parte de tracción, y controladores lógicos programables en sus controles.
- Los márgenes de ahorro de una remodelación completa están en el orden del 35% del consumo de energía.
- Consumo de energía = $337,690.576 \times 0.115 = 38,834.41$ USA
- Ahorro por remodelación = $38,834.41 \times 35\% = 13,592.04$ USA

Márgenes de Ahorro por Reducción de Pérdidas por Efecto Joule en el Alimentador Principal

Las pérdidas por efecto Joule en el cable alimentador las podemos reducir aumentando la sección de dicho cable.

Pérdidas actuales por efecto Joule

El sistema eléctrico actual cuenta con un alimentador principal que consta de dos temas de cable tipo NKY de 300 mm² de sección.

La corriente en horas de mayor consumo resulta 1,657 Amperios (de 07:00 a 18:30 horas), correspondiente a la máxima demanda promedio de 12 meses consecutivos, del Cuadro N°9 (ver anexo 1) que es 410.08 kW.

En horas de menor consumo, la corriente promedio resulta 113.67 Amperios (de 18:30 a 24:00 y de 0:00 a 07:30 horas).

La resistencia por fase, resulta 9.625×10^{-4} Ohms.

Con estos valores la energía que se pierde por efecto Joule es de 32,016.41 kW.h al año.

La facturación por energía y por potencia correspondiente a estas pérdidas resultan: **\$ 3,273.74 al año.**

Pérdidas por efecto Joule reemplazando el cable alimentador

Debido a que el cable existente presenta sobrecarga en su operación, es necesario su reemplazo; y en el proyecto de remodelación se considera el cambio del cable alimentador a 4 temas de cable NYY de 300 mm².

En estas nuevas condiciones, la resistencia del conductor se reduce al 50%, por lo tanto, la facturación por energía y por potencia correspondiente a las nuevas pérdidas resultan: **\$ 1,636.87 al año.**

Margen de Ahorro: \$1,636.87 al año.

- Inversión US\$ 10,560.50
- Recupero de inversión 78 meses

Nota: Es prioritario el reemplazo del cable alimentador debido a que se encuentra sobrecargado, con 61% de corriente adicional a su capacidad normal. El cambio del alimentador no solamente significará un ahorro económico, sino, principalmente otorgará un margen aceptable de **SEGURIDAD y CONFIABILIDAD** al sistema. De no realizarse el cambio, es

inminente el colapso del cable alimentador existente, de consecuencias imprevisibles y difíciles de cuantificar.

CAPITULO VI EVALUACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EXISTENTE

Las Instalaciones Eléctricas del Edificio de MINCETUR descritas en el capítulo 2.6; presentan algunas deficiencias.

A continuación se presenta una verificación insitu de las deficiencias más notables encontradas en la inspección realizada.

6.1 Verificación del Tablero General

Se verificó que las dimensiones de los módulos, especialmente los que contienen los interruptores de circuitos para atención a pisos, son angostos comparados con las longitudes de los interruptores que se han utilizado (ver foto N°03 del Anexo E).

Se verificó que la Sala del Tablero General es utilizada como depósito de extinguidores, artefactos fluorescentes, muebles y materiales varios; no pudiéndose abrir la puerta posterior del Tablero por la acumulación de objetos extraños. Esta situación no permitiría un accionar rápido y seguro en casos de contingencias en el sistema eléctrico (ver foto N°04 del Anexo E).

6.2 Verificación del Alimentador Principal

Se ha verificado que el alimentador principal está funcionando sobre el límite

de su capacidad de conducción, por lo que experimenta un calentamiento por efecto joule, que desplaza el aceite impregnado en el papel de celulosa contenido en su interior.

Este aceite se está desbordando sobre las barras de cobre que llegan al interruptor general, pudiéndose observar la superficie de la cubierta vertical de fierro, la puerta posterior y las propias barras de cobre, completamente manchadas por el indicado aceite, y un cúmulo de aceite solidificado yace en la cubierta horizontal inferior del punto de conexión conductor-barra y sobre el piso del módulo N° 01 del Tablero General (ver fotos N°06. 07 y 08 del Anexo E).

6.3 Verificación del Módulo 1

Se verificó que el gabinete del módulo 01, en su parte posterior, se encuentra abarrotado con montículos de aceite solidificado, proveniente del conductor alimentador NKY (ver fotos N°06, 07 y 08 del Anexo E).

Se verificó la ausencia de un programa de mantenimiento que permita avalar un accionamiento automático ante un súbito requerimiento de sobrecorriente o de cortocircuito; esto aún cuando el dimensionamiento y procedencia de fabricación del interruptor general son los adecuados; siendo posible que los componentes al interior del aparato, no respondan adecuadamente por encontrar su camino de recorrido o desplazamiento atascado con partículas extrañas y polvo producto de la polución y su falta de limpieza, y por la falta de operación periódica.

Se verificó además, el funcionamiento permanente del Interruptor General por más de 33 años, lo que revela que ha sobrepasado el tiempo de vida útil y por consiguiente está en la etapa de envejecimiento y fatiga de material y obsolescencia.

6.4 Verificación del Módulo 2

Se verificó que, el montaje de los interruptores de éste módulo es del tipo horizontal, y considerando que son del tipo caja moldeada, de características robustas; el ancho del módulo apenas puede alojarlos en esa posición.

Esta disposición de montaje ha obligado a maniobras de estrangulamiento de los extremos terminales de los conductores montantes para su ingreso al interruptor de caja moldeada.

Es así como se verifica que, el conductor montante que sale del interruptor termomagnético, forma un ángulo recto a escasos 2 (dos) centímetros de su salida, para no tocar el parante de fierro del módulo; esto se aprecia en ambos extremos de los interruptores en el módulo (ver foto N°09 del Anexo E).

Como consecuencia, los conductores están sometidos a una fuerza mecánica de extracción, por la inercia o tendencia del extremo del mismo a recuperar su posición original.

Por otro lado se verificó que las barras verticales que toman la energía de las principales, por la parte superior del módulo, están peligrosamente cerca

de la puerta de acceso posterior; debiendo tomarse las precauciones del caso para su inspección o para la ejecución de alguna labor. Una previsión mínima para el operario es que utilice un casco de protección.

Incidente.-

Durante el proceso de medición, y en el momento de colocar la tenaza amperimétrica del equipo de medición AR5, Analizador de Redes; éste ligero movimiento, efectuado en la parte posterior del módulo a la altura de la zanja de los conductores, a 1.30 MT del interruptor, produjo la desconexión del conductor del circuito No 01.

El mismo se separó de su terminal, que quedó conectado al interruptor, sujeto por stoboles exagonales.

Se verificó que el conductor estaba totalmente suelto, flojo, sin ajuste respecto de su propio terminal.

Esta situación se explica por la maniobra al que ha sido sometido el extremo del conductor, que lo ha dejado sometido a una fuerza mecánica de extracción indicada líneas arriba.

Como la maniobra se ejecutó en un punto relativamente lejano del punto de desconexión, no hubo daños personales, pero sí la desconexión produjo un arco, que conjuntamente con los posteriores trabajos de reposición de la continuidad del servicio, dejaron sin energía los pisos 12 al 16 por alrededor de 45 minutos.

Es de indicar que, en su salida, el conductor llegó a tocar la estructura de fierro del Módulo No 02, vale decir, del propio Tablero General, pero lo hizo con el codo de 90°, que está protegido con su cubierta de aislamiento; lo que evitó mayores daños.

Este incidente puso al descubierto la ausencia total de mantenimiento del Tablero General, puesto que al revisar los ajustes de los otros alimentadores, se observó la misma situación de conductores flojos sometidos a fuerza mecánica de extracción; todos los cuales fueron ajustados por nuestro personal (ver foto N°10 del Anexo E).

También se verificó que el personal técnico del MINCETUR, no cuenta con las herramientas adecuadas para operar los terminales como llaves exagonales, ratchet, guantes dieléctricos, etc.; y tampoco ha recibido capacitación suficiente para enfrentar contingencias de ésta naturaleza.

6.5 Verificación del Módulo 3

Se verificó que, el montaje de los interruptores de éste módulo es del tipo vertical y muestran holgura en sus conexiones.

También se verificó que el conductor que sale de la llave N° 15, cruza por sobre las otras montantes y sube por el ducto de llegada de las barras principales del módulo N° 01.

En consecuencia su forma de instalación o tendido, no brinda las garantías de aislamiento para una eventual necesidad de manipulación por requerimiento técnico.

6.6 Verificación del Módulo 4

Se verificó el ordenamiento del tendido de cables en su instalación, así como también el recorrido de los mismos uno junto al otro, lo que genera una disminución en la capacidad de conducción de los cables.

6.7 Verificación del Módulo 5

Se verificó que, en este módulo se recibe la energía normal desde el circuito N°14 con conductores N°4/0 AWG-THW y la energía del Grupo Electrónico en casos de falta de fluido eléctrico del Concesionario. La transferencia se efectúa manualmente, por personal calificado. Las barras de emergencia se ubican en este módulo y el siguiente.

6.8 Verificación del Módulo 6

Se verificó que, estas cargas conjuntamente con las del módulo anterior, forman la carga de emergencia.

Se determinó que ante la falta de fluido eléctrico del concesionario, se atiende solamente a las cargas de este módulo por falta de capacidad del Grupo Electrónico.

6.9 Verificación del Grupo Electrónico

Se verificó que se hace funcionar al grupo electrógeno una vez a la semana en vacío por aproximadamente media hora. También se verificó que los bornes de la batería del grupo presentan visible sulfatación.

6.10 Verificación de Montantes

Se verificó que los conductores montantes son los originales del edificio, en consecuencia el tiempo de vida útil por su operación constante, está ya en el límite.

6.11 Verificación de Ductos Montantes

Se verificó que la instalación de los ductos montantes se encuentran en buen estado.

Se ha verificado que la tubería de la montante del tercer piso lado sur, presenta calentamiento por existir un empalme en su interior.

6.12 Verificación de Cajas

Se ha verificado que las cajas cuentan con conectores de ingreso de los tubos de fierro, y presentan buen estado de conservación.

También se ha observado que los stoboles de sujeción no están completos.

Se ha verificado que en las cajas se encuentran los empalmes de derivación para los tableros de los pisos, los cuales permanecen en buen estado de conservación; pero también se ha utilizado las cajas para pase de cables de circuitos provisionales, y para hacer conexiones precarias.

Se ha verificado que en algunos pisos las cajas tienen un mueble de grandes dimensiones en su parte frontal, como en el piso 7 lado sur que tiene una refrigeradora.

En general el acceso a las cajas está formado por ambientes dedicados a otros menesteres, depósito, archivo, cafetín, etc.

Se ha verificado que la caja de pase de montantes del sótano 1 lado sur tiene al frente, a escasos 14 cm., una pared de ladrillo, imposibilitando su acceso.

6.13 Verificación de Tableros de Distribución.-

- Se verificó que el cableado al interior de los tableros presenta mucho desorden, notándose cruces innecesarios de los alambres y cables de derivación.
- Se verificó que, en los casos de tableros de distribución, también el acceso a la puerta del mismo está obstruido por muebles de oficina, archivadores, estantes y materiales de almacén, como es el caso del tablero ubicado en la oficina de Pagaduría en el primer piso.
- Se verificó que la tapa de los tableros, en un 90% están sujetos al gabinete solamente por dos o tres pernos de los seis originales.
- Se ha verificado que las platinas de cobre presentan desgaste, por lo que, no ejerce presión suficiente al ingreso de los interruptores termomagnéticos de engrampe.

- Consecuentemente se ha verificado que un 60% de los interruptores termomagnéticos de derivación presentan calentamiento.
- Se ha verificado que en un 50%, los interruptores termomagnéticos presentan dos circuitos de derivación.
- Se ha verificado que los tableros no cuentan con barra de puesta a tierra.
- Se ha verificado que en el tablero del piso 16 lado sur, se ha tomado un circuito de derivación directamente de las barras, sin conectar a su interruptor de control, caso que se repite en un 10% de los tableros.

6.14 Verificación del Alumbrado

- Se verificó la existencia de artefactos fluorescentes del tipo “todo plástico” con difusor acrílico blanco de 6x20. Vale decir que utilizan seis (06) lámparas de 20 W. y considerando su antigüedad, y su falta de limpieza y mantenimiento, presenta el acrílico de color amarillento con manchas negruscas, y la medición del flujo luminoso en aquellos lugares arrojan un resultado de 220 lux como promedio.
- Este valor está por debajo del promedio según Norma N° DGE 017-AI-I/1982 de Alumbrado de Interiores, los que indican 400 lux para este tipo de ambientes.
- Se verificó que en los halls ubicados a la salida de los ascensores, se cuenta con su falso cielo de material acrílico blanco. En estos

ambientes se encuentran artefactos fluorescentes adosados al techo, de dos lámparas de 40 w y de 1.20m de largo, sin pantalla.

- Se verificó que en los servicios higiénicos se cuentan con artefactos fluorescentes circulares con pantalla cuadrada de 1x32w.
- Se verificó que el tendido de los conductores de iluminación se efectúa sin tubería de protección del cable.
- Se verificó salidas visibles tomadas de puntos de luz existente.

Evaluación del Sistema de Iluminación

En la actualidad los costos operativos del sistema de iluminación están en 36.75% del costo total de la energía consumida, de acuerdo a la eficiencia del sistema de iluminación y del tipo de luminarias existentes.

Determinación del Ahorro por el reemplazo de Lámparas

El ahorro se logra por la disminución de Energía Activa demandada de un sistema de iluminación al ser reemplazadas las lámparas actuales por lámparas de mayor eficiencia.

Conclusiones y Recomendaciones sobre el Sistema de Iluminación

En el caso estudiado, y con respecto al Sistema de Iluminación, llegamos a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Reemplazo, limpieza y/o eliminación de las pantallas acrílicas en mal estado,

con lo que se pierde hasta aproximadamente 70% de la iluminación de cada luminaria.

- Tener un programa de limpieza periódica de la lámpara y de la luminaria, el polvo puede reducir la eficiencia de la instalación hasta en 40%.
- Se recomienda sustituir los tubos fluorescentes cuando lleguen al 80% de su vida útil, ya que a partir de ese momento, los electrodos de los extremos del bulbo de la lámpara se ennegrecen por la alta densidad de emisión luminosa producida por el tiempo de funcionamiento y los continuos arranques.
- Pintar en colores claros las paredes, muros y techo del local, ya que la superficie oscura absorbe mucha luz, puede requerir una potencia mayor del 15 al 50%.
- Controlar los fluorescentes por áreas para evitar que luminarias que no estén en uso se queden prendidas.
- Adoptar un nivel de iluminación de acuerdo a la actividad específica prevista en las distintas áreas.
- Con ventanas altas se iluminan mejor las oficinas, de esta manera se hace llegar la luz natural a los puntos mas alejados con suficiente ángulo de incidencia.

- La luz buena debe incidir en la superficie de trabajo con un ángulo mayor o igual a 20°. La luz rasante provoca sombras alargadas muy molestas. Evítense las cortinas, persianas, etc., que tapen la parte superior de la ventana.
- Se recomienda el uso de láminas reflectantes de rayos ultravioleta (tipo polarizado) en lugar de persianas o cortinas ya que de esta manera se aprovecha mejor la luz natural. Teniendo en cuenta que el MINCETUR gasta unos S/.600.00 diarios en iluminación, no se puede despreciar la posibilidad de aprovechar la luz natural.
- Debido a que la totalidad de las luminarias trabajan con tubos fluorescentes (3, 734 tubos de 40W aprox.), accionados por balastos convencionales, se recomienda el cambio de las lámparas fluorescentes de 40W por nuevas lámparas de 36W, para reducir los consumos de energía. Estas lámparas dan un 30% más de iluminación (lúmenes) con un 10% de menor consumo. (Datos técnicos tomados del catálogo Philips 2003-2004 e Informe Técnico Osram-Dekatec.
- Cambio de reactores actuales por reactores de alta eficiencia.
- Sectorización de los circuitos en cada piso, de modo que se controle el encendido/apagado de las lámparas por zonas.
- Implementación de la alternancia operativa de lámparas, a fin de que se pueda controlar el encendido/apagado de las mismas, también en

función a las necesidades de iluminación según la hora del día, de modo que se ahorre energía al aprovechar la luz natural.

En el cuadro N°18 del Anexo A se muestra la relación de lámparas por piso.

6.15 Verificación de los Tomacorrientes

- Los tomacorrientes correspondientes al circuito original del edificio son del tipo empotrado.
- Sin embargo se cuenta con una cantidad similar o mayor del tipo adosado, formando circuitos paralelos. Esta nueva distribución presenta formas de recorrido o tendido del tipo adosado unipolares con: conductores alojados en canaletas plásticas, conductores tendidos en forma trenzada expuestos o visibles, sin ducto de protección.
- Conductores bipolares, flexibles de doble forro de aislamiento, tendido sobre piso de alfombra presentando empalmes precarios sobre el piso .
- Conductores expuestos derivados de otros conductores también expuestos, en recorrido adosado a pared, mostrando su empalme; en una instalación total precaria.
- Conductores de circuitos múltiples tomados desde una salida de tomacorrientes empotrado, expuestos, sin protección.

- Conductores sobre piso con tomacorrientes provisionales.
- Conductores de energía cruzándose con conductores de informática.
- Conductores atravesando puerta, visible, provisional.

6.16 Evaluación de Equipos

6.16.1 Ascensores

- De los gráficos correspondientes a las mediciones efectuadas en el circuito que atiende al ascensor N°4, escogido como muestra para datos; se puede deducir lo siguiente:

Respecto a la tensión de trabajo:

Tensión máxima de suministro: 232.088 V

Tensión mínima de suministro: 218.32 V

Caída de tensión : 0.763%

Sobrevoltaje : 5.49%

Desbalance de tensión : 0.789%

Evaluación:

- La caída de tensión está dentro del límite del menor cinco por ciento (-5%) de la tensión nominal de suministro indicado en las normas.

- El sobrevoltaje está 0.49% sobre el límite del más cinco por ciento (+5%) de la tensión nominal de suministro indicado en las normas. Esta sobretensión se presenta entre las 19 y 23 horas, es decir en horas de menor flujo de usuarios.
- El desbalance de tensión es mucho menor del 1.5% aceptable en operación de motores.

- Respecto a la corriente de consumo:

Corriente máxima de consumo : 52.952

Corriente mínima de consumo : 40.123

Corriente promedio máximo (de datos máx. por fase) : 51.571

Corriente promedio mínimo (de datos mínimo por fase): 40.147

Desbalance de corriente (de valores máximos) :2.677%

Desbalance de corriente (de valores mínimos) :4.889%

Evaluación:

- La corriente máxima de consumo se presenta entre las 08.00 horas y las 18.0 horas clasificadas como “fuera de punta”.
- Según gráficos de las mediciones esta corriente máxima se presenta entre las 08.00 horas y las 16.00 horas que coincide con el horario de labores en las oficinas del MINCETUR, y su mayor valor es de 52.95 A

- También podemos observar que existe una corriente de consumo que se presenta entre las 0.00 horas y las 06.00 horas, y cuyo valor mínimo es de 40.123 A.
- En cuanto al desbalance, ambos resultados están debajo del 10 % aceptado como límite en operación de motores.

- Respecto al consumo de Potencia Activa:

- Potencia Activa trifásica máxima: 10.027 kW a las 15.40 horas del 05/11/03.
- Potencia Activa trifásica mínima: 2.292 kW a las 04.40 horas del 05/11/03.

Evaluación:

- El diagrama de cargas indica claramente un consumo típico en horas fuera de punta con una máxima demanda de 10.027 kW.
- También del mismo diagrama de cargas se aprecia un consumo mínimo entre las 00.00 horas y las 06.00 horas, con su registro de 2.292 kW como mínimo valor a las 04:40 horas; y un consumo de 41.017 A en ése momento.

- Respecto al consumo de potencia reactiva:

Potencia Reactiva trifásica máxima
13.20 horas del 05/11/03

18.879KVAR a las

- **Potencia Reactiva trifásica mínima** :15.590KVAR a las 18.40 horas del 05/11/03

Evaluación:

- El funcionamiento del ascensor genera consumo de potencia reactiva, siendo el mínimo valor registrado 15.590 kVAR.
- El ascensor requiere de condensadores para compensar esta potencia reactiva.

- Respecto al factor de potencia:

- Factor de potencia mínimo: 0.14
- Factor de potencia máximo: 0.51

Evaluación:

El equipo presenta una fuerte presencia de potencia reactiva inductiva.

- Respecto a la variación de frecuencia de la red

- Frecuencia registrada máxima: 60.2 Hz
- Frecuencia registrada mínima: 59.8 Hz.

Evaluación:

La variación de frecuencia registrada está dentro de los márgenes aceptables del +/-0.6% de la frecuencia nominal.

- Respecto al nivel de consumo de energía activa

Consumo totalizado registrado durante las 24 horas de medición:
132.168523 KW-H.

- Respecto al Nivel de Consumo de Energía Reactiva

Consumo totalizado registrado durante las 24 horas de medición: 378.276
393 KVAR-H. (Ver Anexo C de registro de mediciones con el AR5-M -
circuito N°13)

6.16.2 Evaluación de Bombas

a) Bombas de Agua Potable

- Se tomó la medición de corriente en momentos de operación de la bomba N° 02, encontrándose los siguientes valores:

$$I_R = 30.8 \text{ A}$$

$$I_S = 30.2 \text{ A}$$

$$I_T = 28.4 \text{ A}$$

- Estos valores indican que las bombas están trabajando a un 59.2% de su capacidad.
- En la fecha de la inspección, la bomba N°01 estaba inoperativa.
- El tendido de los cables eléctricos se realiza en tubería PVC, desde la llave cuchilla de 3x100 A que recibe la energía.

- Tanto las conexiones al interior del tablero alternador, como la tubería y conductores, presentan desorden y peligroso descuido.
- Asimismo todos los elementos metálicos existentes, soportes, equipos, tubos, tanque diario, presentan evidentes signos de corrosión.
- El ambiente de bombas, en su parte estructural de concreto también presenta evidentes signos de deterioro y humedad.

b) Bombas de Agua contra Incendio

- Se aprecia improvisación en su instalación eléctrica.
- Su tablero de control está por caerse.
- Ante un caso de emergencia por incendio, podría interrumpirse el suministro eléctrico general del edificio y tampoco funcionaría la bomba contra incendio.

c) Bomba Séptica 2º Sótano

- Se aprecia una instalación eléctrica tipo provisional, adosada, con conductores y tuberías colgantes y ejerciendo fuerza de extracción sobre las borneras de conexión.
- El ambiente está totalmente lleno de muebles y trastos, que impiden el acceso a los controles eléctricos.

d) Bomba Séptica Exterior

- Tiene una instalación precaria con conductores sueltos, desordenados.
- El tablero de alimentación también presenta instalación tipo provisional con conductores innecesariamente expuestos, sobresaliendo del gabinete.

Evaluación

- Considerando las precarias condiciones de funcionamiento indicados; se necesita ejecutar trabajos de mantenimiento y regulación del automatismo para una operación eficiente en cada bomba.
- Con la ejecución de estos trabajos de mantenimiento podemos llegar a conseguir un margen de ahorro del 8%.
- Consumo de bombas de agua y bombas sépticas:

$$24 \text{ HP} \times 0.746 = 17.904 \text{ KW}$$

$$17.904 \text{ kW} \times 12\text{H} \times 360 = 77,345.28 \text{ KWH}$$

- Ahorro en consumo de energía:

$$77,345.28 \times 8\% = 6,187.62 \text{ KW-H}$$

- Costo unitario = 0.040 US\$/KW-H
- Ahorro = 247.50 US\$

6.16.3 Evaluación de Equipos de aire acondicionado

- El análisis de la demanda de energía por utilización de los equipos de aire acondicionado; indica que su funcionamiento se realiza en el tiempo de enero a abril.
- La existencia de equipos con algunos años de uso, y consecuentemente con alta ineficiencia, añade un factor de energía reactiva inductiva al sistema.
- Además, el funcionamiento de los equipos de aire acondicionado en su requerimiento de energía monofásica, añade un factor de desbalance de consumo de corrientes al sistema.
- Esta instalación es un factor adicional de desorden en el sistema eléctrico.
- La entrada en funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, añaden un promedio de 87 kW de potencia al consumo normal del edificio. (Ver gráfico N° 04 del anexo 2 de Registro Histórico de Máxima Demanda).

Consumo actual de Energía:

Considerando al equipo de aire acondicionado, como una carga eléctrica presente durante los meses de Enero a Abril, con un requerimiento de potencia registrada de 87 KW como promedio, obtenemos:

Consumo por funcionamiento de los equipos de aire acondicionado =
 $87 \times 225 \times 4 = 78,300 \text{KW-H}$.

Costo unitario = $0.040 \text{ US\$/KW-H}$

Costo actual de consumo = $3,132.00 \text{ US\$}$

- Los márgenes de ahorro en el funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, pasan por la ejecución de acciones de utilización eficiente de los equipos, las que se describen a continuación:
 - No utilizar el equipo de aire acondicionado como ventilador, sólo para hacer circular el aire, para lograr este efecto, se deberá usar los ventiladores de pie.
 - Mantener una temperatura interior de 20°C como mínimo; porque para cada grado adicional de enfriamiento que se le exija al equipo de aire acondicionado; su consumo aumenta en 8%.
 - Mantener puertas y ventanas cerradas en los ambientes con aire acondicionado para evitar la fuga del aire frío y el ingreso del aire caliente del exterior.
 - Apagar los equipos de aire acondicionado en ambientes donde no haya usuarios.

- Apagar los equipos de aire acondicionado durante el tiempo de refrigerio.
 - Apagar los equipos de aire acondicionado media hora antes de la hora de salida.
 - Revisar la ubicación del equipo de aire acondicionado y la orientación de su flujo de aire frío para optimizar su funcionamiento con la sensación de frío por parte del usuario.
 - Reubicar el control de termostato alejándolo de aparatos o lámparas que son fuentes de calor, puesto que esta percepción genera mayor demanda de aire frío y tiempo de operación al equipo de aire acondicionado.
 - Eliminar en lo posible los focos de calor de lámparas y máquinas encendidos innecesariamente.
 - Rediseñar la distribución de ambientes formados por tabiquería, de tal manera de generar vías de circulación de aire por los ingresos naturales del mismo en cada piso del edificio; esto permitirá una reducción de la carga térmica y una operación más holgada de los equipos de aire acondicionado.
- Además se puede conseguir ahorro del consumo de energía, optimizando el funcionamiento de los equipos, para lo cual se deberán ejecutar las acciones que se describen a continuación:

- **Mantenimiento general continuo de los equipos de aire acondicionado, que comprende:**
 - Lavado y limpieza de serpentines de condensador y evaporador.
 - Limpieza de rejillas y conductos de circulación de aire.
 - Lubricación de rodamientos.
 - Verificación y ajustes de parámetros de operación, temperatura, presión, corriente.
 - Verificación de fugas de refrigerante y su reposición en caso necesario.
 - Revisión de conexiones eléctricas y controles.
 - Verificación de su puesta a tierra.
- **Ejecutar programa de mantenimientos de equipos de aire acondicionado del sistema, que comprende:**
 - **Mantenimiento y puesta en operación de todos los equipos cuya finalización coincida con la fecha de su requerimiento por el usuario. Una cuantificación de los ahorros en el consumo de energía eléctrica por utilización eficiente de los equipos de aire acondicionado, se muestra a continuación:**

- Ahorro por uso de ventiladores de pie en lugar del uso del equipo de aire acondicionado para circulación de aire.

- Tiempo de uso de equipo de aire acondicionado como ventilador.

Enero: $20\% \times 225 = 45$ horas

Abril: $40\% \times 225 = 90$ horas

Total = 135 horas

- Consumo de Energía = $87 \times 135 \times 0.5 = 5872.5$ KW-H

- Consumo de energía de ventiladores de pie:

$0.050 \text{KW} \times 135 \times 67 = 452.25$ KW-H

- Ahorro en consumo de energía = 5,420.25 KW-H

- Costo unitario = 0.040 US\$/KW-H

- Ahorro = 216.81 US\$

- Ahorro por mantener una temperatura interior de 20°C como mínimo.

- Tiempo de uso del equipo de aire acondicionado a temperatura interior de 18°.

Enero = $70\% \times 225 = 157.50$

$$\text{Febrero} = 100\% \times 225 = 225.00$$

$$\text{Marzo} = 100\% \times 225 = 225.00$$

$$\text{Abril} = 40\% \times 225 = 90.00$$

$$\text{Total} = 697.50 \text{ hs}$$

$$\text{- Consumo de energía} = 87\text{KW} \times 697.5 \text{ hs} \times 0.08 \times 2 = 9,709.20$$

$$\text{- Costo unitario} = 0.040 \text{ US\$/KW-H}$$

$$\text{- Ahorro} = 388.37 \text{ US\$}$$

- **Totalización de Ahorros:** Aún cuando puedan cuantificarse cada una de las acciones de utilización eficiente y optimización del funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, sólo consideramos los márgenes de ahorro desarrollados:

$$\text{Ahorro en consumo de energía} = 5,420.25 + 9,709.20 = 15,129.25$$

$$\text{- Costo unitario} = 0.040 \text{ US\$/KW-H}$$

$$\text{- Ahorro} = 605.17 \text{ US\$} = 0.36 \%$$

.6.16.4 Evaluación de Circuito de Computadoras

Para un mejor conocimiento del funcionamiento de la carga formada por las computadoras, se instaló el analizador de redes en el circuito N°05 que corresponde al circuito de informática de PRODUCE lo que, como se indicó en la descripción, cuenta con un transformador de aislamiento de 100 KVA,

220/380 V, ubicado en el segundo sótano, y atiende los pisos del 02 al 07 y tiene su sala de servidores en el tercer piso.

De los gráficos correspondientes a las mediciones efectuadas, se puede deducir lo siguiente:

Respecto a la tensión de trabajo:

Tensión máxima de suministro: 232.088 V

Tensión mínima de suministro: 216.500 V

Caída de tensión : 1.59%

Sobrevoltaje : 5.49%

Desbalance de tensión : 0.795%

Evaluación:

- El sobrevoltaje está 0.49% sobre el límite del más cinco por ciento (+5%) de la tensión nominal de suministro indicado en las normas. Esta sobretensión se presenta entre las 21.00 y las 24 horas, es decir, fuera de las horas de labores de oficina.
- El desbalance de tensión es menor del 1.5% aceptable en operación de computadoras que se alimentan de tensión monofásica.

- Respecto a la corriente de consumo:

Corriente máxima de consumo : 72.942A

Corriente mínima de consumo : 7.094A

Corriente promedio máximo (de datos máx. por fase) : 70.567A

Desbalance de corriente :3.365%

Evaluación:

- La corriente máxima de consumo se presenta en horas clasificadas como “fuera de punta”, vale decir fuera del tiempo comprendido entre las 6PM y 11PM.
- Según gráficos de las mediciones esta corriente máxima se presenta entre las 08.30 horas y las 17.30 horas que coincide con el horario de labores de PRODUCE y su promedio mayor es de 69.245A ocurrido a las 12:14 horas.
- También podemos observar que existe una corriente de consumo que se presenta entre las 0.00 horas y las 07.00 horas, y cuyo valor mínimo es de 7.094 A.
- En cuanto al desbalance, está dentro de los límites aceptables de desequilibrio entre fases.

- Respecto al consumo de Potencia Activa:

- Potencia Activa trifásica máxima: 24.76 kW a las 14.20 horas del 14/10/03.

- Potencia Activa trifásica mínima: 2.57 kW entre las 0.00 y las 06.00 horas

Evaluación:

- El diagrama de consumo de potencia activa y que corresponde a un diagrama de cargas, revela claramente un consumo típico en horas fuera de punta, con una máxima demanda de 24.76 KW.
- También del mismo diagrama de cargas se aprecia un consumo mínimo entre las 00.00 horas y las 07.00 horas, con su registro de 2.571 kW como mínimo valor a las 06:50 horas; y un consumo de 7.577 A en ése momento.

- Respecto al consumo de potencia reactiva:

- Potencia Reactiva trifásica máxima :2.975 KVAR-L a las 13.50 horas del 15/10/03
- Potencia Reactiva trifásica mínima :0.611KVAR-L

Evaluación:

- El funcionamiento de las computadoras genera un consumo de potencia reactiva, siendo el mínimo valor 0.611 KVAR con un $\cos \emptyset$ de 0.86 en ése momento.
- La potencia reactiva máxima es de 2.975 KVAR siendo el $\cos \emptyset$ en éste momento 0.90.

- Respecto al factor de potencia:

- Factor de potencia máximo: 0.91
- Factor de potencia mínimo: 0.83

Evaluación:

El sistema eléctrico para cómputo de PRODUCE presenta una leve descompensación.

- Respecto a la variación de frecuencia de la red

- Frecuencia registrada máxima: 60.3 Hz
- Frecuencia registrada mínima: 59.7 Hz.

Evaluación:

La variación de frecuencia registrada está dentro de los márgenes aceptables del +/-0.6% de la frecuencia nominal.

- Respecto al nivel de consumo de energía activa

Consumo totalizado registrado durante las 24 horas de medición: 276.271.

KW-H

Evaluación:

El consumo de energía activa para las computadoras de PRODUCE es considerable.

- Respecto al Nivel de Consumo de Energía Reactiva

Consumo totalizado registrado durante las 24 horas de medición: 36.133 KVAR-H.

Evaluación:

- El consumo de energía reactiva es el 13.07% del consumo de energía activa, por lo tanto está debajo del límite del 30% aceptado por la Concesionaria.
- .No está afecto a pago por consumo de energía reactiva.

- Respecto a los Armónicos de la Onda de Tensión

Tasa de distorsión (THD) máxima : 3.5%

Tasa de distorsión (THD) mínima : 1.2%

Evaluación:

El circuito de Computadoras de PRODUCE, con el valor de 3.5% de distorsión THD en la onda de tensión está en el rango aceptable; la Norma de Calidad penaliza a partir del 6% de VTHD.

- Respecto a los Armónicos de la Onda de Corriente

Tasa de distorsión armónica máxima : 56.4% ITHD

Tasa de distorsión armónica mínima : 36.5% ITHD

Tasa de distorsión armónica promedio : 42.1% ITHD

Evaluación:

El sistema de Cómputo de PRODUCE, presenta un elevado porcentaje de distorsión de la onda de corriente, lo que amerita la incorporación de filtros para alejar la posibilidad de armónicos.

6.17 Evaluación de Sistemas de Puesta a Tierra

Se ha verificado que:

- Los tableros de distribución no cuentan con barra de puesta a tierra.
- La puesta a tierra se toma, en algunos casos, desde la caja de pase de las montantes, por donde pasa un conductor desnudo, ó en otros casos desde el tablero con empalmes múltiples, precarios.
- Se verificó que uno de los pozos a tierra que conectan a OGA, solamente contaba con una varilla de 53 cm. De longitud en lugar de los 2.40 MT. Normalizados, más aún, el pozo tenía la misma profundidad que la varilla.
- Se verificó que, efectivamente se han producido cortocircuitos en los puntos de tomacorrientes, demostrando los resultados de una precaria instalación. Se verificó que el riesgo de choques eléctricos, cortocircuitos, chispas eléctricas, toques de conductores energizados e incendios es latente en el edificio del MINCETUR.

6.18 Factor de Carga

Para calcular el factor de carga, consideramos las mediciones realizadas con el Analizador de Redes AR5, (ver Anexo C: Alimentador Principal) del cual se extraen los siguientes valores; ver cuadro 6,1.

Cuadro 6,1: Máxima Demanda

Máxima Demanda (kW)	Máxima Demanda promedio (kW)	Energía Activa día (kW.h)
En HP: 304.00	En HP: 164.42	En HP: 822.117
En FP: 358.00	En FP: 207.38	En FP: 3,940.30
Día: 358.00	Día: 198.43	Día: 4,762.417

El factor de carga está dado por:

$$fc = MD_{promedio} / MD \quad (6,1)$$

Reemplazando valores tenemos:

$$fc = 198.43 / 358.00$$

$$fc = 0.55$$

El consumo no es eficiente energéticamente porque el factor de carga es bajo, lo que conlleva a que el precio promedio que se paga sea alto, encima del promedio de consumidores del mismo nivel de alimentación.

CAPITULO VII ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO

7.1.- PROPUESTA DEL CAMBIO DE TARIFA

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Para el cálculo del Valor Actual Neto utilizaremos la siguiente fórmula:

$$VAN = \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \frac{FC_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n} - I_0 \quad (7,1)$$

FC_1 = Flujo de Caja del período 1

FC_2 = Flujo de Caja del período 2

FC_n = Flujo de Caja del período n

I_0 = Inversión inicial

K = Costo de Capital

n = número de períodos

El Cambio de Tarifa es necesario el equipamiento de una subestación transformadora que, de acuerdo al Cuadro N°12, se requiere una inversión de \$66,487.68. Partamos de que tendremos un ahorro mensual de \$ 4,385.84, lo que equivale a un ahorro anual de \$ 52,630.08 (calculados en

5.3.-Márgenes de Ahorro). Asumimos que éste valor será constante durante los periodos de análisis.

Si consideramos un costo de capital de un 10%. Apliquemos la fórmula y calculemos cuánto representaría al valor de hoy la suma de todos los flujos netos, menos la inversión inicial.

Para un período de 10 años.

$$VAN = \sum_{t=1}^{10} \frac{\$52,630.08}{(1+10\%)^t} - \$66,487.68$$

$$VAN = \$ 256,901.37$$

Ver cuadro 7,1.

Cuadro 7,1: VAN para diferentes períodos:

Período (años)	VAN (\$)
1	-18,642.15
2	24,853.78
3	64,395.54
4	100,342.59
5	133,021.73
6	162,730.04
7	189,737.59
8	214,289.91
9	236,610.20
10	256,901.37

Para el período de 10 años: **VAN > 0**

Por lo tanto, la inversión del Cambio de Tarifa es económicamente aceptable, y recomendamos la ejecución de la inversión.

Tiempo de recupero de inversión: 16 MESES

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno, utilizamos el Cuadro N°14 y la siguiente fórmula:

$$TIR = i_1 + \frac{VAN_1 \times (i_2 - i_1)}{VAN_1 + VAN_2} \quad (7,2)$$

$$TIR = 78.90 + \frac{20.95 \times (79.00 - 78.90)}{20.95 + 57.98}$$

$$TIR = 78.93\%$$

$$TIR > 10\%$$

Por lo tanto la tasa de recupero de inversión de éste proyecto es superior a la tasa de interés bancaria, por lo que el proyecto es aceptable, recomendamos la ejecución de inversión.

7.2.- Propuesta de la Compensación Reactiva

Valor Actual Neto (VAN)

La implementación del Banco de Condensadores requiere una inversión de \$ 17,764.32, que permitirá un ahorro anual de \$ 19,419.83 (calculado en 5.3.-Márgenes de Ahorro). También asumimos que éste valor será constante, durante los periodos analizados.

Aplicando la fórmula del VAN, tenemos:

Para un plazo de 10 años.

$$VAN = \sum_{t=1}^{10} \frac{\$19,419.83}{(1+10\%)^t} - \$17,764.32$$

VAN = \$ 101,562.14

Cuadro 7,2: VAN para diferentes períodos:

Período (años)	VAN (\$)
1	-109.93
2	15,939.52
3	30,529.93
4	43,793.94
5	55,852.13
6	66,814.12
7	76,779.56
8	85,839.05
9	94,074.95
10	101,562.14

Para el período de 10 años: **VAN > 0**

Por lo tanto, la inversión de la Compensación Reactiva es económicamente aceptable, y recomendamos la ejecución de inversión.

Tiempo de recupero de inversión: 11 MESES

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno, utilizamos el Cuadro N°15 y la siguiente fórmula:

$$TIR = i_1 + \frac{VAN_1 \times (i_2 - i_1)}{VAN_1 + VAN_2} \quad (7,3)$$

$$TIR = 109.20 + \frac{6.78 \times (109.30 - 109.20)}{6.78 + 6.84}$$

$$TIR = 109.25\%$$

$$TIR > 10\%$$

Por lo tanto la tasa de recupero de inversión de éste proyecto es mayor a la tasa de interés bancaria, por lo que el proyecto es aceptable, y recomendamos la ejecución de la inversión.

CONCLUSIONES

- 1.- La tensión recibida del concesionario de electricidad presenta una sobretensión de 5.49%, valor que supera la tolerancia máxima de +5% establecida por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- 2.- El nivel de tensión presenta un desbalance inferior a 1.5%, que no afecta el funcionamiento normal de las máquinas eléctricas trifásicas.
- 3.- Los armónicos por la distorsión de la onda de tensión (%VTHD) se encuentran dentro de la tolerancia de +5% admitida por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- 4.- Las variaciones de la frecuencia se mantienen dentro de la tolerancia admitida por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- 5.- Existen cargas eléctricas de cómputo que carecen de filtro para armónicos de corriente. Se requiere centralizar dichas cargas para aislarlos a través de transformadores de aislamiento, que atenúen la intensidad de los armónicos de corriente.
- 6.- El interruptor principal del Tablero General, de 2,000 Amperios, soporta una carga de 96% aproximadamente en los meses de verano

lo que puede originar una interrupción del servicio ante un incremento ligero de la máxima demanda.

- 7.- La intensidad de corriente total que consume el edificio MINCETUR no presenta desequilibrio significativo en las tres fases, lo cual es conveniente para el funcionamiento normal del sistema eléctrico.
- 8.- El cable alimentador del Tablero General existente está sobrecargado, ya que está soportando 61% de corriente adicional a su capacidad normal, por lo que requiere un reemplazo de acuerdo a la carga actual.
- 9.- Los interruptores termomagnéticos de los circuitos del Tablero General poseen valores nominales superiores a la capacidad máxima de corriente de los cables de dicho circuito. Esto imposibilita la protección óptima de los cables en caso de sobrecargas.
- 10.- Los cables del circuito N° 6 está sobrecargado, soportando corrientes superiores a su capacidad, llegando a 69 Amperios, cuando dichos cables pueden conducir hasta 55 Amperios.
- 11.- Los circuitos N°1, 6, 15 y 23 poseen desequilibrio de corriente mayor al 10%. Se requiere equilibrar las cargas que son alimentadas por éstos circuitos.
- 12.- La máxima demanda de potencia es superior a la potencia contratada. Se requiere formalizar la contratación de mayor potencia activa.

- 13.- Para reducir el consumo de energía reactiva y su costo en la facturación mensual, requiere la implementación de un Banco de Condensadores de 420 kVAR. El margen de ahorro anual con la compensación reactiva es de US\$ 19,419.83.
- 14.- La calificación eléctrica, de acuerdo a la característica de consumo del edificio del MINCETUR es de usuario presente en horas fuera de punta, lo cual es conveniente para la aplicación de costos de tarifas eléctricas.
- 15.- La tarifa eléctrica más económica es MT3, por lo que se requiere implementar el equipamiento necesario para el cambio de tarifa, ya que la actual tarifa es BT3. Para ello se requiere una subestación de 800 kVA. Con ésta tarifa MT3, el margen de ahorro anual es de US\$ 52,630.08.
- 16.- El equipamiento para cambio de tarifa a MT3, y la compensación reactiva con banco de condensadores son opciones de inversión con indicadores de evaluación económica factibles. Ambas opciones que permiten ahorro económico, no son excluyentes entre sí, por lo que pueden implementarse simultáneamente.
17. **Indicadores de Consumo:**

Por Empleado

$$\frac{1444800}{919} = 1,572.14 \text{ KWH / año - empleado}$$

Por piso:

$$\frac{1444800}{17} = 84,988.23 \text{ KWH / año - piso}$$

Por metro cuadrado:

$$\frac{1444800}{90 * 17} = 944.31 \text{ KWH / año - m}^2$$

Transgresiones a las Normas de Seguridad Eléctrica

- El cable alimentador trabaja sobre su capacidad nominal, transgrediendo el Art. 4.4.2.8 del Tomo V parte I del CNE: "Capacidad de corriente de los cables tendidos en canaletas".
- El Tablero General presenta conductores totalmente sueltos, flojos, sin ajustes respecto a su propio terminal, contraviniendo el Art.2.1.13.1: "Ejecución mecánica-montaje" y el Art.4.7.2.6 "Espacios interiores en las cubiertas" del Tomo V parte I del CNE.
- Los tableros de distribución eléctricos:
 - No tienen acceso libre, contraviniendo el Art. 4.10.2.1 del Tomo V parte I del CNE: "Ubicación".
 - Presentan sus conductores interiores, desordenados, sueltos, con ajustes flojos, contraviniendo el Art. 2.1.12 del Tomo V parte I del CNE: "Ejecución mecánica del trabajo".

No están conectados a tierra, contraviniendo el Art. 4.10.4.7 del Tomo V parte I del CNE: "Puesta a Tierra de Tableros".

No cuentan con directorio de identificación de circuitos, contraviniendo el Art. 2.1.20 del Tomo V parte I del CNE: "Identificación de medios de desconexión".

No cuentan con señalización de peligro, transgrediendo las normas DGE, R.M.091-2002-EM/VME: Símbolos gráficos en electricidad.

RECOMENDACIONES

1.- Campaña de sensibilización

La auditoria energética nos permite establecer márgenes de ahorro en pagos por consumo de energía eléctrica.

Estos ahorros se consiguen con la ejecución de las gestiones y cambios o incorporación de máquinas, de equipos o accesorios; pero, los resultados no serán reflejados en la práctica, si no van acompañados de cambios de hábitos de consumo de los usuarios; es decir de los trabajadores del MINCETUR.

Una forma de garantizar la conservación de los márgenes de ahorro en el tiempo es con la conformación de un Comité de Ahorro de Energía, como órgano presidido por la máxima autoridad del Sector, con capacidad de decisión en asuntos de su competencia.

Las tareas del Comité estarán orientadas a:

- Organizar reuniones de motivación hacia el ahorro de energía.
- Propiciar, auspiciar, charlas de capacitación en ahorro de energía.

- Establecer índices de consumo de energía por pisos en forma consensual.
 - Distribuir y pegar carteles de motivación del ahorro en el personal.
 - Fiscalizar la utilización de la energía según índices consensuados.
- El ahorro de energía se puede ejecutar en cada una de las acciones de utilización de la energía eléctrica, luego, se puede aplicar las siguientes recomendaciones en:

Alumbrado

- Tener un programa de limpieza periódica de la lámpara y de la luminaria, el polvo puede reducir la eficiencia de la instalación hasta en 40%.
- Sustituir los tubos fluorescentes cuando estén cerca al final de su vida útil, al 80% de su vida útil, el flujo luminoso se reduce en 15%.
- Apagar las luces de los ambientes en el tiempo que éstos no se encuentran ocupados; como por ejemplo en tiempo de refrigerio.

- Establecer controles de iluminación por ambientes para permitir el apagado en caso de no utilización.
- En áreas perimétricas, contiguas a las ventanas, se deberá reemplazar la iluminación de la lámpara por iluminación natural.

Aire Acondicionado

- Mantener una temperatura interior de 20°C como mínimo, porque por cada grado de enfriamiento que se le exija al equipo de aire acondicionado, su consumo aumenta en 8%.
- No utilizar el equipo de aire acondicionado como ventilador, sólo para hacer circular el aire, para lograr este efecto, se deberá usar los ventiladores de pie.
- Mantener puertas y ventanas cerradas en los ambientes con aire acondicionado para evitar la fuga del aire frío y el ingreso del aire caliente del exterior.
- Apagar los equipos de aire acondicionado en ambientes donde no haya usuarios.
- Apagar los equipos de aire acondicionado durante el tiempo de refrigerio.

- Apagar los equipos de aire acondicionado media hora antes de la hora de salida
- Revisar la ubicación del equipo de aire acondicionado y la orientación de su flujo de aire frío para optimizar su funcionamiento con la sensación de frío por parte del usuario.
- Reubicar el control de termostato alejándolo de aparatos o lámparas que son fuentes de calor, puesto que esta percepción genera mayor demanda de aire frío y tiempo de operación al equipo de aire acondicionado.
- Eliminar en lo posible los focos de calor de lámparas y máquinas encendidos innecesariamente.
- Rediseñar la distribución de ambientes formados por tabiquería, de tal manera de generar vías de circulación de aire por los ingresos naturales del mismo en cada piso del edificio; esto permitirá una reducción de la carga térmica y una operación más holgada de los equipos de aire acondicionado.

Ascensores

- Apagar los ascensores en el tiempo de ausencia de personal como es el intervalo de 0.00 a 06.00 horas.

- Organizar el trabajo de la batería de ascensores de tal manera que se evite el transporte de una o dos personas y se lleve no menos de cinco personas por viaje.
- Establecer tiempos de mínimo flujo de usuarios y verificar la posibilidad de apagar uno o más unidades en estos intervalos, sin afectar el transporte.

Tomacorrientes

- Controlar la utilización de hervidores eléctricos, de tal forma que no se exceda del tiempo del “primer hervor” del agua.
 - Evitar conexiones múltiples en un mismo tomacorriente porque originan calentamiento y posterior cortocircuito.
- 2.- Es necesario solicitar a la Concesionaria de Distribución de Electricidad que realice el control del nivel de tensión en el punto de alimentación, con el objetivo de que elimine las sobretensiones que sobrepasan la tolerancia máxima de +5% establecida por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- 3.- Centralizar las cargas de cómputo que no posean filtros de armónicos de corriente, e instalar transformadores de aislamiento, que atenúen la intensidad dichos armónicos. Un proyecto de remodelación deberá considerar la instalación de un transformador de aislamiento de 120kVA, que alimente al Tablero de Tensión Estabilizada.

- 4.- Realizar el reemplazo del interruptor principal del Tablero General, de 2,000 Amperios, por otro de capacidad no menor a 2,400 Amperios, ya que la corriente en épocas de verano llega a ser el 96% de la capacidad nominal del interruptor existente, lo cual origina la posibilidad de que el interruptor se desconecte por superar su corriente nominal.
- 5.- Realizar el reemplazo del cable alimentador del Tablero General existente, por estar sobrecargado, con 61% de corriente adicional a su capacidad normal. El nuevo cable alimentador constará de cuatro ternas de 300 mm² tipo NYY.
- 6.- Reemplazar los interruptores termomagnéticos de los circuitos del Tablero General de tal manera que posean las capacidades de disparo que permitan la protección de los cables en caso de sobrecargas y cortocircuitos.
- 7.- Reemplazar los cables del circuito N° 6 por mayor sección, ya que ha estado sometido a sobrecargas permanentes que pueden haber afectado el aislamiento.
- 8.- Balancear las cargas eléctricas de los circuitos N°1, 6, 15 y 23 debido a que presentan desequilibrio de corriente mayor al 10%.
- 9.- Formalizar la contratación de mayor potencia a 476 kW ante la Concesionaria de Electricidad, valor que está de acuerdo a la máxima demanda histórica del edificio del MINCETUR.

- 10.- Instalar un Banco de Condensadores de 420 kVAR, con regulador automático, de 12 pasos, lo cual compensará el sistema a un factor de potencia de 0.96.
- 11.- Realizar el cambio de tarifa a MT3, implementando el equipamiento de una subestación de 800 kVA, alimentado en media tensión y punto de medición de media tensión.
- 12.- Durante la elaboración del expediente técnico del proyecto del sistema de utilización en media tensión 10kV para la implementación de la subestación de 800kVA se debe evaluar la posibilidad de instalar dos transformadores de 400kVA en paralelo, para otorgar flexibilidad y confiabilidad al Sistema.

ANEXOS

ANEXO A

CUADRO N° 1**DISTRIBUCION DEL EDIFICIO DE LA SEDE CENTRAL**

AZOTEA	AZOTEA MINCETUR
17	DESPACHO MINISTERIAL - MINCETUR
16	CONAFRAN PROCURADURIA - MINCETUR MINISTERIO DE PRODUCCION
15	VICE MINISTERIO DE TURISMO
14	PROM PERU - MINCETUR
13	PROM PERU - MINCETUR
12	VICEMINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR
11	MINISTERIO DE PRODUCCION
10	OGA - MINCETUR
09	CASINOS - MINCETUR MINISTERIO DE PRODUCCION
08	VICE MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR
07	MINISTERIO DE PRODUCCION
06	MINISTERIO DE PRODUCCION
05	MINISTERIO DE PRODUCCION
04	MINISTERIO DE PRODUCCION
03	MINISTERIO DE PRODUCCION
02	MINISTERIO DE PRODUCCION
01	HALL DE INGRESO
S - 1	AUDITORIO - MINCETUR OGIE - MINCETUR O.T.D. MINISTERIO DE LA PRODUCCION INFOSIEM - MINCETUR
S - 2	SERVICIOS GENERALES - MINCETUR BOMBAS DE AGUA TABLERO GENERAL

CUADRO N° 2

DATOS TECNICOS DEL TABLERO EXISTENTE

TABLERO GENERAL

N°	ITM	MARCA	VOLTAJE	POT RUP	SERIE	ALIMENTA
1	3x300A	TOSHIBA	220V	85kA		Norte pisos 12,13,14,15,16 lado derecho
2	3x300A	WESTINHOUSE	240V	42kA		Pisos 8,9,10,11 lado izquierdo
3	3x225A	WESTINHOUSE	240V	42kA		1er Sotano-mesa de partes lado derecho 1er pagaduria
4	3x300A	WESTINHOUSE	240V	42kA		Pisos 2,3,4,5y6lado izquierdo
5	3x200A	WESTINHOUSE	240V	42kA		Eq. De computo (MIDE) Transformador de aislamiento
6	3x300A	MERLIN GERIN				Piso 7 despacho ministerial pesqueria
7	3x225A	WESTINHOUSE	240V	42kA		1er Sotano-mesa de partes computo-banco) lado norte sotano2
8	3x300A	WESTINHOUSE	240V	42kA		Pisos 12,13,14,15,16 ladoizquierdo sur
9	3x225A	WESTINHOUSE	240V	42kA		Pisos 8,9,10,11 lado derecho norte
10	3x300A	TOSHIBA	240V	42kA		Pisos 2,3,4,5y6lado derecho sur
11	3x500A	SACE ISOL Z500	220V	40kA		Ascensores 6
12	3x500A	SACE ISOL Z500	220V	40kA		Ascensores 5
13	3x500A	SACE ISOL Z500	220V	40kA		Ascensores 4
14	3x630A	SACE ISOL 2630	220V	25kA		de Normal a emergencia
15	3x400A	HITACHI				? Cacle grueso
16	3x500A	SACE ISOL Z500	220V	40kA		Ascensores 3
17	3x500A	SACE ISOL Z500	220V	40kA		Ascensores 2
18	3x500A	SACE ISOL Z500	220V	40kA		Ascensores 1
19	3x630A	SACE ISOL Z530	220V	25kA		de grupo de emergencia
20	3x200A	?				Servicios generales TA-TB-TC
21	3x125A	WESTINHOUSE	240V	25kA		Bomba de agua
22	3x300A	?				Ascensor ministro
23	3x225A	WESTINHOUSE	220v	42kA		Despacho Ministerial

INTERRUPTOR GENERAL

IP	3x2000A	SAC-OTOMA-P1C	300V	38kA	114933-A	
----	---------	---------------	------	------	----------	--

CUADRO N° 3**VALORES HISTORICOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA**

N°	MES	EAHP (kW.h)	EAHFP (kW.h)	EA TOTAL (kW.h)	DMHP (kW)	DMHFP (kW)	ER (kVAR.h)
1	Abr-99	23,200.00	103,000.00	126,200.00	370.4	440.4	139,240
2	May-99	22,960.00	99,040.00	122,000.00	368.8	405.6	135,960
3	Jun-99	21,640.00	91,320.00	112,960.00	365.6	389.2	129,800
4	Jul-99	21,400.00	90,320.00	111,720.00	373.6	383.2	133,200
5	Ago-99	20,480.00	90,400.00	110,880.00	358.4	382.4	134,600
6	Sep-99	22,240.00	96,720.00	118,960.00	352.0	372.8	143,840
7	Oct-99	18,600.00	84,600.00	103,200.00	348.0	365.6	126,160
8	Nov-99	21,640.00	87,480.00	109,120.00	326.8	352.4	131,720
9	Dic-99	20,680.00	85,080.00	105,760.00	374.4	390.0	127,480
10	Ene-00	19,960.00	85,480.00	105,440.00	373.6	405.6	124,040
11	Feb-00	24,400.00	109,680.00	134,080.00	404.8	434.4	145,240
12	Mar-00	22,560.00	99,480.00	122,040.00	378.8	433.2	130,360
13	Abr-00	21,120.00	95,480.00	116,600.00	375.2	427.6	126,560
14	May-00	21,720.00	98,080.00	119,800.00	360.8	403.6	136,440
15	Jun-00	22,480.00	97,880.00	120,360.00	342.4	386.4	139,880
16	Jul-00	21,280.00	90,640.00	111,920.00	358.8	374.0	133,000
17	Ago-00	21,440.00	96,360.00	117,800.00	350.4	370.8	141,160
18	Sep-00	19,720.00	90,920.00	110,640.00	339.2	373.2	135,560
19	Oct-00	18,760.00	93,520.00	112,280.00	331.6	370.8	134,640
20	Nov-00	19,520.00	93,440.00	112,960.00	324.0	367.6	135,840
21	Dic-00	18,880.00	86,360.00	105,240.00	330.8	389.6	123,040
22	Ene-01	21,400.00	98,680.00	120,080.00	382.8	430.4	134,960
23	Feb-01	24,400.00	111,000.00	135,400.00	434.4	472.8	142,880
24	Mar-01	23,840.00	105,280.00	129,120.00	416.8	471.2	132,440
25	Abr-01	23,400.00	102,760.00	126,160.00	396.0	438.0	136,840
26	May-01	22,960.00	98,000.00	120,960.00	365.2	400.8	137,120
27	Jun-01	23,280.00	99,120.00	122,400.00	358.0	397.6	140,760
28	Jul-01	24,280.00	100,320.00	124,600.00	368.8	398.0	143,480
29	Ago-01	24,160.00	101,240.00	125,400.00	364.0	394.0	148,360
30	Sep-01	23,040.00	99,160.00	122,200.00	364.4	393.2	147,120
31	Oct-01	22,520.00	96,960.00	119,480.00	354.0	395.2	143,440
32	Nov-01	22,440.00	92,960.00	115,400.00	350.0	382.4	139,480
33	Dic-01	19,920.00	92,920.00	112,840.00	372.8	385.2	129,840
34	Ene-02	22,880.00	100,880.00	123,760.00	384.0	435.6	142,720
35	Feb-02	23,440.00	110,560.00	134,000.00	404.0	463.2	146,120
36	Mar-02	22,520.00	106,240.00	128,760.00	413.6	474.8	134,080
37	Abr-02	22,440.00	107,520.00	129,960.00	412.0	476.0	138,880
38	May-02	21,320.00	98,160.00	119,480.00	370.8	410.4	136,160
39	Jun-02	19,760.00	91,520.00	111,280.00	330.0	381.2	127,240
40	Jul-02	22,160.00	98,320.00	120,480.00	339.6	382.0	144,560
41	Ago-02	19,960.00	93,200.00	113,160.00	354.0	377.2	134,680
42	Sep-02	20,480.00	96,600.00	117,080.00	338.8	372.8	141,640
43	Oct-02	20,200.00	94,000.00	114,200.00	349.2	387.2	138,720
44	Nov-02	20,160.00	97,920.00	118,080.00	351.6	385.6	149,360
45	Dic-02	20,440.00	96,560.00	117,000.00	364.8	408.4	146,480
46	Ene-03	19,480.00	94,440.00	113,920.00	396.0	442.0	137,360
47	Feb-03	23,800.00	115,280.00	139,080.00	411.6	470.0	152,040
48	Mar-03	21,480.00	106,400.00	127,880.00	408.4	463.8	138,200
49	Abr-03	21,360.00	108,120.00	129,480.00	396.4	439.2	148,680
50	May-03	19,200.00	94,480.00	113,680.00	380.8	410.4	137,600
51	Jun-03	20,680.00	100,080.00	120,760.00	344.8	381.6	147,520
52	Jul-03	22,280.00	100,600.00	122,880.00	356.4	390.0	148,400
53	Ago-03	18,480.00	91,120.00	109,600.00	364.8	384.0	135,720
54	Sep-03	22,240.00	99,680.00	121,920.00	361.6	390.4	150,800

CUADRO N° 4

COSTOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA TOTAL

N°	MES	TOTAL S/.	CF	MR	EAHP	EAHFP	M.D.	ER
1	Jul-02	41,561.11	3.75	5.79	3,760.65	11,847.56	21,259.89	4,683.57
2	Ago-02	40,403.14	3.76	5.87	3,387.21	11,230.60	21,323.35	4,452.35
3	Sep-02	40,440.01	3.79	5.95	3,563.52	11,910.78	20,141.45	4,814.62
4	Oct-02	38,392.56	3.80	5.96	3,555.20	11,712.40	18,372.72	4,742.48
5	Nov-02	38,653.18	3.83	5.98	3,469.54	11,642.69	18,369.84	5,161.30
6	Dic-02	38,971.22	3.84	5.98	3,497.28	11,336.14	19,082.47	5,045.51
7	Ene-03	39,099.32	3.85	5.95	3,282.38	10,917.26	20,257.24	4,622.64
8	Feb-03	43,903.68	3.87	5.94	3,986.50	13,268.73	21,718.55	4,920.09
9	Mar-03	42,755.98	3.85	5.89	3,681.67	12,512.54	22,139.16	4,412.75
10	Abr-03	43,444.62	3.84	5.88	3,686.74	12,801.41	22,102.98	4,843.77
11	May-03	40,665.80	3.87	5.91	3,171.84	11,186.43	21,764.20	4,543.47
12	Jun-03	41,498.87	3.88	5.91	3,335.68	11,619.29	21,659.52	4,874.59
SUBTOTAL S/.		489,789.49	45.93	71.01	42,378.21	141,985.83	248,191.37	57,117.14
I.G.V. S/.		93,060.00	8.73	13.49	8,051.86	26,977.31	47,156.36	10,852.26
TOTAL S/.		582,849.49	54.66	84.50	50,430.07	168,963.14	295,347.73	67,969.40
TOTAL \$		166,528.43	15.62	24.14	14,408.59	48,275.18	84,385.07	19,419.83

DONDE:

CF	COSTO POR CARGO FIJO
MR	COSTO POR MANTENIMIENTO Y REPOSICION
EAHP	COSTO POR CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA
EAHFP	COSTO POR CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA EN HORAS FUERA DE PUNTA
MD	COSTO POR MAXIMA DEMANDA
ER	COSTO POR CONSUMO DE ENERGIA REACTIVA

CUADRO N°5

RESULTADOS DE MEDICION DE LA TENSION

CIRCUITO	TENSIONES MAXIMAS (V)			TENSIONES MINIMAS (V)			SOBRETENSION %	CAIDA TENSION %	DESBALANCE TENSION CON Vmax %	DESBALANCE TENSION CON Vmin %
	1	2	3	1	2	3				
1	230.360	232.090	230.360	219.960	221.700	219.960	5.50	-0.02	0.75	0.79
2	232.088	232.088	232.088	218.232	218.232	218.232	5.49	-0.80	0.00	0.00
4	232.088	232.088	232.088	218.232	219.964	219.964	5.49	-0.80	0.00	0.79
5	232.088	232.088	232.088	216.500	218.232	218.232	5.49	-1.59	0.00	0.80
6	230.356	232.088	230.356	218.232	219.964	218.232	5.49	-0.80	0.75	0.79
8	232.088	233.820	233.820	218.232	218.232	218.232	6.28	-0.80	0.00	0.74
9	232.088	233.820	233.820	219.964	219.964	219.964	6.28	-0.02	0.00	0.74
10	232.088	232.088	232.088	219.964	219.964	219.964	5.49	-0.02	0.00	0.00
13	232.088	232.088	232.088	218.232	219.964	219.964	5.49	-0.80	0.00	0.79
15	233.820	233.820	233.820	218.232	219.964	218.232	6.28	-0.80	0.00	0.79
23	232.088	232.088	232.088	218.232	219.964	218.232	5.49	-0.80	0.00	0.79

CUADRO N° 6

RESULTADOS DE MEDICION DE LA CORRIENTE

CIRCUITO	ITM	SECCION mm ²	I _{max.} CABLE (A)	CORRIENTES MAXIMAS (A)			CORRIENTES MINIMAS (A)			DESEQUILIBRIO %
				1	2	3	1	2	3	
1	3x300	67.4 (2/0)	175	134.000	96.000	108.000	0.000	0.000	0.000	33.73
2	3x300	107.2 (4/0)	230	131.000	115.000	129.000	0.000	0.000	0.000	4.8
4	3x300	107.2 (4/0)	230	136.000	112.000	139.000	0.000	0.000	0.000	7.75
5	3x200	25	95	72.626	72.942	66.134	8.086	7.553	7.094	3.365
6	3x300	10	55	69.498	31.359	45.615	2.441	0.000	2.517	42.344
8	3x300	120	240	152.254	169.538	150.500	6.408	11.139	9.535	7.69
9	3x225	67.4 (2/0)	175	121.666	93.925	134.405	7.628	6.332	5.568	15.2
10	3x300	67.4 (2/0)	175	98.019	106.896	102.291	2.517	4.883	2.898	4.388
13	3x500	120	240	50.960	52.952	50.802	42.110	40.210	40.123	2.677
15	3x400	240	360	67.896	41.278	64.609	12.053	13.581	8.314	17.223
23	3x225	67.4 (2/0)	175	121.895	68.288	107.859	5.721	8.545	13.425	26.418

CUADRO N° 7

RESULTADO DE MEDICIONES DE POTENCIA - ENERGIA - F.P. - FRECUENCIA

CIRCUITO	POTENCIA ACTIVA (kW)		POTENCIA REACTIVA (kW)		FACTOR DE POTENCIA		FRECUENCIA (HERTZ)		CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA (kW.h)	CONSUMO DE ENERGIA REACTIVA (kVAR.h)
	max	min	max	min	max	min	max	min		
1	31.00	0.00	27.00	0.00	0.89	0.57	60.20	59.80	288.967	278.093
2	31.00	0.00	35.00	0.00	0.68	0.52	60.1	59.8	361.622	417.557
4	30.00	0.00	38.00	0.00	0.65	0.53	60.2	59.8	334.200	456.349
5	24.76	2.57	2.98	0.61	0.91	0.83	60.3	59.7	276.271	36.133
6	9.03	0.00	45.55	0.00	-0.61	0.4	60.1	59.9	91.033	100.629
8	48.41	3.25	37.49	1.00	0.89	0.68	60.2	59.8	611.172	480.608
9	32.27	1.77	31.82	1.66	0.79	0.51	60.2	59.8	344.170	385.004
10	24.36	1.00	31.83	0.87	0.73	0.54	60.2	59.9	274.161	370.113
13	10.03	2.29	18.88	15.59	0.51	0.42	60.2	59.8	132.169	378.276
15	18.91	3.81	8.58	1.47	0.89	0.81	60.2	59.8	277.746	116.817
23	31.94	3.01	21.06	1.35	0.86	0.73	60.2	59.8	363.412	262.439

CUADRO N° 8

DISTRIBUCION DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA ACTIVA

CIRCUITO	DESCRIPCION DE CARGAS	MAXIMA DEMANDA (kW)	MAXIMA DEMANDA (%)
C1	Pisos 12, 13, 14, 15, 16 Lado Norte	31.00	7.28%
C2	Pisos 8, 9, 10, 11 Lado Norte	31.00	7.28%
C3	1er. Piso, Mesa de Partes, Pagaduría	13.00	3.05%
C4	Pisos 2, 3, 4, 5, 6 Lado Norte	30.00	7.05%
C5	Equipo Cómputo-Transform.de aislamiento PRODUCE	24.80	5.82%
C6	Piso 7: Despacho Ministerial PRODUCE	9.00	2.11%
C7	Sótano 1, Mesa de Partes Lado Sur, Sótano 2	35.00	8.22%
C8	Pisos 12, 13, 14, 15, 16 Lado Sur	48.40	11.37%
C9	Pisos 8, 9, 10, 11 Lado Sur	32.30	7.59%
C10	Pisos 2, 3, 4, 5, 6 Lado Sur	24.40	5.73%
C11	Ascensor N° 06	10.00	2.35%
C12	Ascensor N° 05	10.00	2.35%
C13	Ascensor N° 04	10.00	2.35%
C15	Tablero de distribución del sótano 1 exterior	19.00	4.46%
C16	Ascensor N° 03	10.00	2.35%
C17	Ascensor N° 02	10.00	2.35%
C18	Ascensor N° 01	10.00	2.35%
C20	Servicios Generales	3.00	0.70%
C21	Bomba de agua	14.90	3.50%
C22	Ascensor Privado	18.00	4.23%
C23	Piso 17 Despacho Ministerial MINCETUR	32.00	7.52%
TOTAL		425.80	100.00%

CUADRO N° 09

MESES	Energía activa		Máxima Demanda		Energía reactiva
	Horas punta	Fuera de punta	Horas punta	Fuera de punta	
✓ Enero	19480	94440	396	442	137360
✓ Febrero	23800	115280	411.6	470	152040
✓ Marzo	21480	106400	408.38	463.8	138200
✓ Abril	21360	108120	396.38	439.18	148680
✓ Mayo	19200	84480	380.8	410.38	137600
✓ Junio	20680	100080	344.8	381.6	147520
✓ Julio	22160	98320	338.6	382	144580
✓ Agosto	19960	93200	354	377.18	134680
✓ Septiembre	20480	96600	338.8	372.8	141640
✓ Octubre	20200	94000	349.18	387.18	138720
✓ Noviembre	20160	97920	351.6	385.6	149360
✓ Diciembre	20440	96560	364.8	408.38	146480
Diciembre	20440	96560	364.8	408.38	146480

Calcular
Grabar datos
Recuperar datos
Salir

RESULTADO DE LA EVALUACION TARIFARIA

Calificación como cliente : **PRESENTE EN FUERA DE PUNTA** **Factor: 0.34**

Tarifa	Cargo Fijo	Energía HP	Energía FP	Máxima Demanda	E. React.	Total S/.
Datos		23800	115280	470	152040	
MT2	6.11	3453.38	12127.46	15529.34	4831.84	35,948.13
MT3P						
MT3FP	3.88	3453.38	12127.46	10810.00	4831.84	31,226.56
MT4P						
MT4FP	3.88	0.00	15980.29	10010.00	4831.84	31,626.01
BT2	6.11	3874.64	13603.04	29717.45	4831.84	52,033.08
BT3P						
BT3FP	3.00	3874.64	13603.04	21812.70	4831.84	44,126.10
BT4P						
BT4FP	3.88	17913.50	0.00	21812.70	4831.84	44,561.92

Los resultados obtenidos son aproximados...

CUADRO N° 10

Energía Activa	139080	kWh
Energía Reactiva	152040	kVArh

Horas diarias	10	Turnos de Trabajo	▼
Mes a evaluar	Febrero	Año	2003
Horas de trabajo al mes	280		

Costo promedio del banco de condensadores (\$/kVAr)	78.33
Costo de energía reactiva (\$/kVArh)	0.0149

Calcular

Cancelar

**COMPENSACIÓN
(kVAR)**

398.13

**TIEMPO ESTIMADO DE
RETORNO DE INVERSIÓN**

Costo total (\$) (aprox.) 31185.5

Periodo de recuperación de la inversión (meses) 18.8

FACTOR DE POTENCIA

Actual

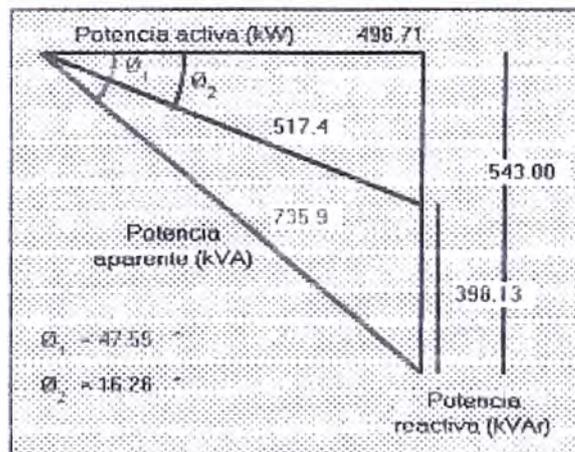
0.67

Final

0.96

Los resultados obtenidos con este programa son referenciales. los cuales deberán ser verificados por un especialista de acuerdo a cada aplicación específica

Salir



CUADRO N°11

TABLA PARA CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BATERIA DE CONDENSADORES

La tabla nos da en función del $\cos \phi$ de la instalación antes y después de la compensación, un coeficiente a multiplicar por la potencia activa para encontrar la potencia de la batería de condensadores a instalar

antes de la

compensación potencia del condensador en kVAr a instalar por kW de carga para elevar el factor de potencia ($\cos \phi$) a la tg α :

tg \cos	tg \cos	0,75	0,59	0,49	0,45	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	0,0
		0,00	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,97	0,98	0,99	1
2,29	0,40	1,557	1,601	1,605	1,632	1,661	1,695	1,724	1,959	1,908	2,037	2,085	2,146	2,289
2,22	0,41	1,474	1,625	1,742	1,769	1,798	1,831	1,840	1,856	1,935	1,973	2,071	2,002	2,225
2,16	0,42	1,413	1,561	1,681	1,709	1,738	1,771	1,800	1,835	1,874	1,913	1,961	2,022	2,164
2,10	0,43	1,356	1,499	1,624	1,651	1,680	1,713	1,742	1,770	1,816	1,855	1,903	1,964	2,107
2,04	0,44	1,290	1,441	1,568	1,595	1,614	1,647	1,677	1,712	1,751	1,790	1,837	1,899	2,041
1,98	0,45	1,230	1,384	1,501	1,532	1,561	1,592	1,626	1,659	1,695	1,737	1,784	1,846	1,989
1,93	0,46	1,179	1,330	1,446	1,473	1,502	1,533	1,567	1,600	1,636	1,677	1,725	1,786	1,929
1,88	0,47	1,130	1,278	1,397	1,425	1,454	1,485	1,519	1,552	1,588	1,629	1,677	1,750	1,891
1,83	0,48	1,076	1,228	1,343	1,370	1,400	1,430	1,464	1,497	1,534	1,575	1,623	1,694	1,826
1,78	0,49	1,030	1,179	1,297	1,326	1,355	1,386	1,420	1,453	1,489	1,530	1,578	1,639	1,762
1,73	0,50	0,982	1,132	1,249	1,276	1,303	1,337	1,369	1,403	1,441	1,481	1,529	1,590	1,732
1,68	0,51	0,936	1,037	1,202	1,230	1,257	1,291	1,323	1,357	1,395	1,435	1,483	1,544	1,686
1,64	0,52	0,894	1,043	1,160	1,188	1,215	1,249	1,281	1,315	1,353	1,393	1,441	1,502	1,644
1,60	0,53	0,850	1,000	1,116	1,144	1,171	1,205	1,237	1,271	1,309	1,349	1,397	1,459	1,600
1,56	0,54	0,809	0,959	1,075	1,103	1,130	1,164	1,196	1,230	1,269	1,308	1,356	1,417	1,559
1,52	0,55	0,769	0,918	1,035	1,063	1,090	1,124	1,156	1,190	1,228	1,268	1,316	1,377	1,519
1,48	0,56	0,730	0,879	0,996	1,024	1,051	1,085	1,117	1,151	1,189	1,229	1,277	1,339	1,480
1,44	0,57	0,692	0,841	0,958	0,986	1,013	1,047	1,079	1,113	1,151	1,191	1,239	1,300	1,442
1,40	0,58	0,655	0,805	0,921	0,949	0,976	1,010	1,042	1,076	1,114	1,154	1,202	1,263	1,405
1,37	0,59	0,618	0,768	0,884	0,912	0,939	0,973	1,005	1,039	1,077	1,117	1,165	1,226	1,369
1,33	0,60	0,584	0,733	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334
1,30	0,61	0,549	0,699	0,815	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299
1,27	0,62	0,515	0,665	0,781	0,809	0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265
1,23	0,63	0,483	0,633	0,749	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233
1,20	0,64	0,450	0,601	0,716	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200
1,17	0,65	0,419	0,569	0,685	0,713	0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,027	1,169
1,14	0,66	0,389	0,538	0,654	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138
1,11	0,67	0,359	0,508	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108
1,08	0,69	0,329	0,478	0,595	0,623	0,650	0,684	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079
1,05	0,69	0,299	0,448	0,565	0,593	0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,846	0,907	1,049
1,02	0,70	0,270	0,420	0,536	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,817	0,878	1,020
0,99	0,71	0,242	0,392	0,508	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,789	0,850	0,992
0,96	0,72	0,213	0,364	0,479	0,507	0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,815	0,957
0,94	0,73	0,186	0,336	0,452	0,480	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,784	0,926
0,91	0,74	0,159	0,309	0,425	0,453	0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,757	0,900
0,89	0,75	0,132	0,282	0,398	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0,882
0,86	0,75	0,105	0,225	0,341	0,369	0,396	0,430	0,462	0,496	0,534	0,574	0,616	0,683	0,825
0,83	0,77	0,079	0,229	0,345	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,687	0,829
0,80	0,78	0,053	0,202	0,319	0,347	0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803
0,78	0,79	0,026	0,176	0,292	0,320	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776
0,75	0,80		0,150	0,266	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,750
0,72	0,81		0,124	0,240	0,268	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,582	0,724
0,70	0,82		0,098	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,556	0,698
0,67	0,83		0,072	0,188	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,463	0,530	0,672
0,65	0,84		0,046	0,162	0,190	0,217	0,251	0,283	0,317	0,355	0,395	0,437	0,504	0,645
0,62	0,85		0,020	0,135	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,478	0,620
0,59	0,86			0,109	0,140	0,167	0,198	0,229	0,264	0,301	0,343	0,386	0,453	0,593
0,57	0,87			0,083	0,114	0,141	0,172	0,204	0,239	0,275	0,317	0,361	0,424	0,567
0,54	0,88			0,054	0,085	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,289	0,335	0,395	0,538
0,51	0,89			0,029	0,059	0,086	0,117	0,149	0,183	0,220	0,262	0,309	0,369	0,512
0,48	0,90				0,001	0,029	0,059	0,092	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,424

Ejemplo: cálculo de la potencia en kW de la instalación 500 kW con existencia en la instalación con 0,75 $\cos \phi$ a sea tg = 0,89 con deseado: $\cos \phi$ 0,93 a sea tg = 0,40 $\phi = 500 \times 0,487 = 240 \text{ kVAr}$ cualquiera que sea el valor nominal de la tensión de la instalación

CUADRO N° 12

PRESUPUESTO REFERENCIAL

EQUIPAMIENTO PARA CAMBIO DE TARIFA A MT3 DEL EDIFICIO DEL MINCETUR

Fecha: 07-Nov-2003

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$	PARCIAL \$
SUBESTACION ELECTRICA TIPO COMPACTA PEDESTAL				
POTENCIA 800 KVA				
TENSION NOMINAL 10 / 0.22 KV				
FRECUENCIA 60 HERTZ				25,760.00
EQUIPADO CON:				
TRANSFORMADOR TRIFASICO 800 KVA 10 / 0.22 KV	UND	1		
SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR SF6 12KV 400A CON BASES PORTAFUSIBLES Y DISPOSITIVO DE DESCONEXION AUTOMATICA A LA FUSION DE CUALQUIERA DE LOS FUSIBLES	UND	1		
FUSIBLE 12KV 63A	UND	3		
SECCIONADOR DE LINEA TIERRA 12KV 400A CON BLOQUEO MECANICO CON EL SECCIONADOR DE POTENCIA	UND	1		
ESTRUCTURA METALICA CON PUERTAS FRONTALES, PROTECCIONES LATERALES Y POSTERIORES, TECHO, REJILLAS DE VENTILACION, BLOQUEOS MECANICOS Y EMPAQUETADURAS EN LAS PUERTAS.	UND	1		
MATERIALES MENUDOS PARA LA INSTALACION (CABLES, TUBERIAS, TERMINALES, ACCESORIOS, ETC.)	GLB	1	1,500.00	1,500.00
MANO DE OBRA DE INSTALACION	GLB	1	4,500.00	4,500.00
ELABORACION DE PROYECTO	GLB	1	1,800.00	1,800.00
RED PRIMARIA (estimado)	GLB	1	5,000.00	5,000.00
EQUIPOS DE MEDICION (estimado)	GLB	1	8,000.00	8,000.00
COSTO DIRECTO			US\$	46,560.00
GASTOS GENERALES			US\$	4,656.00
UTILIDAD			US\$	4,656.00
SUBTOTAL			US\$	55,872.00
I.G.V. 19%			US\$	10,615.68
TOTAL			US\$	66,487.68

CUADRO N°13

PRESUPUESTO REFERENCIAL

COMPENSACION REACTIVA DEL EDIFICIO DEL MINCETUR

Fecha: 07-Nov-2003

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. \$	PARCIAL \$
BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS TECNICAS:				
POTENCIA	420 KVAR			
TENSION NOMINAL	220 VOLTIOS			
FRECUENCIA	60 HERTZ			
ETAPAS	12 PASOS			
EQUIPADO CON:				
CONDENSADOR TRIPOLAR 40KVAR 220V	UND	4	320.00	1,280.00
CONDENSADOR TRIPOLAR 30KVAR 220V	UND	8	200.00	1,600.00
CONDENSADOR TRIPOLAR 20KVAR 220V	UND	1	150.00	150.00
INTERRUPTOR GENERAL 3 x 1200 A - 220 V	UND	1	2,000.00	2,000.00
CONTROLADOR REGULADOR DE FACTOR DE POTENCIA	UND	1	900.00	900.00
CONTACTOR TRIFASICO 40 KVAR 220V	UND	4	150.00	600.00
CONTACTOR TRIFASICO 30 KVAR 220V	UND	8	120.00	960.00
CONTACTOR TRIFASICO 20 KVAR 220V	UND	1	80.00	80.00
INTERRUPTOR TERMOMAG. 3 x 150 A 220V	UND	4	120.00	480.00
INTERRUPTOR TERMOMAG. 3 x 100 A 220V	UND	8	85.00	680.00
INTERRUPTOR TERMOMAG. 3 x 70 A 220V	UND	1	70.00	70.00
GABINETE METALICO EQUIPADO CON CIRCUITOS DE SEÑALIZACION, Y VENTILACION FORZADA	CJT	1	1,140.00	1,140.00
MATERIALES MENUDOS PARA LA INSTALACION (CABLES, TUBERIAS, TERMINALES, ACCESORIOS, ETC.)	GLB	1	300.00	500.00
MANO DE OBRA DE INSTALACION	GLB	1	1,000.00	2,000.00
COSTO DIRECTO			US\$	12,440.00
GASTOS GENERALES			US\$	1,244.00
UTILIDAD			US\$	1,244.00
SUBTOTAL			US\$	14,928.00
I.G.V. 19%			US\$	2,836.32
TOTAL			US\$	17,764.32

CUADRO N° 14

CALCULO DE TIR CAMBIO A TARIFA MT3

PERIODOS	FLUJO	T.D. 1 78.90%	VAN 1	T.D. 2 79.00%	VAN 2
0	-\$ 66,487.68	1.0000	-\$ 66,487.68	1.0000	-\$ 66,487.68
1	\$ 52,630.08	0.5590	\$ 29,420.21	0.5587	\$ 29,404.43
2	\$ 52,630.08	0.3124	\$ 16,441.64	0.3121	\$ 16,425.85
3	\$ 52,630.08	0.1747	\$ 9,194.47	0.1744	\$ 9,178.69
4	\$ 52,630.08	0.0976	\$ 5,136.70	0.0974	\$ 5,126.17
5	\$ 52,630.08	0.0546	\$ 2,873.60	0.0544	\$ 2,863.08
6	\$ 52,630.08	0.0305	\$ 1,605.22	0.0304	\$ 1,599.95
7	\$ 52,630.08	0.0171	\$ 899.97	0.0170	\$ 894.71
8	\$ 52,630.08	0.0095	\$ 499.99	0.0095	\$ 499.99
9	\$ 52,630.08	0.0053	\$ 278.94	0.0053	\$ 278.94
10	\$ 52,630.08	0.0030	\$ 157.89	0.0030	\$ 157.89
			\$ 20.95		
				-\$ 57.98	

CUADRO N° 15

CALCULO DE TIR COMPENSACION REACTIVA

PERIODOS	FLUJO	T.D. 1 109.20%	VAN 1	T.D. 2 109.30%	VAN 2
0	-\$ 17,764.32	1.0000	-\$ 17,764.32	1.0000	-\$ 17,764.32
1	\$ 19,419.83	0.4780	\$ 9,282.68	0.4778	\$ 9,278.79
2	\$ 19,419.83	0.2285	\$ 4,437.43	0.2283	\$ 4,433.55
3	\$ 19,419.83	0.1092	\$ 2,120.65	0.1091	\$ 2,118.70
4	\$ 19,419.83	0.0522	\$ 1,013.72	0.0521	\$ 1,011.77
5	\$ 19,419.83	0.0250	\$ 485.50	0.0249	\$ 483.55
6	\$ 19,419.83	0.0119	\$ 231.10	0.0119	\$ 231.10
7	\$ 19,419.83	0.0057	\$ 110.69	0.0057	\$ 110.69
8	\$ 19,419.83	0.0027	\$ 52.43	0.0027	\$ 52.43
9	\$ 19,419.83	0.0013	\$ 25.25	0.0013	\$ 25.25
10	\$ 19,419.83	0.0006	\$ 11.65	0.0006	\$ 11.65

\$ 6.78

-\$ 6.84

CUADRO N°16

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR SECTORES (kW.h)

PISO	MINCETUR	PRODUCE	ASCENSORES	SERV. GEN.
S2	87.500			87.500
S1	87.500	87.500		
1				159.690
2		121.620		
3		121.620		
4		121.620		
5		121.620		
6		121.620		
7		91.033		
8	176.450			
9	88.240	88.240		
10	176.450			
11		176.450		
12	180.030			
13	180.030			
14	180.030			
15	180.030			
16	90.015	90.015		
17	363.412			
AZOTEA			969.266	
PARCIALES	1,789.687 43.15%	1,141.338 27.52%	969.266 23.37%	247.190 5.96%
TOTAL		4,147.481	kW.h-día	

CUADRO N°17

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR TIPO DE CARGA

TIPO DE CARGA	CONSUMO ANUAL (kW.h)	%
ILUMINACION	530,982.00	36.75
COMPUTO	333,821.25	23.11
ASCENSORES	337,690.57	23.37
AIRE ACONDICIONADO	78,300.00	5.42
ELECTROBOMBAS	77,346.09	5.35
OTRAS CARGAS	86,660.09	6.00
TOTAL	1,444,800.00	100.00

CUADRO N°18

RELACION DE LUMINARIAS EN EDIFICIO DEL MINCETUR

PISO	2x40	3x40	4x40	6x20	1x32	1x50	1x100	Ahorradores	Watt Total	Kwh/mes	KWH/Año
S-2											
S-1	75		39		9			50	13,628.00	3,066.30	36,795.60
1	60	10			6			3	6,258.00	1,408.05	16,896.60
2	18	65						7	9,394.00	2,113.65	25,363.80
3	105							6	8,532.00	1,919.70	23,036.40
4	98							7	7,994.00	1,798.65	21,583.80
5	106							7	8,634.00	1,942.65	23,311.80
6	26	55						6	8,812.00	1,982.70	23,792.40
7	63	16				52			9,560.00	2,151.00	25,812.00
8	13			71	6			8	9,928.00	2,233.80	26,805.60
9	20			54	5			6	8,372.00	1,883.70	22,604.40
10	61			9	3			11	6,298.00	1,417.05	17,004.60
11	94							6	7,652.00	1,721.70	20,660.40
12	9	3	55		4			6	10,140.00	2,281.50	27,378.00
13	83			6			4	6	7,892.00	1,775.70	21,308.40
14	100			11			5	6	9,952.00	2,239.20	26,870.40
15	83				4			5	6,878.00	1,547.55	18,570.60
16	86			6	5			2	7,804.00	1,755.90	21,070.80
17	96	16							9,600.00	2,160.00	25,920.00
18											
Artefactos	1196	165	94	157	42	52	9	142			
Lámparas/40W	2392	495	376	471							
N° Lámparas x40W=	3,734.00								157,328.00	35,398.80	424,785.60
Estimación de pérdidas 25%											106,196.40
Total consumo											530,982.00

Horas de uso promedio mensual: 225 Horas

ANEXO B

GRAFICO N°1

CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA ACTIVA

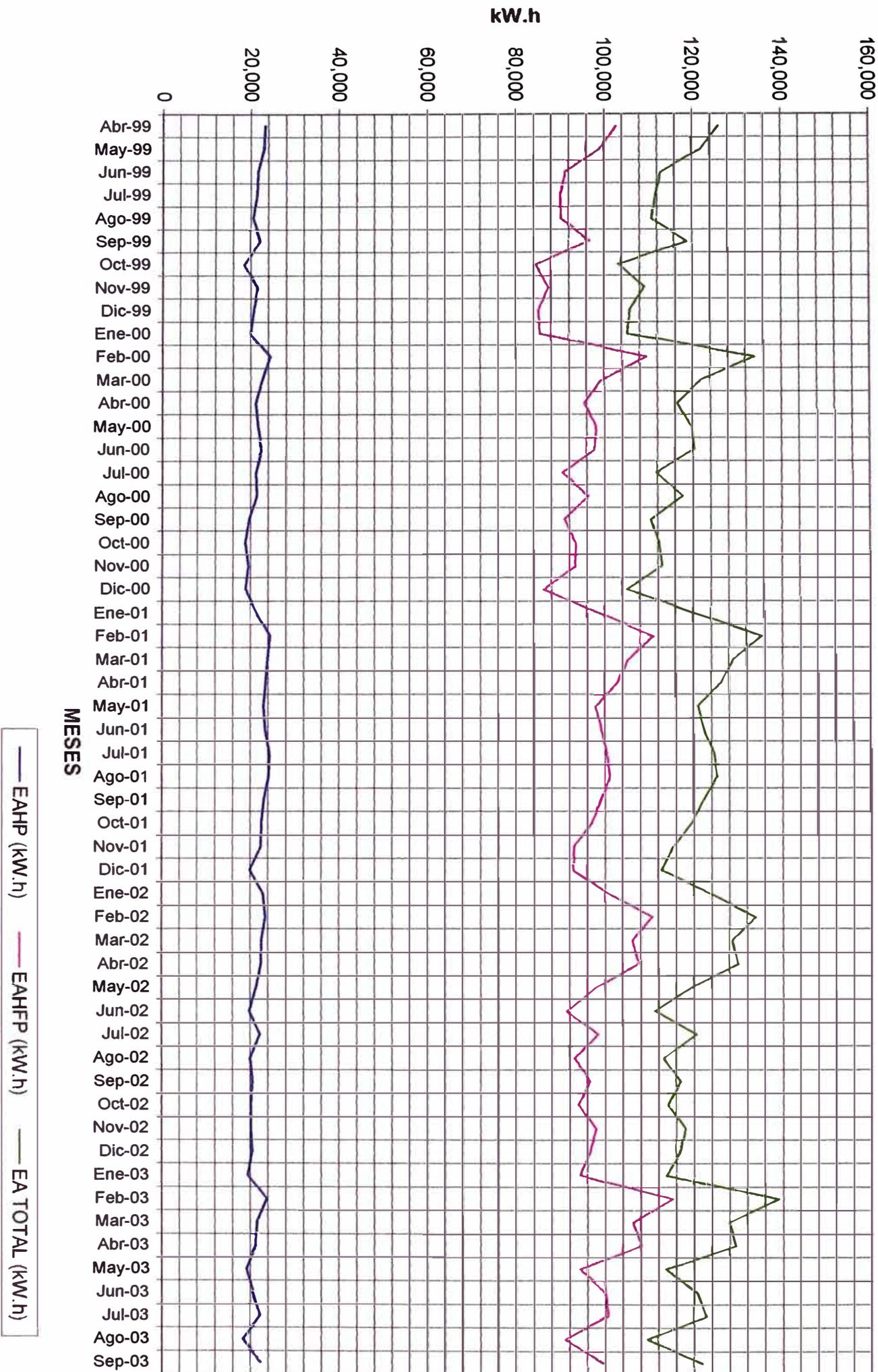


GRAFICO 1-1

EVOLUCION HISTORICA DEL CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA

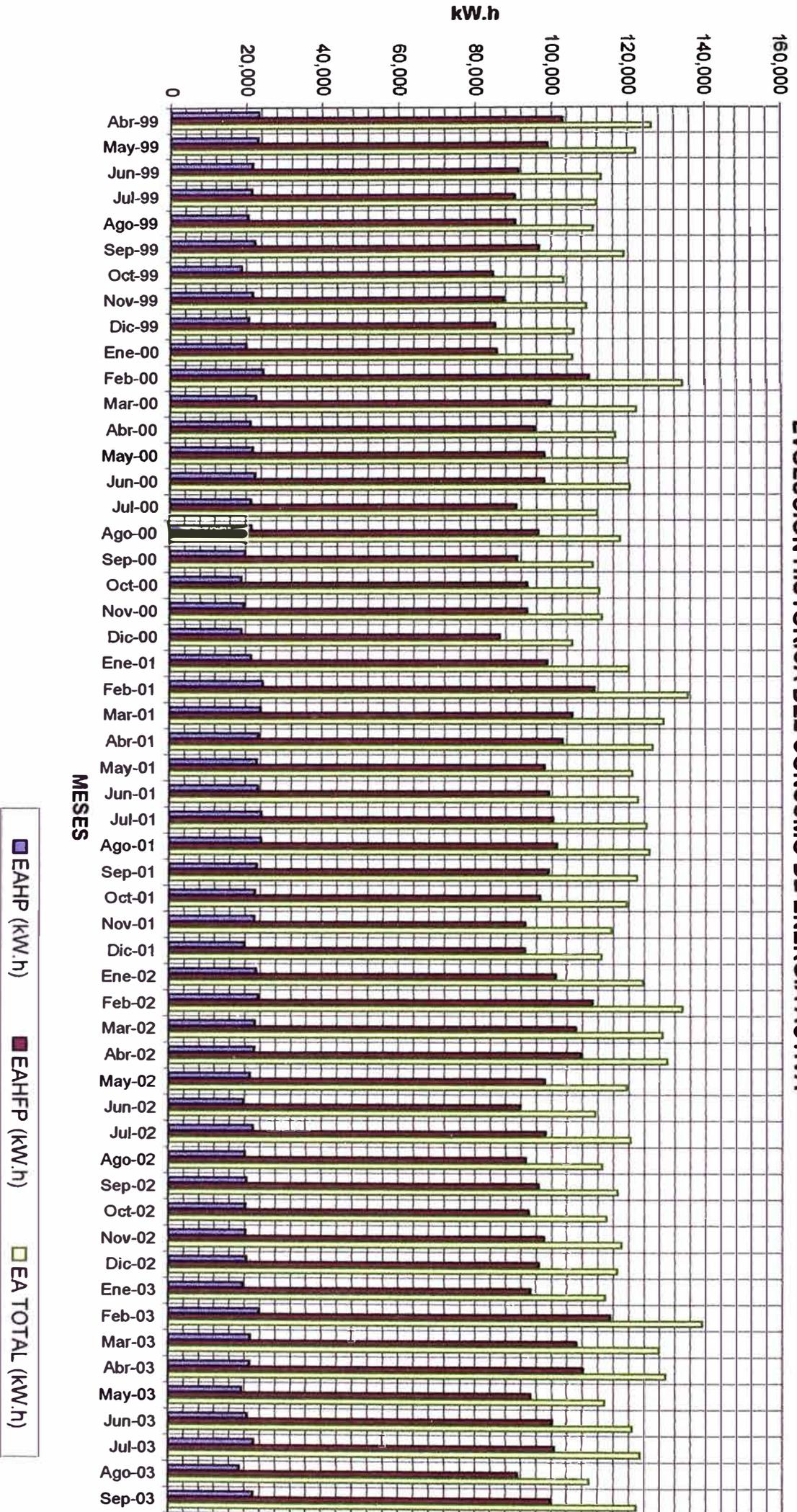


GRAFICO 1-2
CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA ACTIVA
AÑO 1999

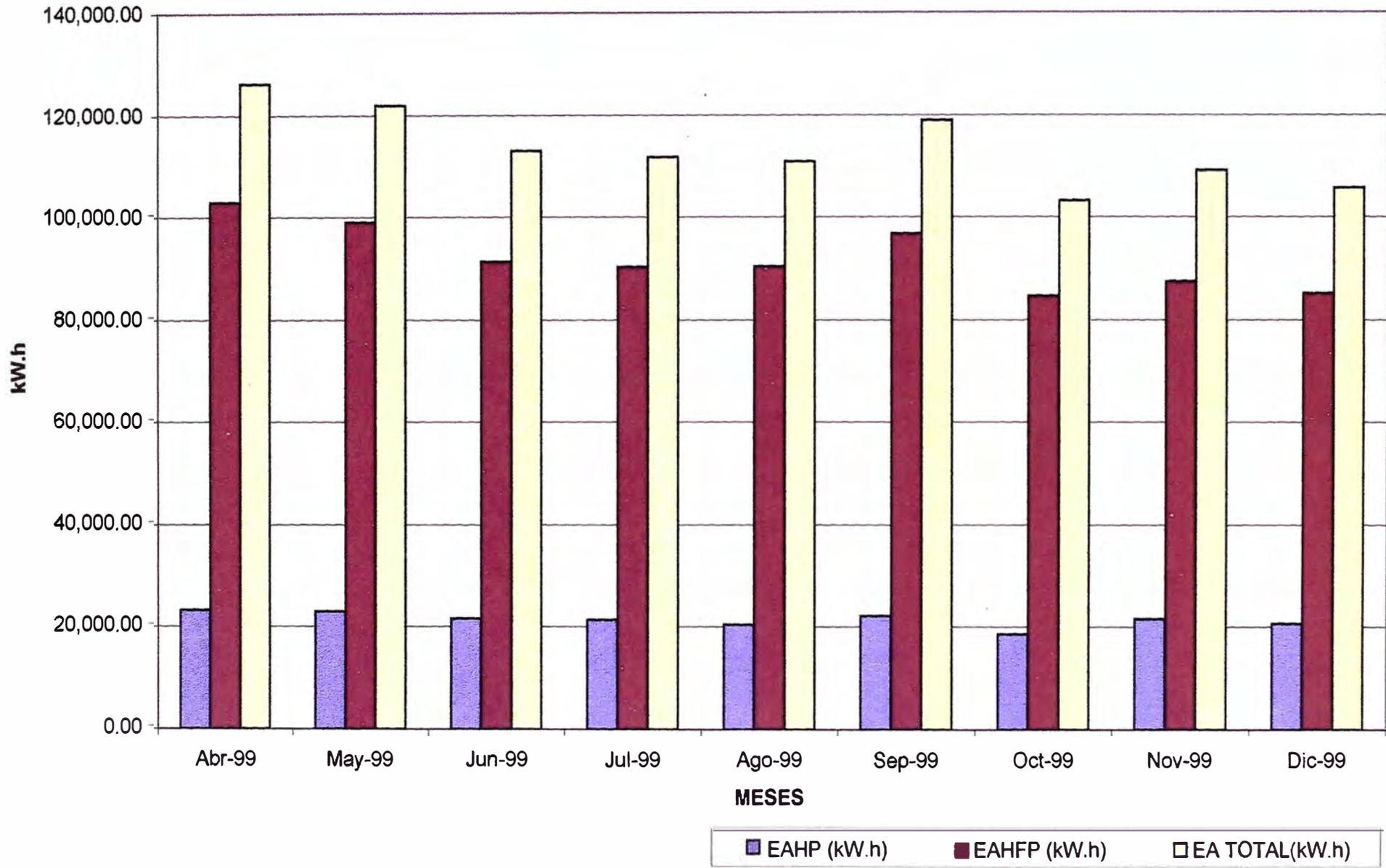


GRAFICO 1-3
CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA ACTIVA
AÑO 2000

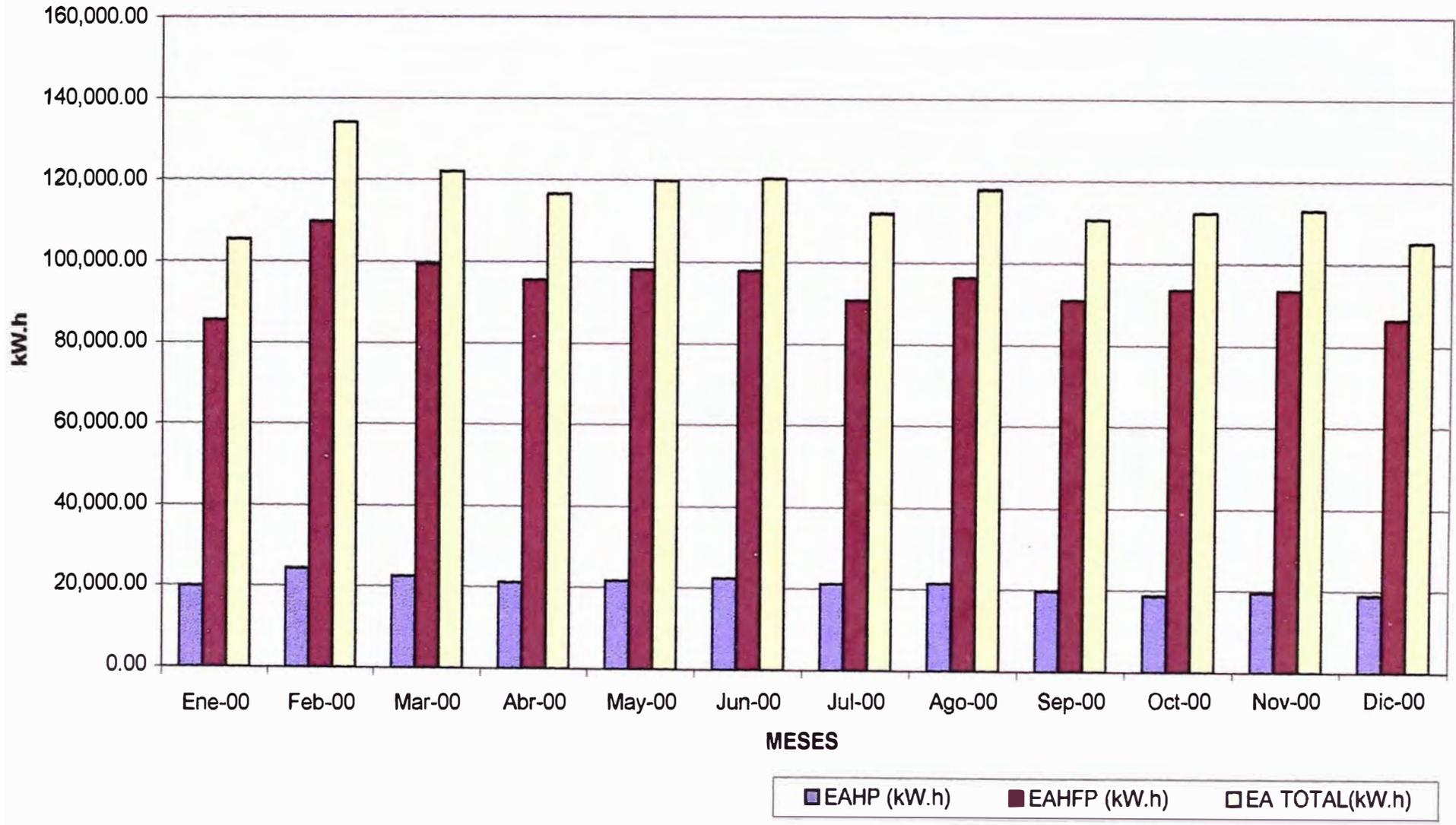


GRAFICO 1-4
CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA ACTIVA
AÑO 2001

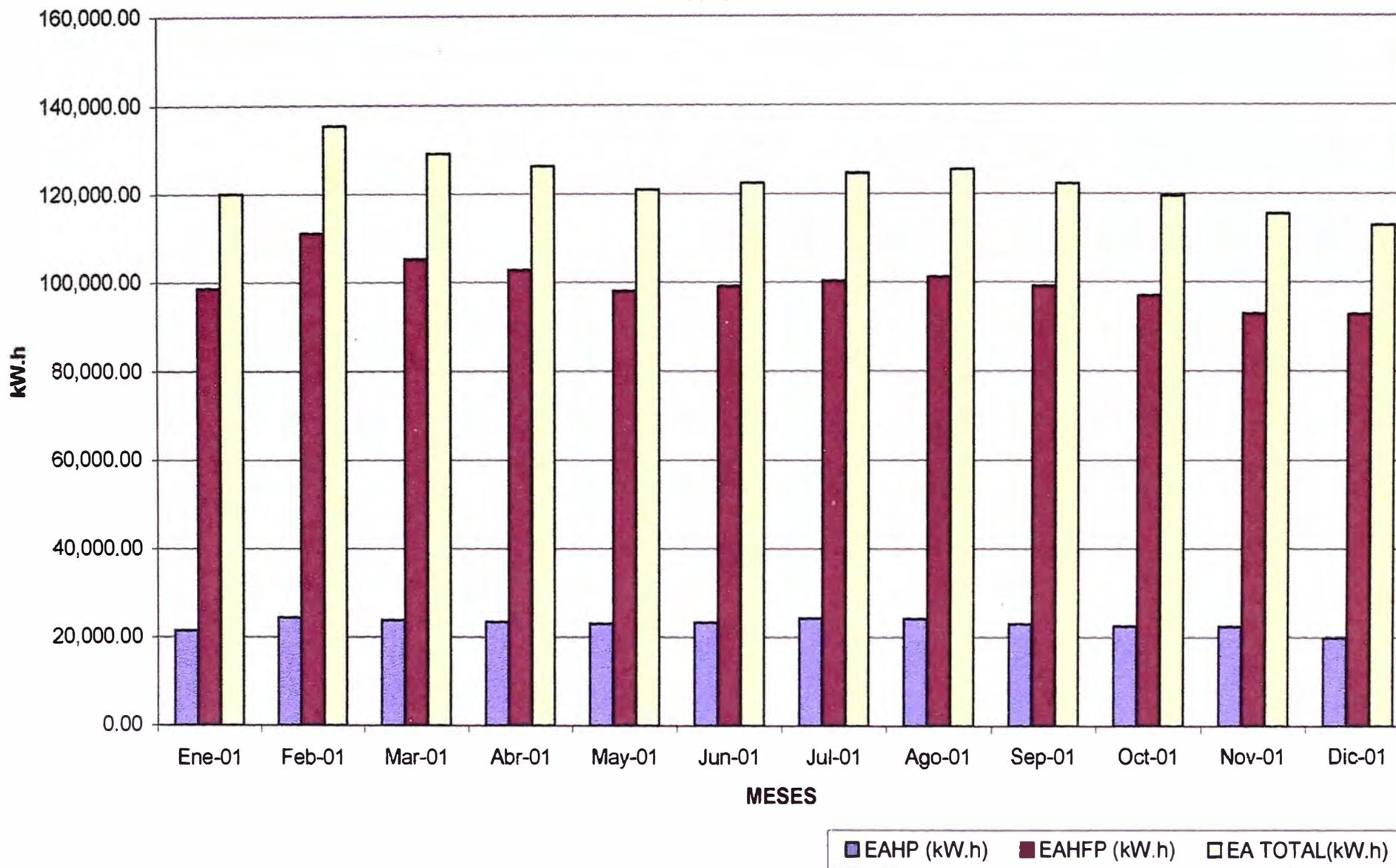


GRAFICO 1-5
CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA ACTIVA
AÑO 2002

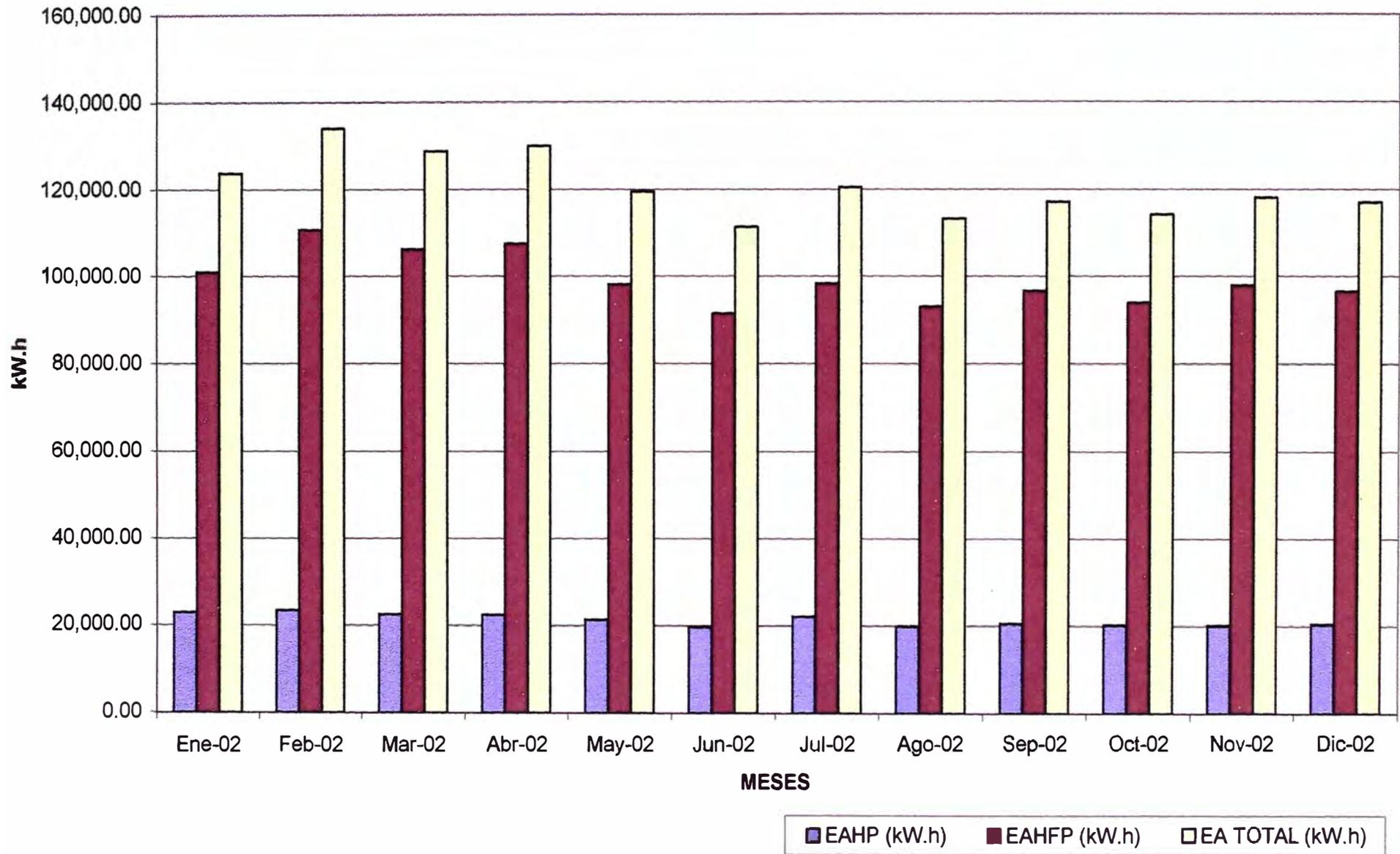


GRAFICO 1-6
CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA ACTIVA
AÑO 2003

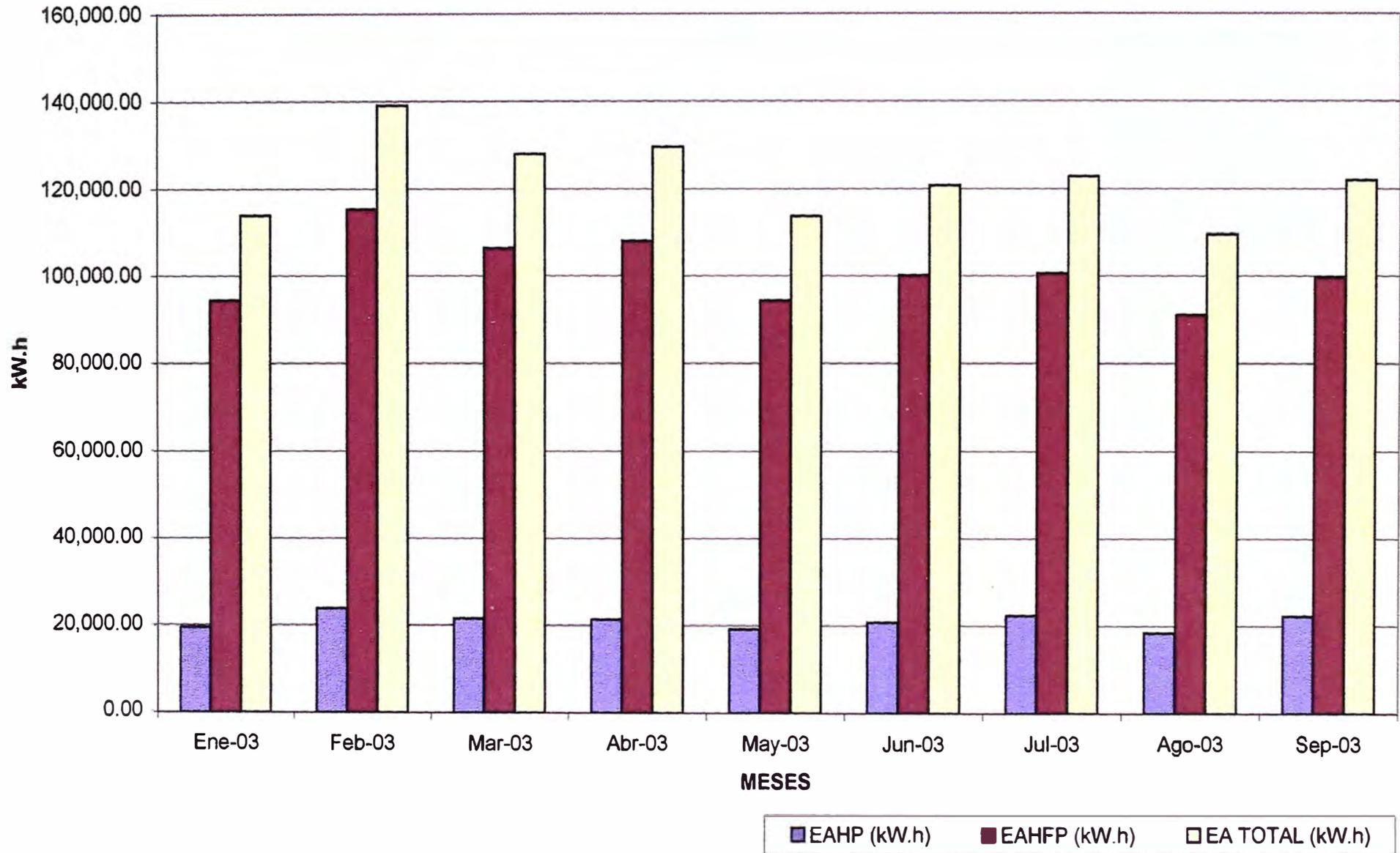
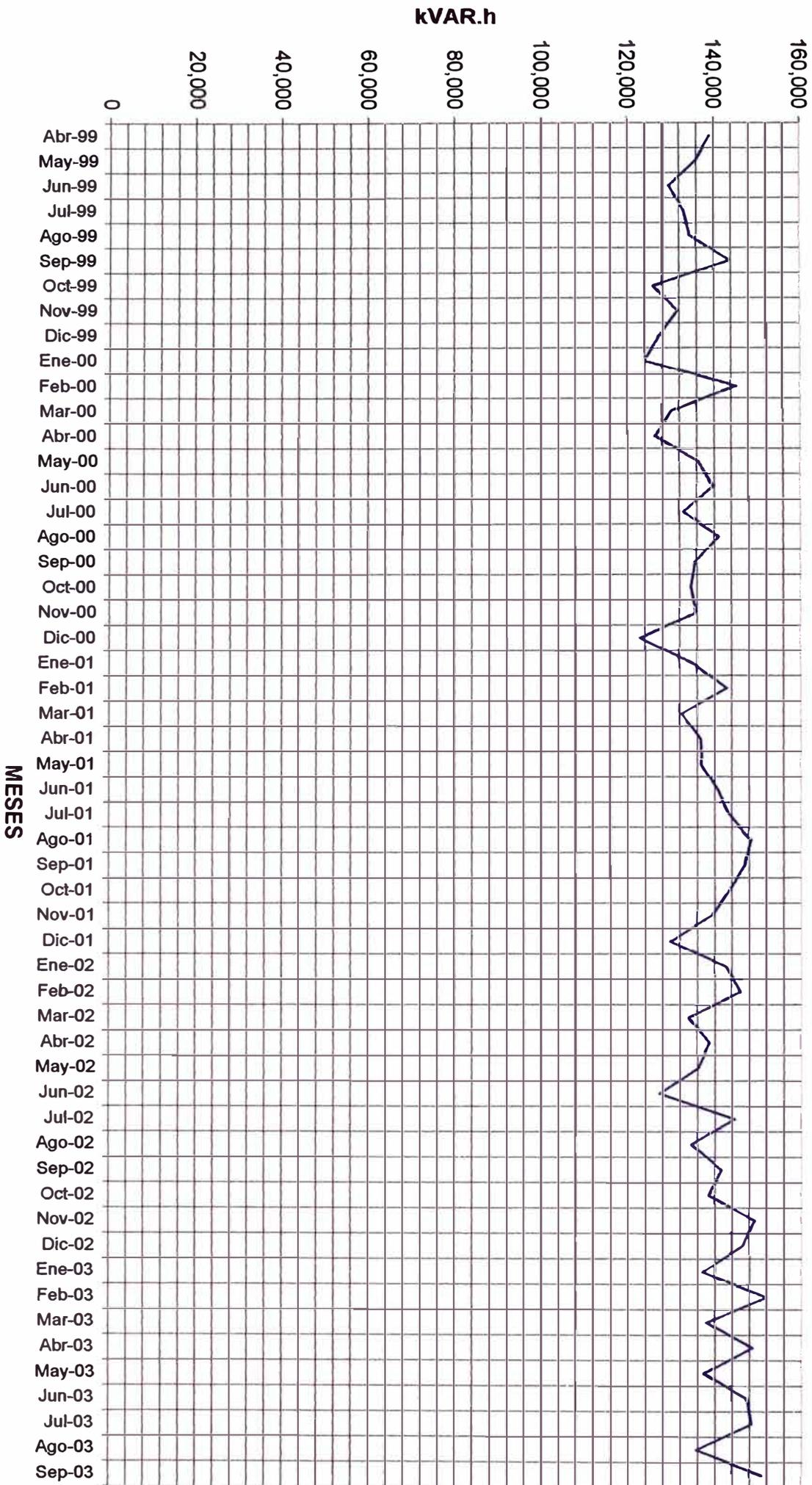


GRAFICO N° 2

CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA REACTIVA



— ER (kVAR.h)

GRAFICO N° 3

COSTOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA TOTAL

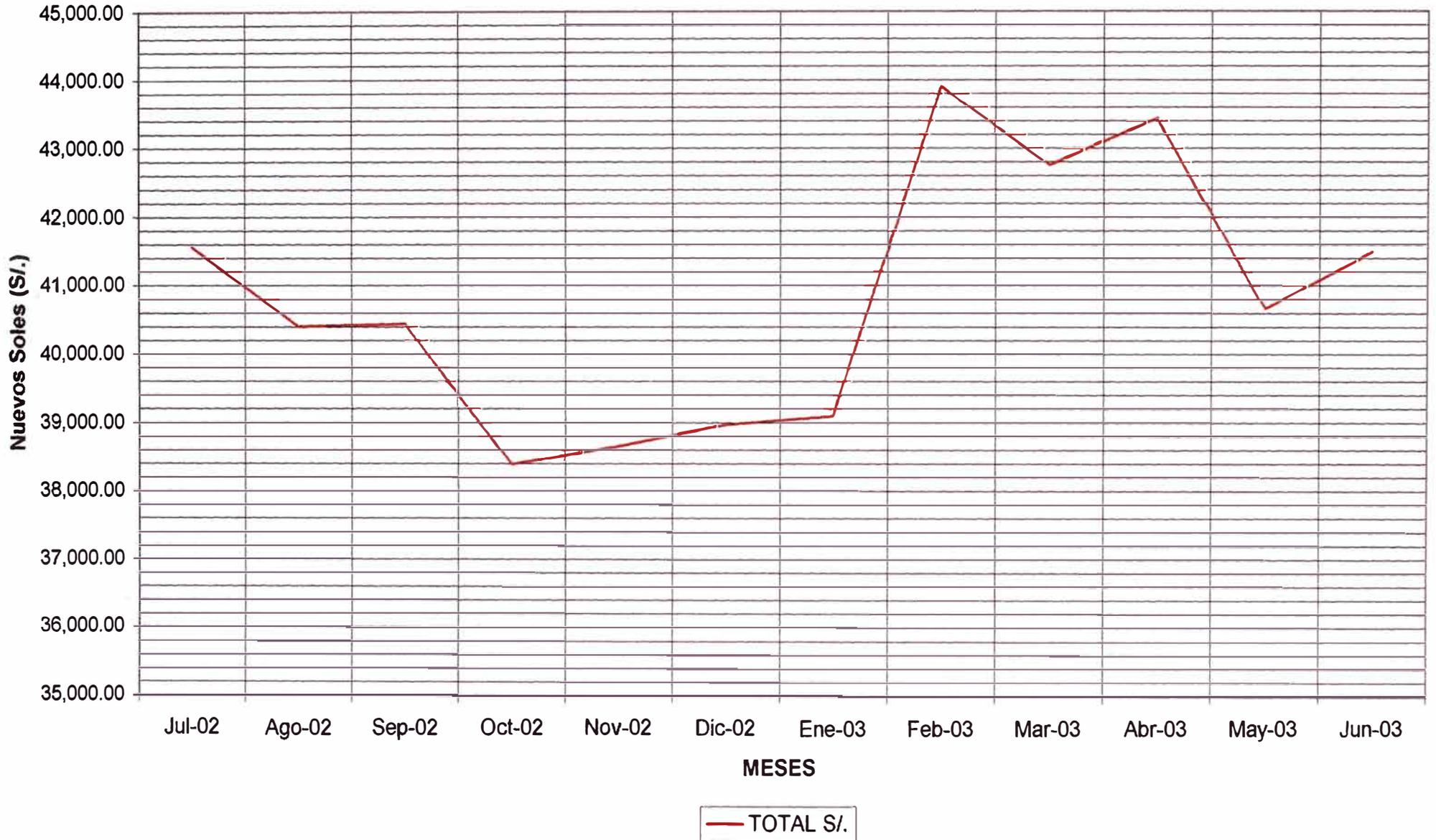


GRAFICO N°4

REGISTRO HISTORICO DE MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA ACTIVA

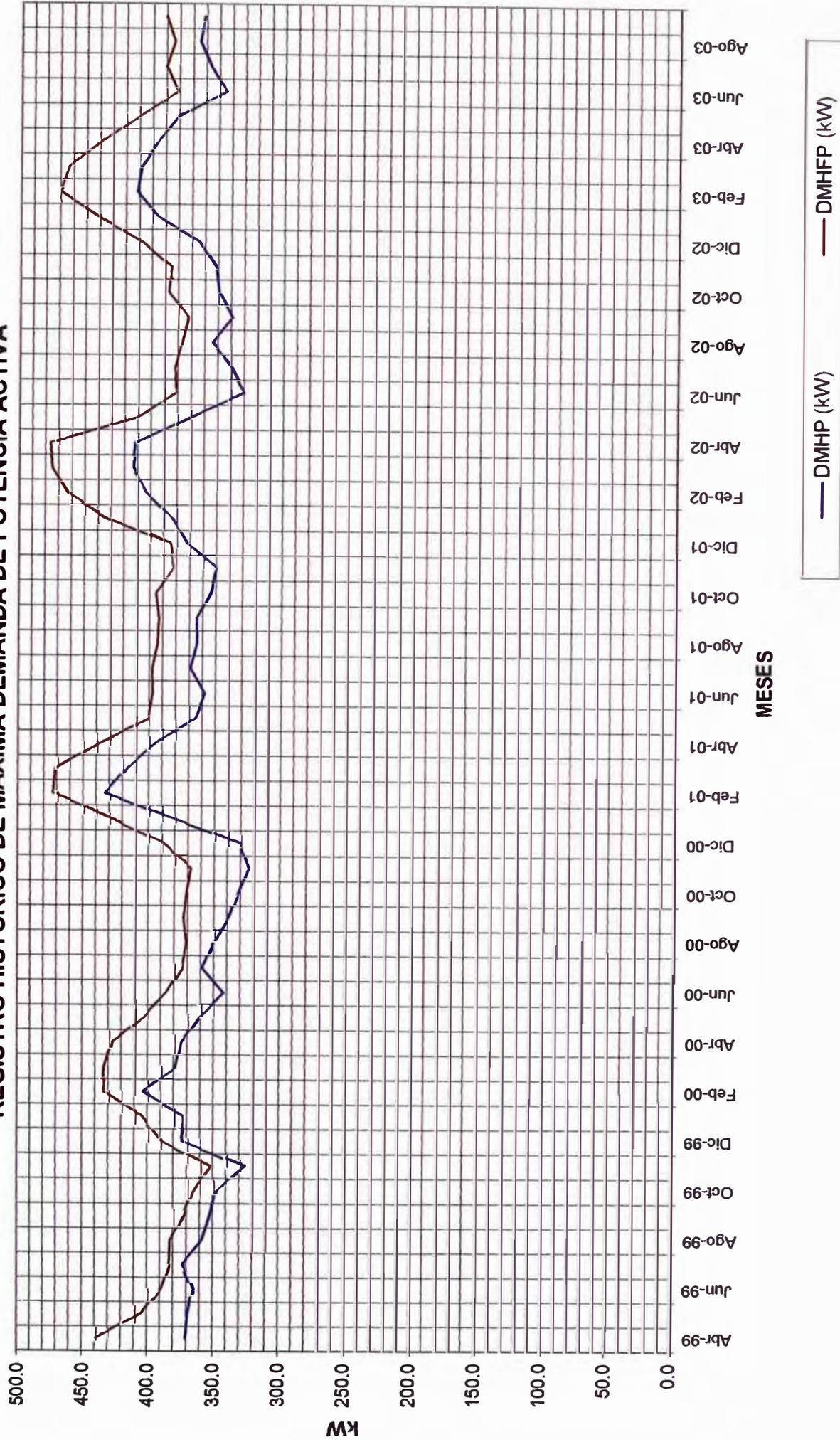


GRAFICO N° 5

REDUCCION DE CAPACIDAD DE MOTORES C.A. POR DESBALANCE DE TENSION

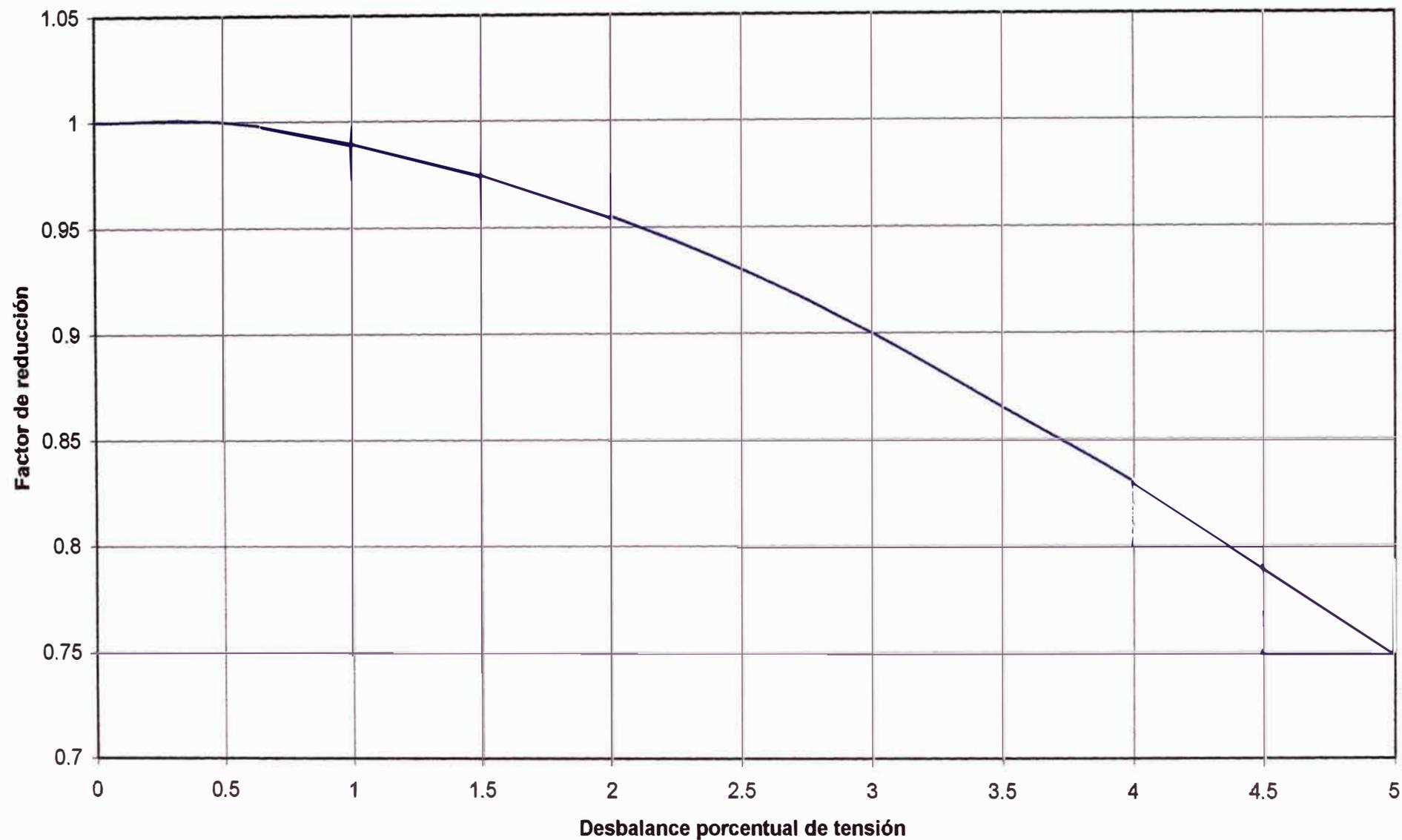
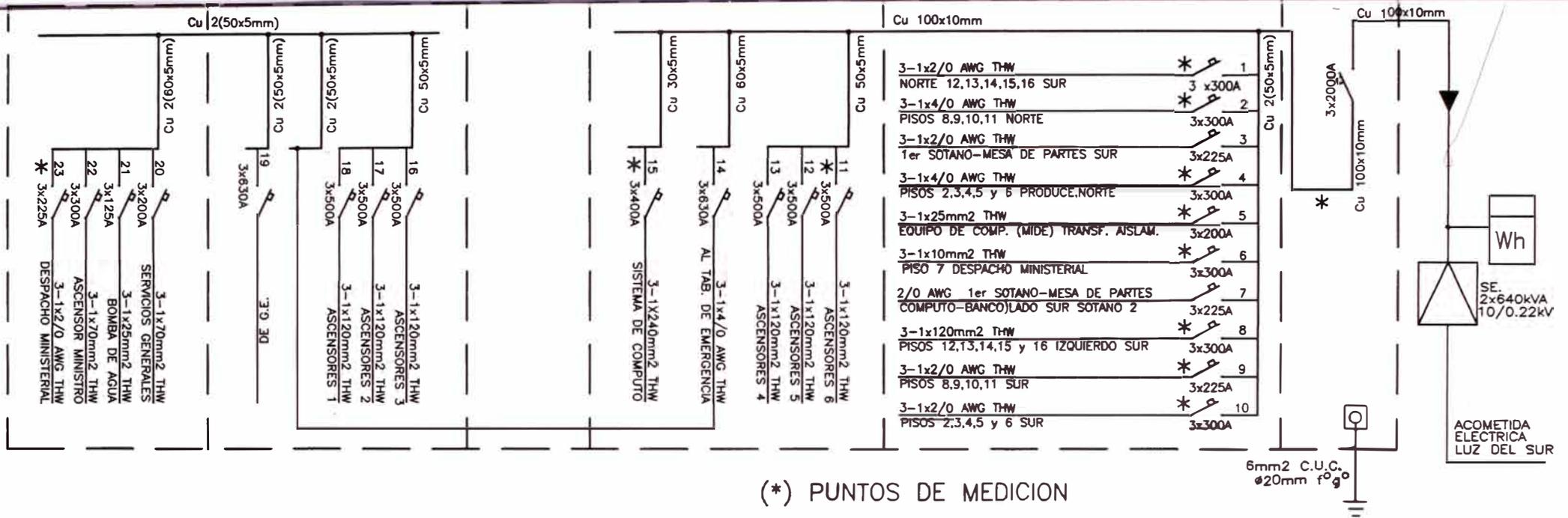


GRAFICO N° 6

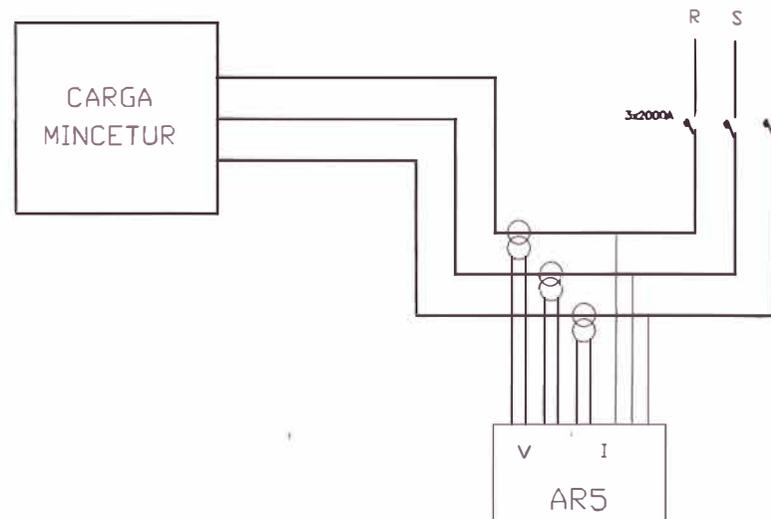
PUNTOS DE MEDICION CON ANALIZADOR DE RED (AR5)

TG(TABLERO GENERAL) TIPO GABINETES

ALIMENTADOR PRINCIPAL
2(3x300mm²)NKY

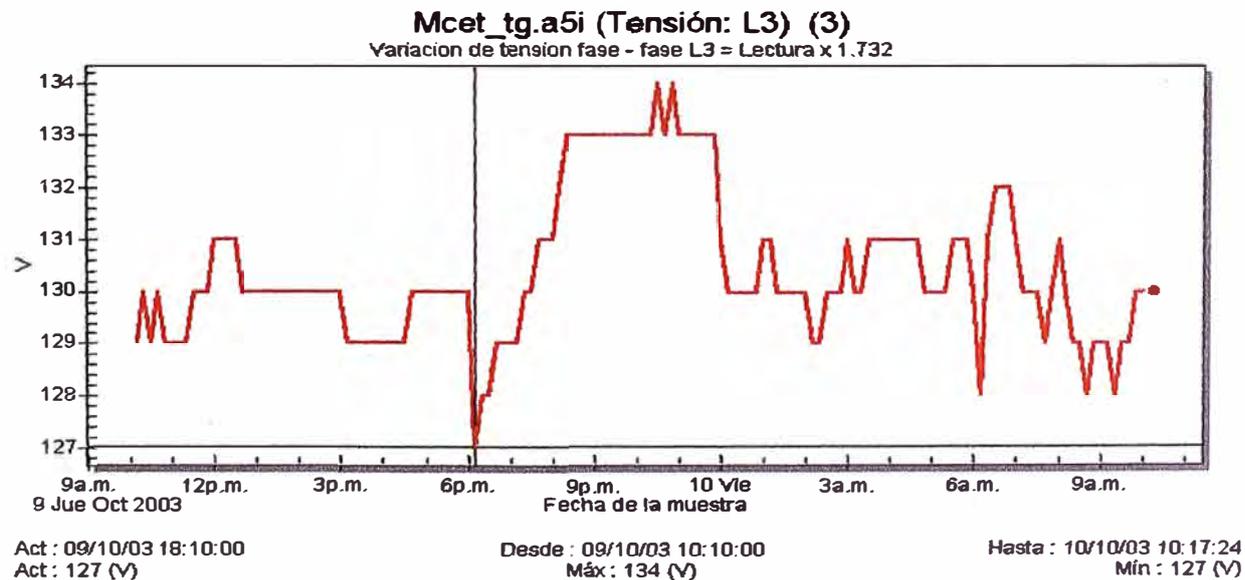
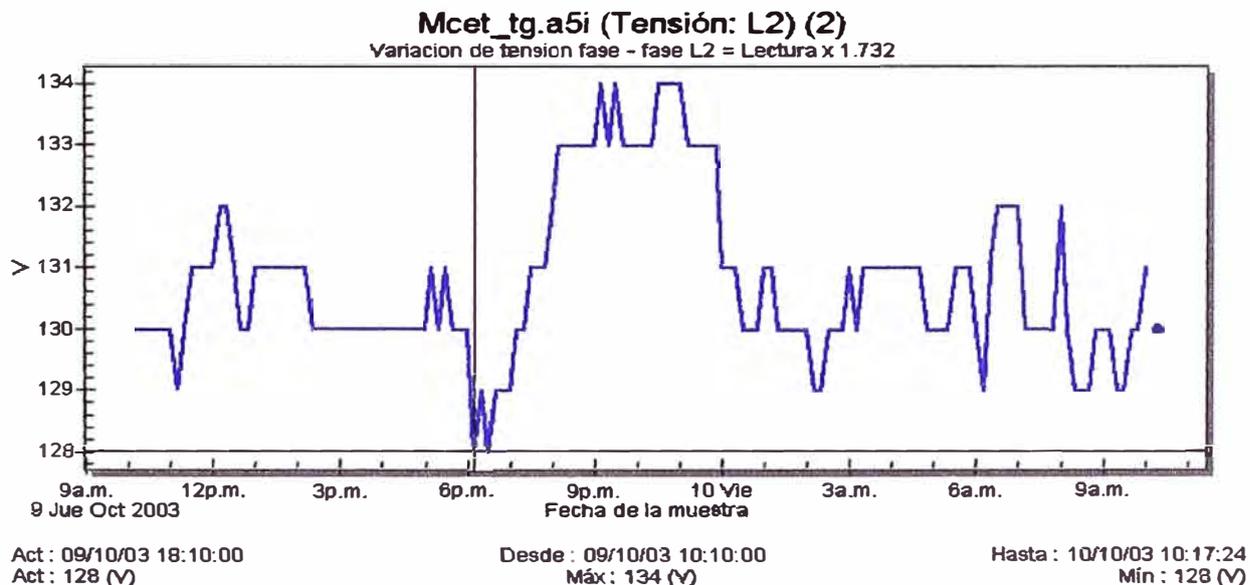
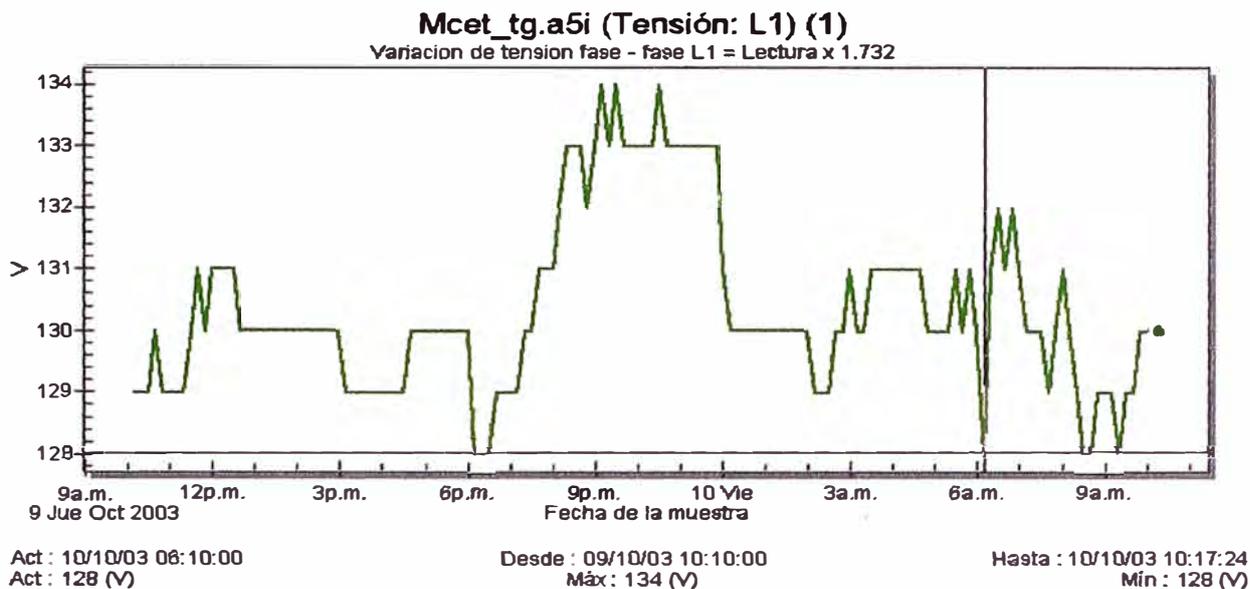


ESQUEMA DE CONEXION DEL AR5



GRAFICA N°7

MEDICION DE TENSION EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

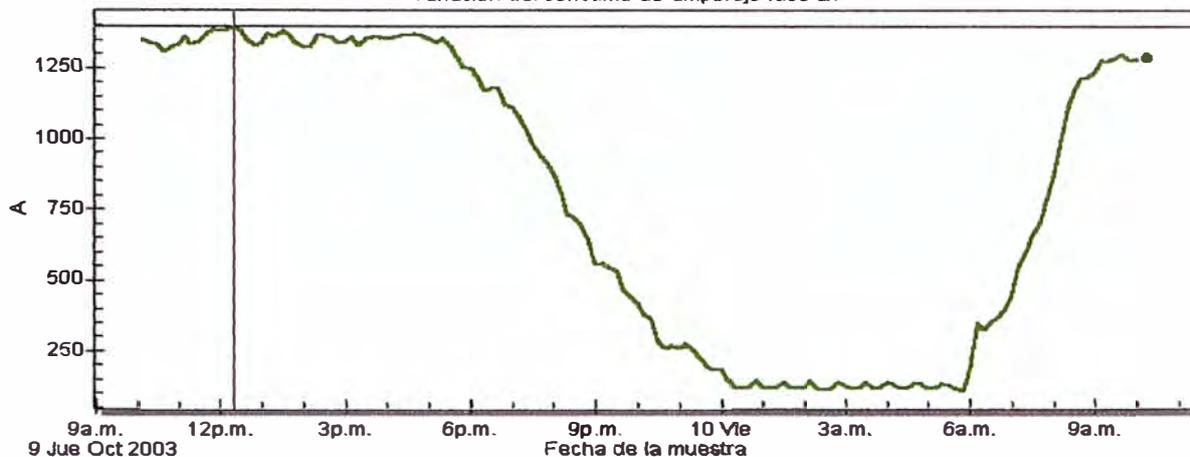


GRAFICA N°8

MEDICION DE CORRIENTE EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

Mcet_tg.a5i (Corriente: L1) (4)

Variación del consumo de amperaje fase L1



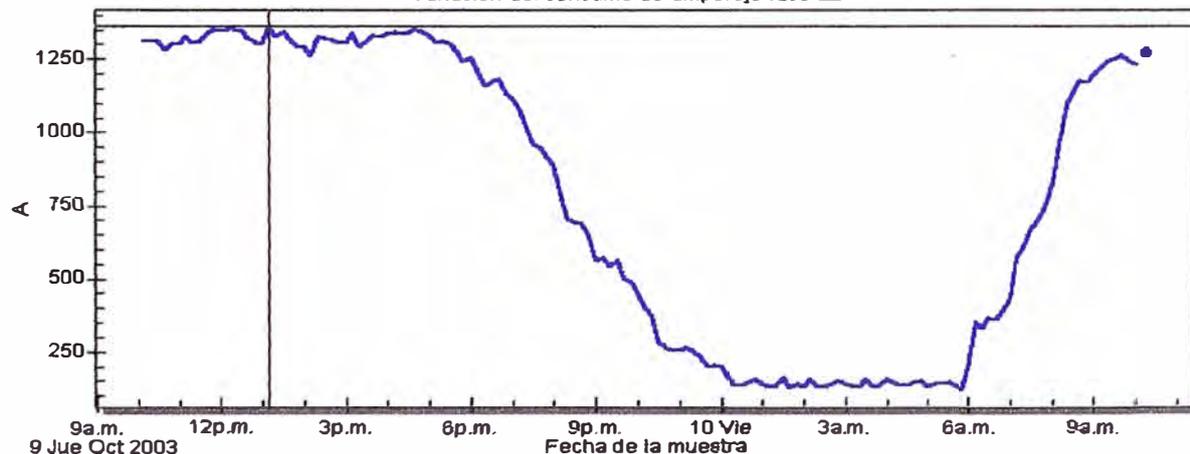
Act : 09/10/03 12:20:00
Act : 1393 (A)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 1393 (A)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 107 (A)

Mcet_tg.a5i (Corriente: L2) (5)

Variación del consumo de amperaje fase L2



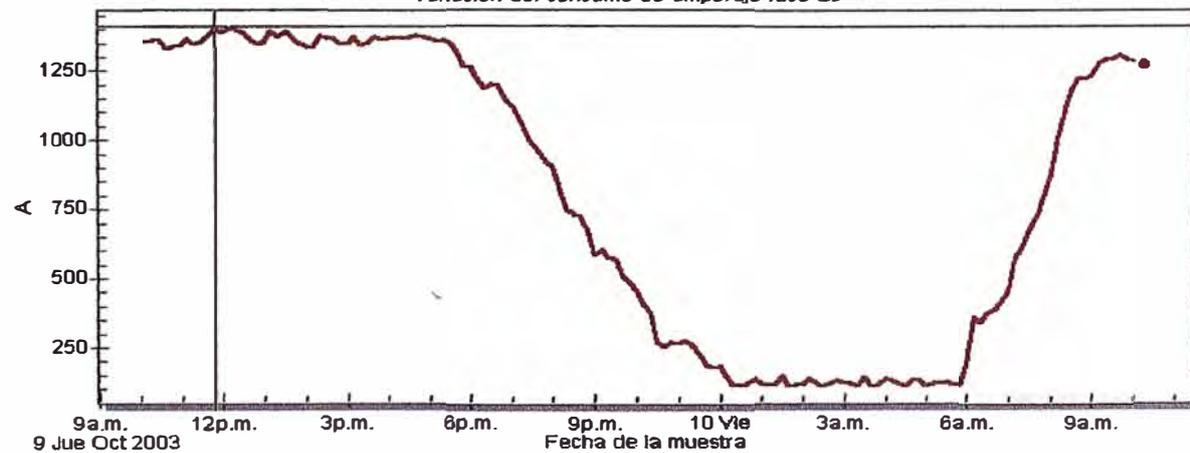
Act : 09/10/03 13:10:00
Act : 1360 (A)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 1360 (A)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 122 (A)

Mcet_tg.a5i (Corriente: L3) (6)

Variación del consumo de amperaje fase L3



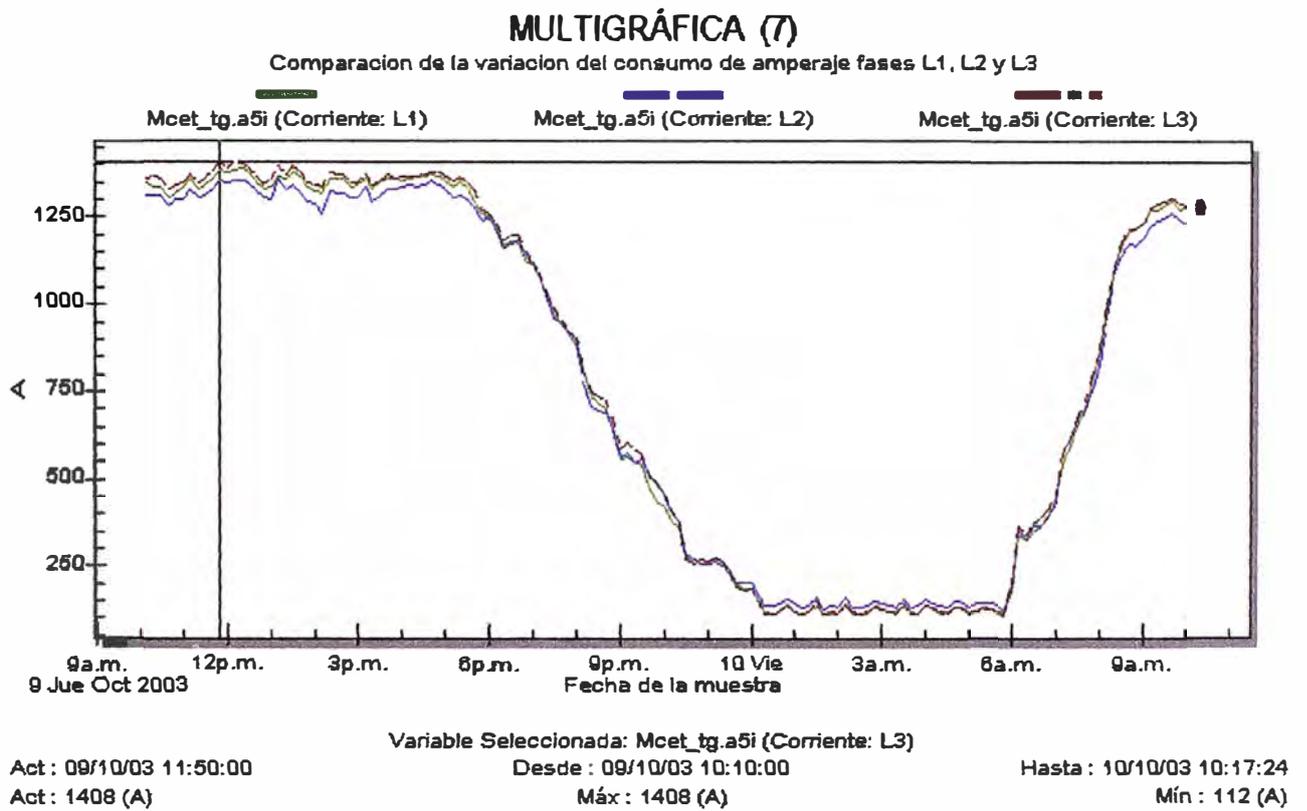
Act : 09/10/03 11:50:00
Act : 1408 (A)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 1408 (A)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 112 (A)

GRAFICA N°9

SUPERPOSICION DE MEDICION DE CORRIENTE EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

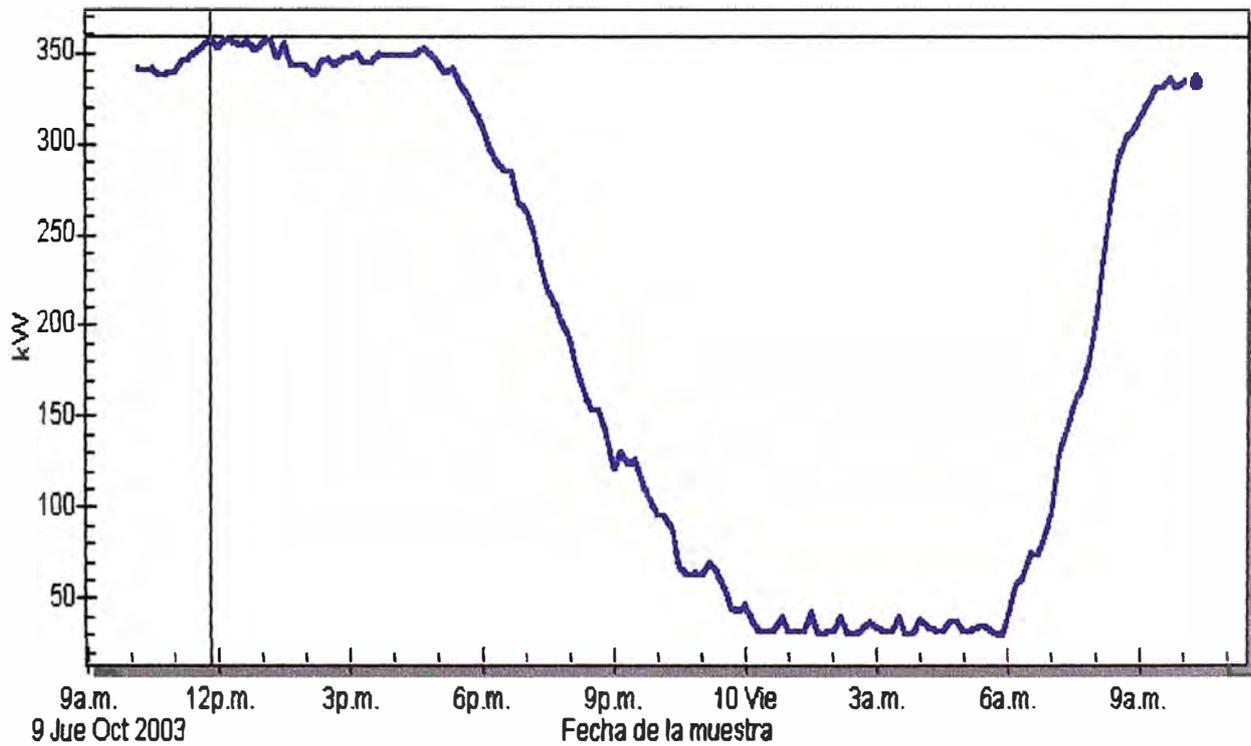


GRAFICA N°10

MEDICION DE POTENCIA ACTIVA EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

Mcet_tg.a5i (P. Activa: III +) (8)

Variación de la potencia trifásica activa en KW



Act: 09/10/03 11:50:00
Act: 358 (KW)

Desde: 09/10/03 10:10:00
Máx: 358 (KW)

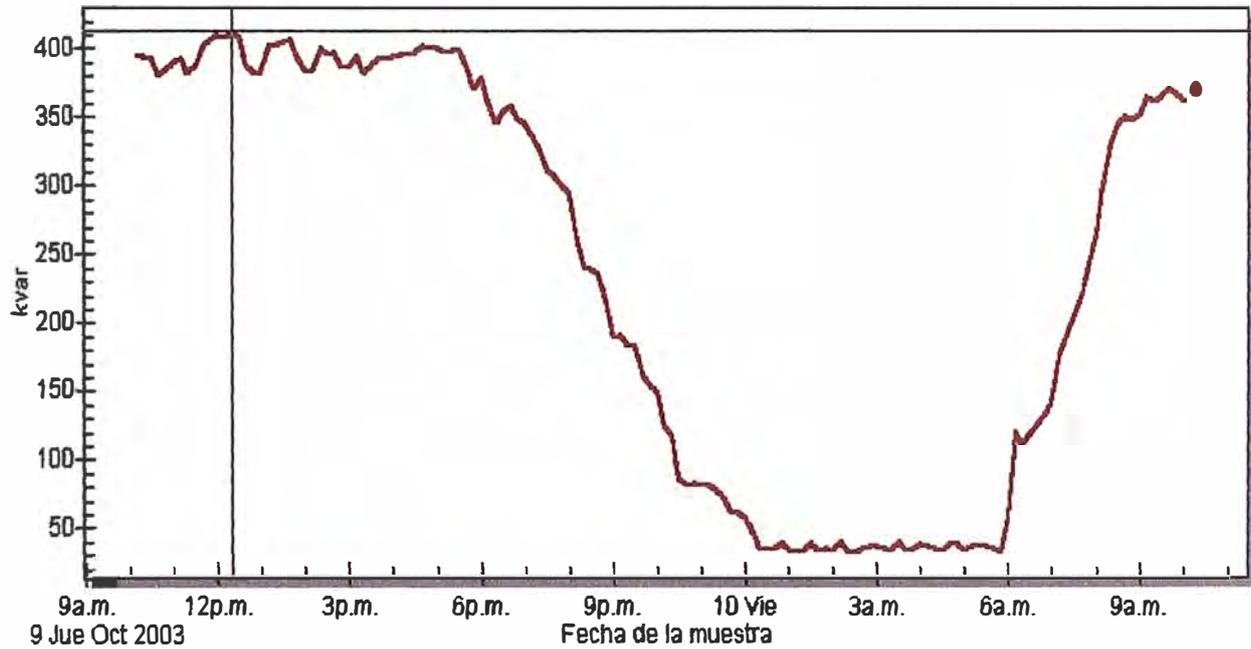
Hasta: 10/10/03 10:17:24
Mín: 29 (KW)

GRAFICA N°11

MEDICION DE POTENCIA REACTIVA EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

Mcet_tg.a5i (P. Inductiva: III +) (9)

Variacion de la potencia trifasica reactiva inductiva (L) en KVAR



Act : 09/10/03 12:20:00
Act : 412 (kvar)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 412 (kvar)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 32 (kvar)

GRAFICA N°12

LECTURA DE MEDICION EN SOFTWARE DE ANALIZADOR DE REDES AR5 CONECTADO A LA BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

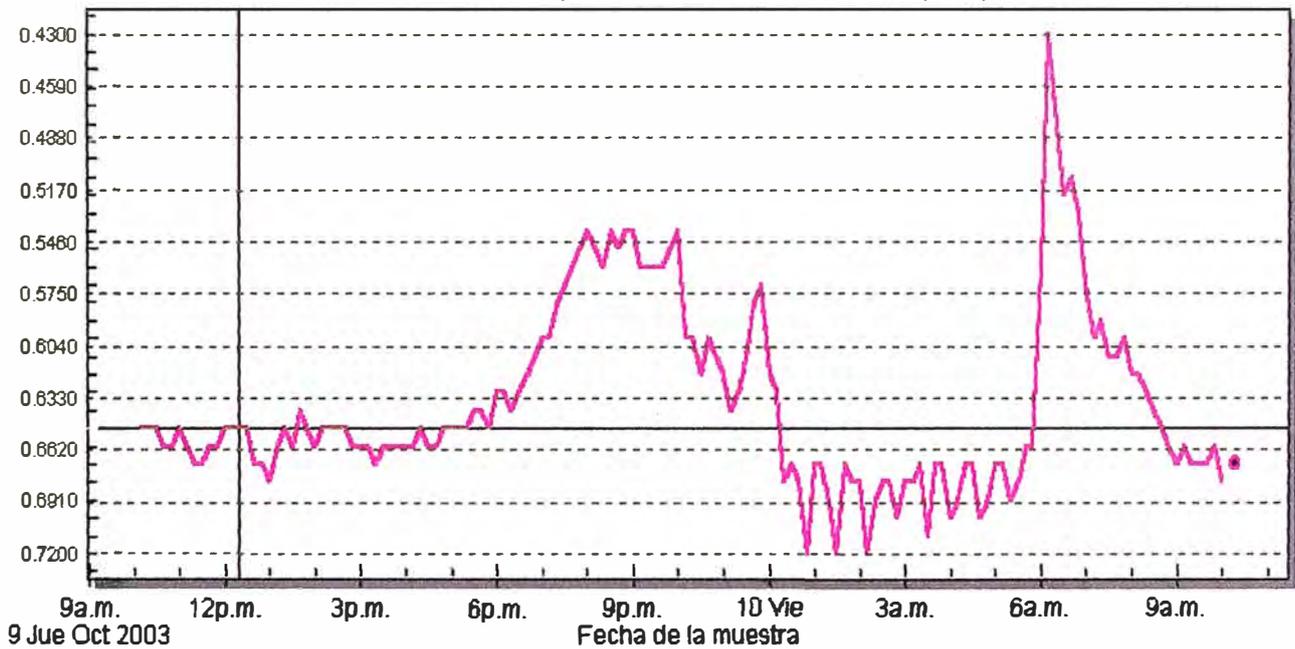
Fecha 09/10/03 12:20:00		Período: 00:10:00		
	L1	L2	L3	W
Tensión (V)	131	132	131	131
Tensión Máx. (V)	131	132	132	
Tensión Mín. (V)	131	131	131	
Corriente (A)	1393	1355	1401	1383
Corriente máx. (A)	1501	1453	1505	
Corriente mín. (A)	1317	1290	1338	
P. Activa (kW)	122	116	118	356
P. Inductiva (kvar)	136	135	141	412
P. Capacitiva (kvar)	0	0	0	0
Factor pot.	0.66	0.65	0.64	0.65
	Activa (kWh)	Inductiva (kvarh)	Capacitiva (kvarh)	
Energías	845.388	961.653	0.000	
Frecuencia (Hz)				60.1

GRAFICA N°13

MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

Mcet_tg.a5i (Factor pot.: III +) (10)

Variación del factor de potencia trifásico del alimentador principal



Act : 09/10/03 12:20:00
Act : 0.65

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 0.43

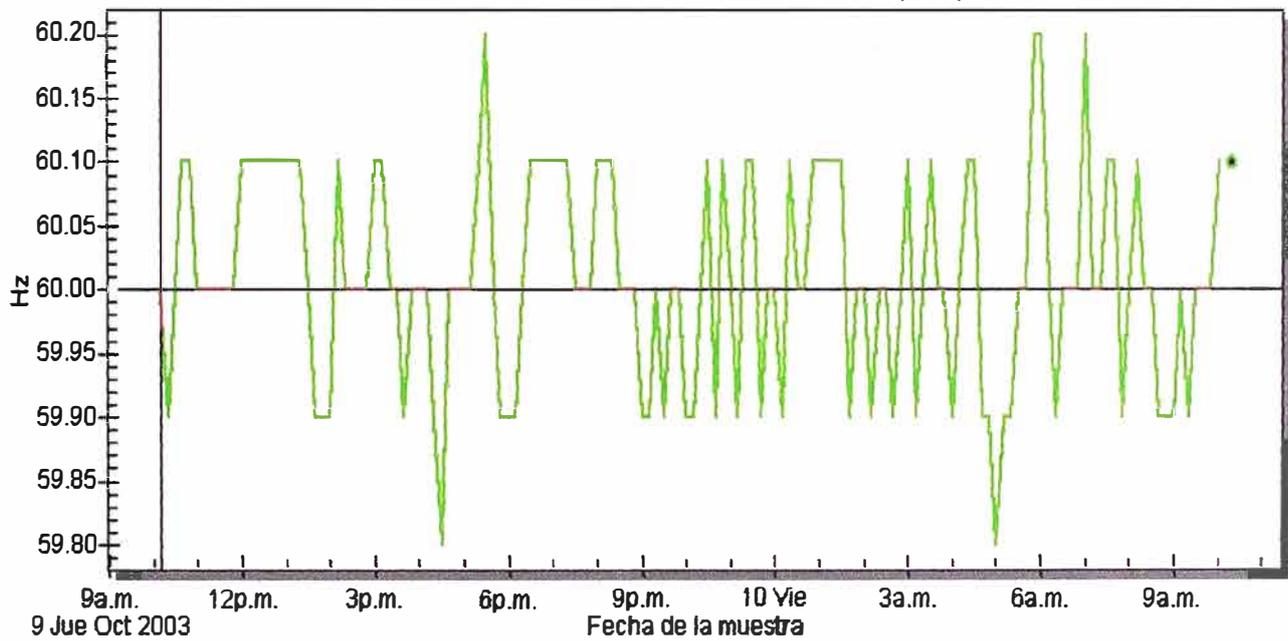
Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 0.72

GRAFICA N°14

MEDICION DE FRECUENCIA EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL

Mcet_tg.a5i (Frecuencia: Frecuencia) (11)

Variación de la frecuencia industrial del alimentador principal



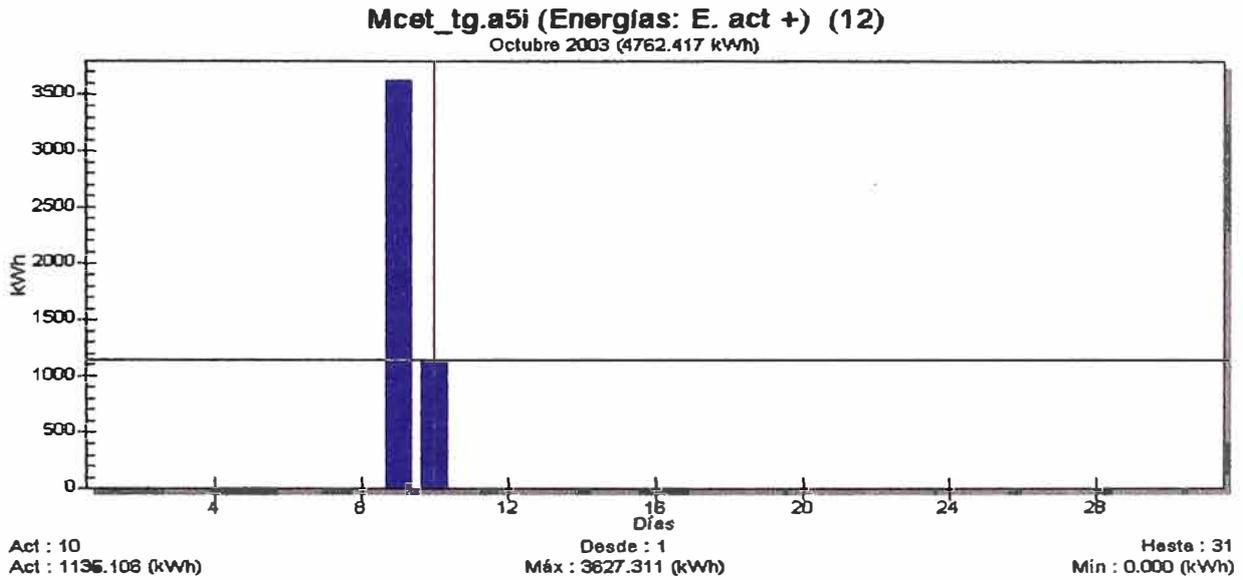
Act : 09/10/03 10:10:00
Act : 60.0 (Hz)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 60.2 (Hz)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 59.8 (Hz)

GRAFICA N°15

MEDICION DE ENERGIA ACTIVA EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL



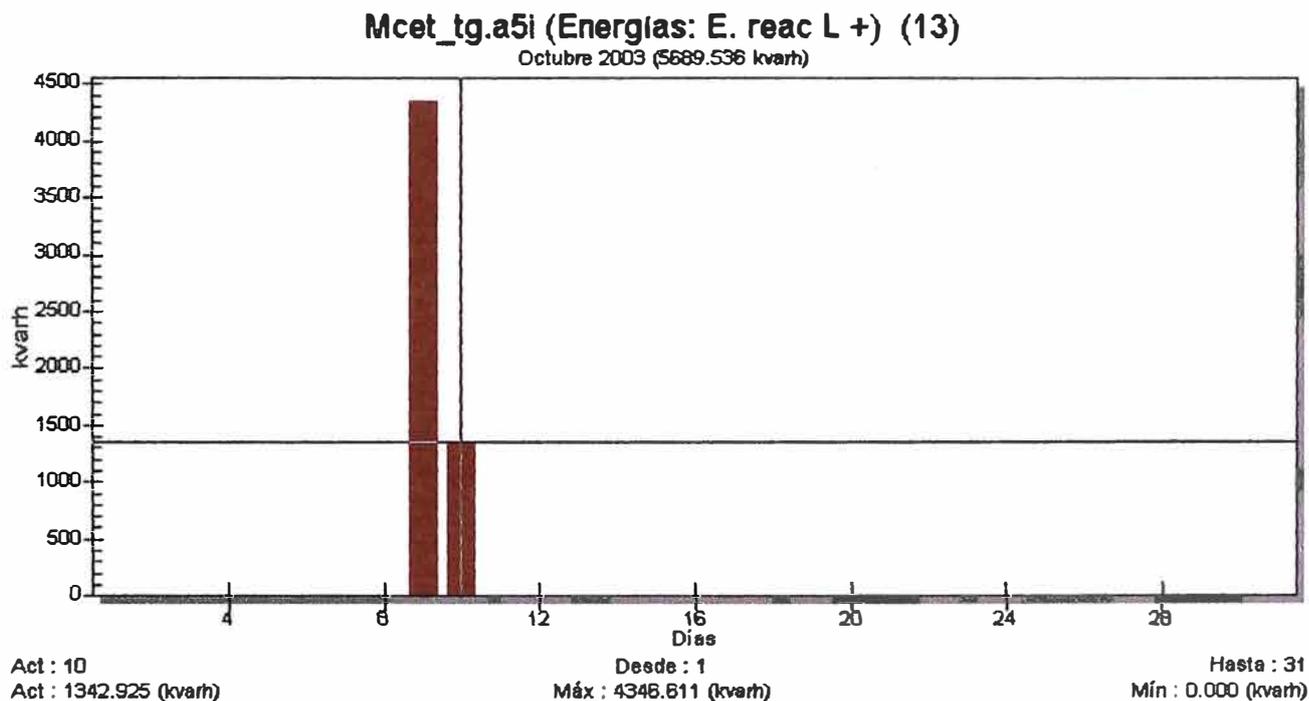
Consumo 09.10.03 = 3,627.311 kW.h

Consumo 10.10.03 = 1,135.106 kW.h

CONSUMO TOTAL = 4,762.417 kW.h durante 24 horas

GRAFICA N°16

MEDICION DE ENERGIA REACTIVA EN BARRA PRINCIPAL DE TABLERO GENERAL



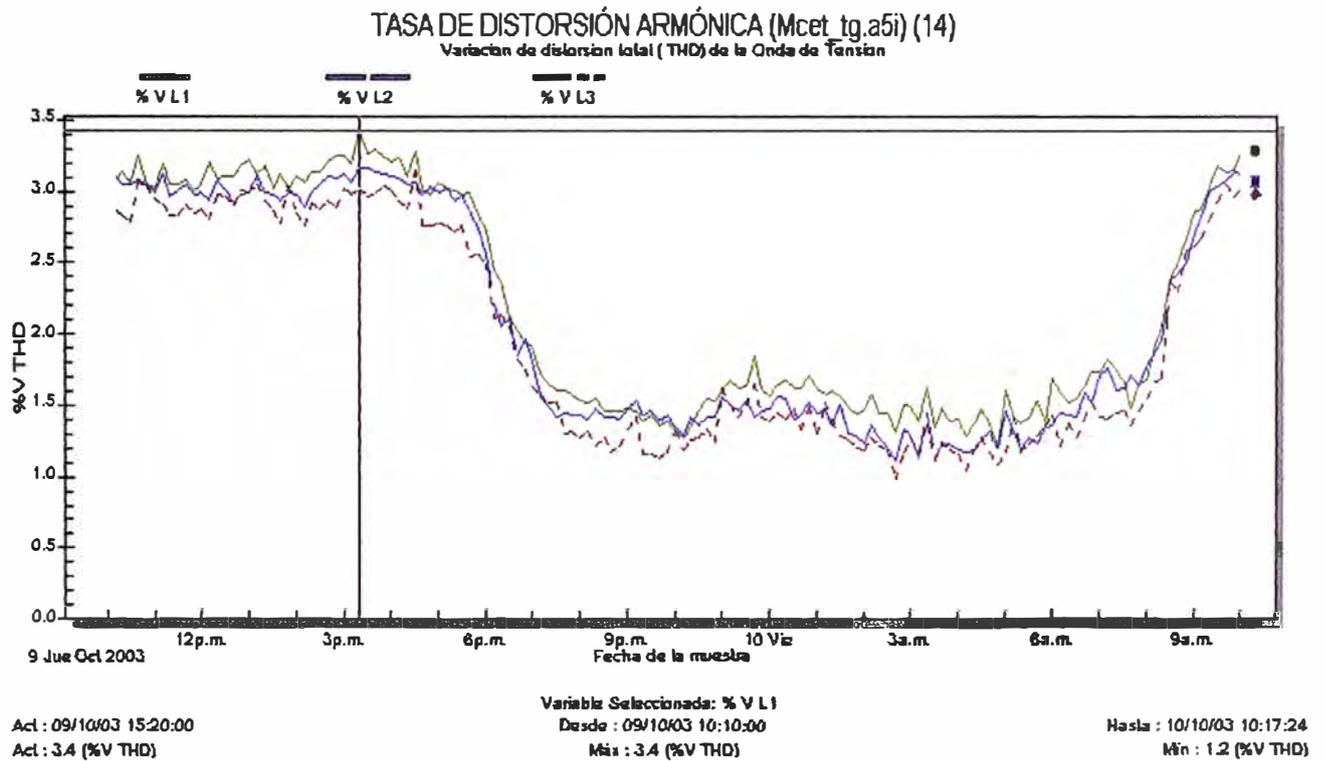
Consumo 09.10.03 = 4,346.11 kVAR.h inductivo

Consumo 10.10.03 = 1,342.925 kVAR.h inductivo

CONSUMO TOTAL = 5,689.536 kVAR.h inductivo, durante 24 horas

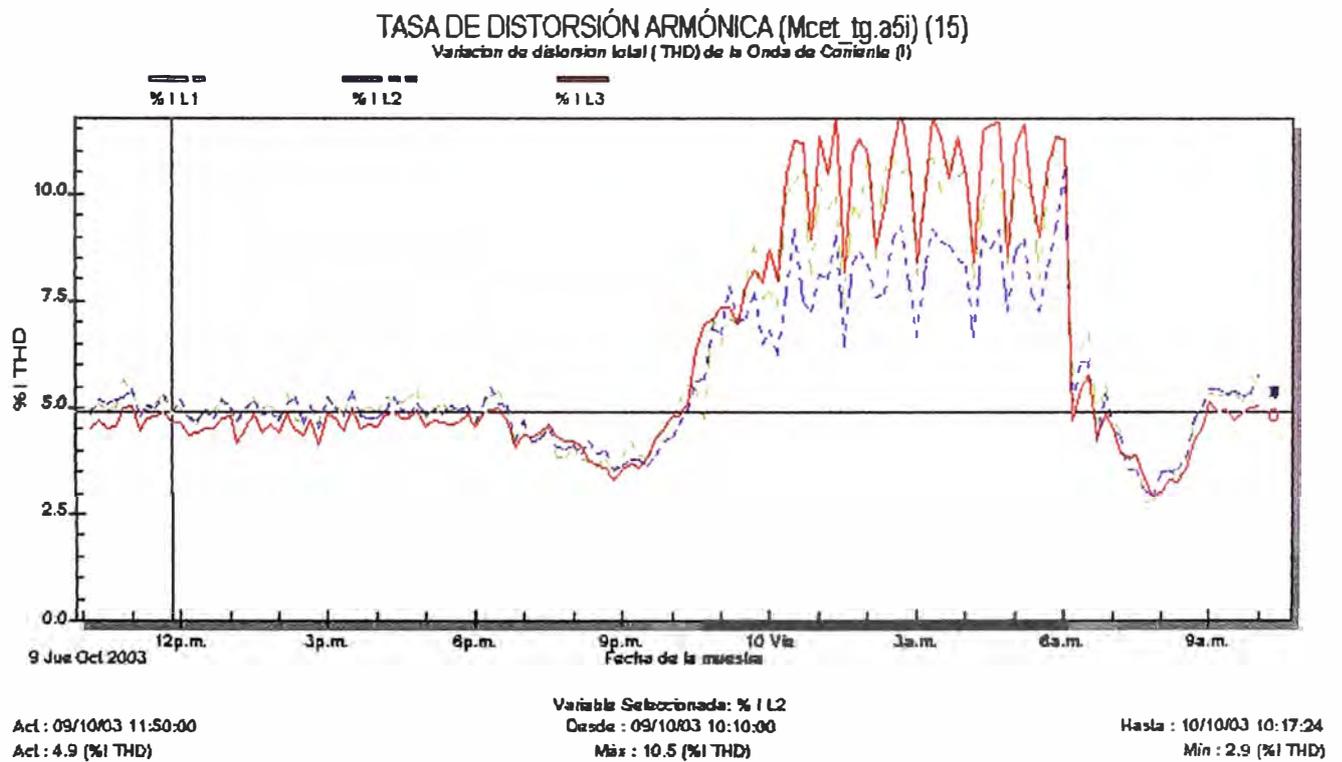
GRAFICA N°17

MEDICION DE LA DISTORSION ARMONICA DE LA ONDA DE TENSION EN BARRA PRINCIPAL DEL TABLERO GENERAL



GRAFICA N°18

MEDICION DE LA DISTORSION ARMONICA DE LA ONDA DE CORRIENTE EN BARRA PRINCIPAL DEL TABLERO GENERAL



ANEXO C

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES DE LOS
PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN 220V. 60 HZ. DEL
09/10/03 AL 10/10/03**

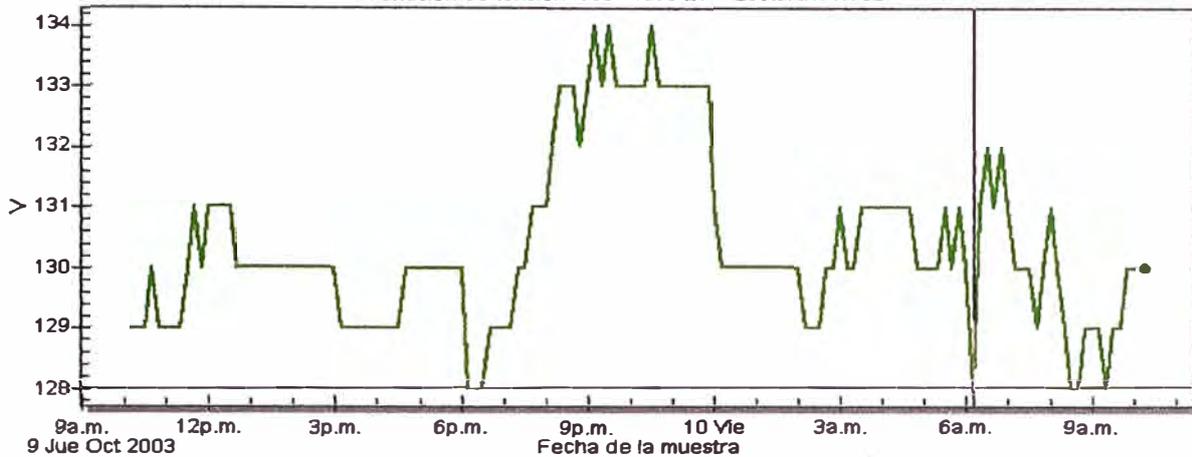
TABLERO GENERAL – ALIMENTADOR PRINCIPAL

**SISTEMA TRIFÁSICO
ARCHIVO Mcet_ tg. a5i**

1.0 ANALISIS DEL NIVEL DE VOLTAJE O TENSION (Graficos 1,2 y 3))

Mcet_tg.a5i (Tensión: L1) (1)

Variacion de tension fase - fase L1 = Lectura x 1.732



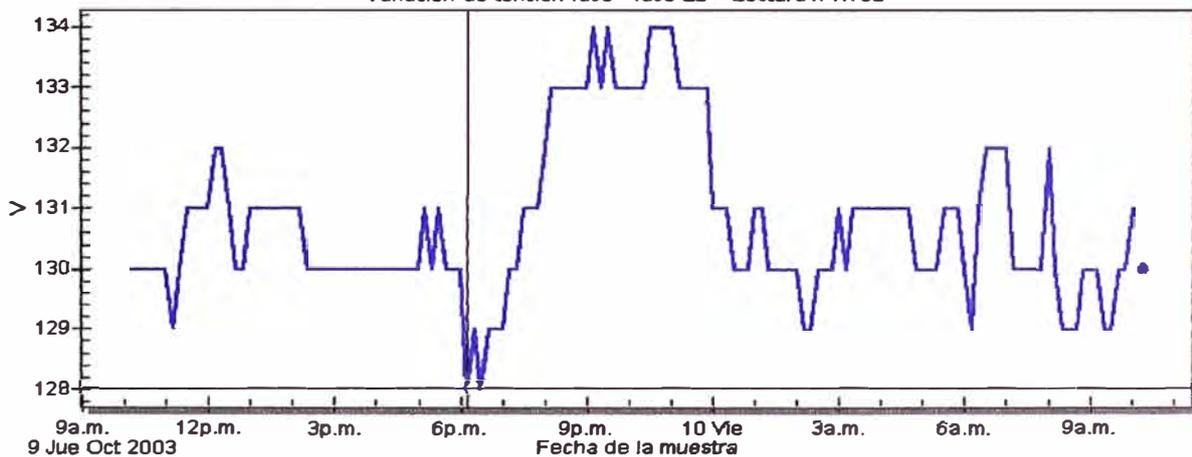
Act : 10/10/03 06:10:00
Act : 128 (V)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 134 (V)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 128 (V)

Mcet_tg.a5i (Tensión: L2) (2)

Variacion de tension fase - fase L2 = Lectura x 1.732



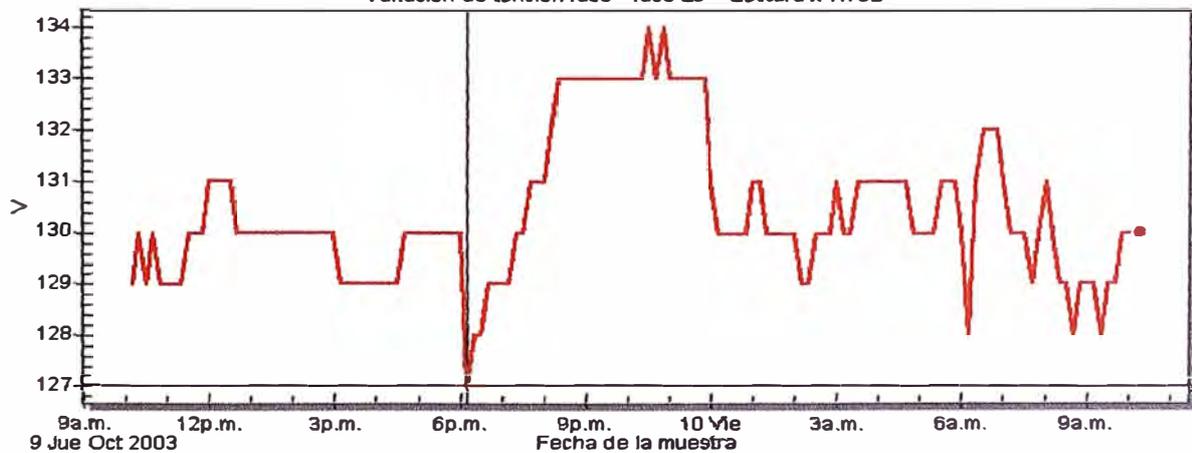
Act : 09/10/03 18:10:00
Act : 128 (V)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 134 (V)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 128 (V)

Mcet_tg.a5i (Tensión: L3) (3)

Variacion de tension fase - fase L3 = Lectura x 1.732



Act : 09/10/03 18:10:00
Act : 127 (V)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 134 (V)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 127 (V)

CAIDA O SOBREVOTAJE (De los gráficos 1,2 y 3)

Valor Fase – Fase	= Lectura x 1.732		
Tolerancia	= +- 5 % sobre la tensión nominal de 220 V.		
Voltaje Máximo	232.09 (L1)	232.09 (L2)	232.02 (L3)
Voltaje Mínimo	221.70 (L1)	221.70 (L2)	219.97 (L3)
Caída Tensión	220 x 0.95 = 209 voltios (Vn -5%)		
Sobrevoltaje	220 x 1.05 = 231 voltios (Vn +5%)		

RESULTADOS : Presenta un ligero sobrevoltaje igual a 5.49 % de la tensión nominal, durante la carga mínima

DESBALANCE DE TENSIÓN (De los graficos 1,2 y 3)

Los motores operan satisfactoriamente con su carga nominal cuando el desbalance de voltaje medido no es mayor del 1.5 % .

$$\text{Porcentaje del Desbalance de Tensión} = 100 \times \frac{\text{Desviación máxima voltaje promedio}}{\text{Voltaje Promedio}} \quad (\%)$$

$$V1-2 = 232.09 \quad V2-3 = 232.09 \quad V3-1 = 232.09 \quad (\text{Valores Máximos})$$

$$V1-2 = 221.70 \quad V2-3 = 221.70 \quad V3-1 = 219.97 \quad (\text{Valores Mínimos})$$

$$\text{Desbalance con valores Máximos} = 0.000 \%$$

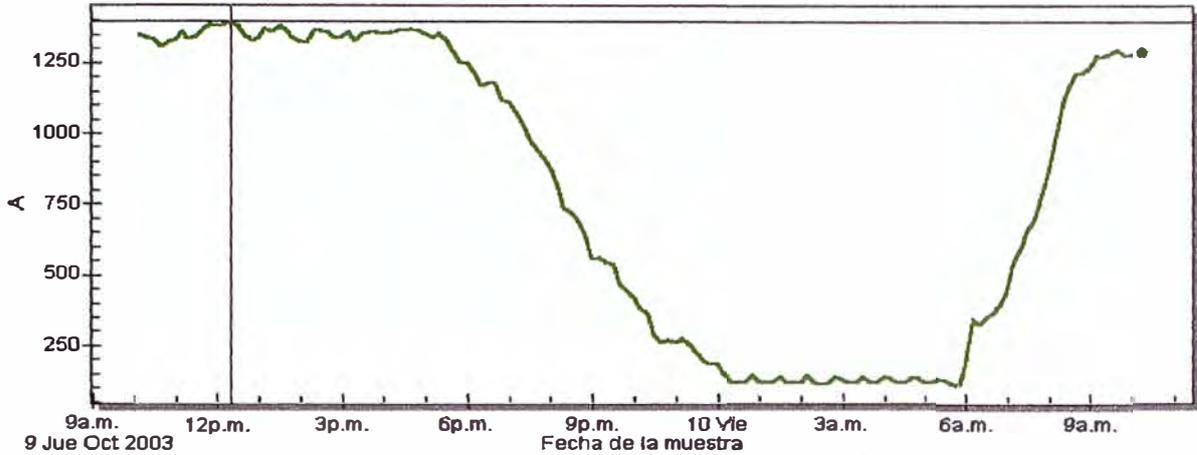
$$\text{Desbalance con valores Mínimos} = 0.782 \%$$

RESULTADOS : No presenta desbalance, el valor es menor a 1.5 %

2.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO EN AMPERIOS (Gráficos 4,5,6 y 7)

Mcet_tg.a5i (Corriente: L1) (4)

Variación del consumo de amperaje fase L1



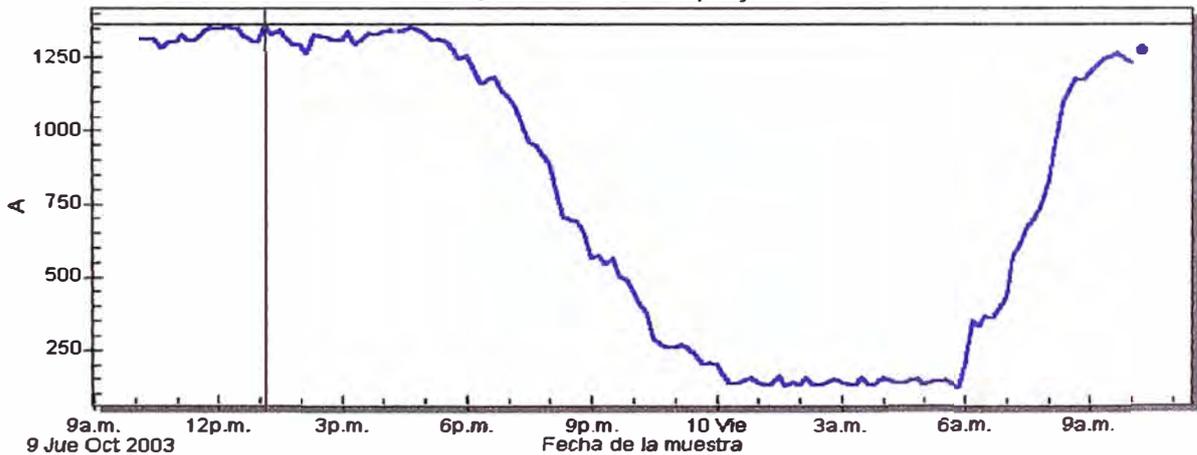
Act : 09/10/03 12:20:00
Act : 1393 (A)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 1393 (A)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 107 (A)

Mcet_tg.a5i (Corriente: L2) (5)

Variación del consumo de amperaje fase L2



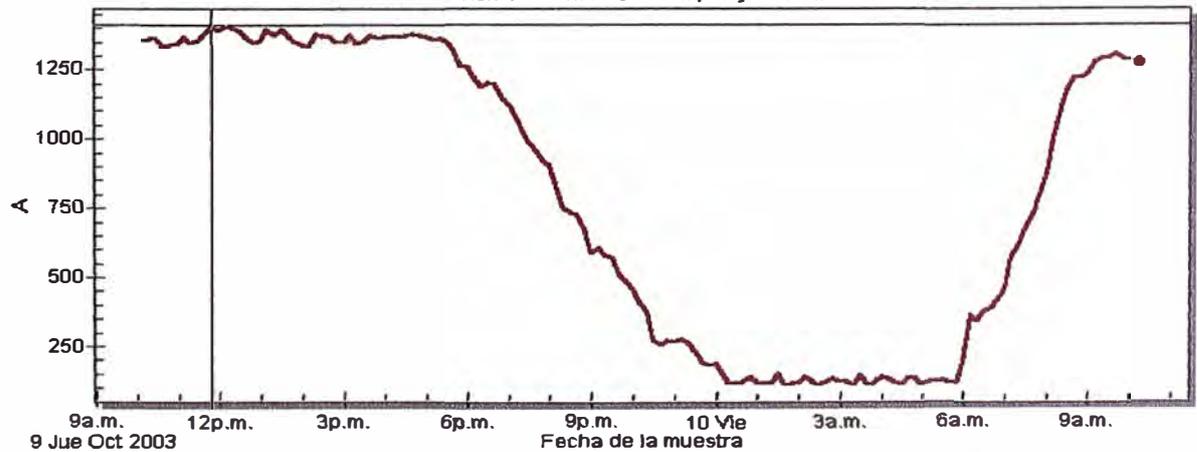
Act : 09/10/03 13:10:00
Act : 1360 (A)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 1360 (A)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 122 (A)

Mcet_tg.a5i (Corriente: L3) (6)

Variación del consumo de amperaje fase L3



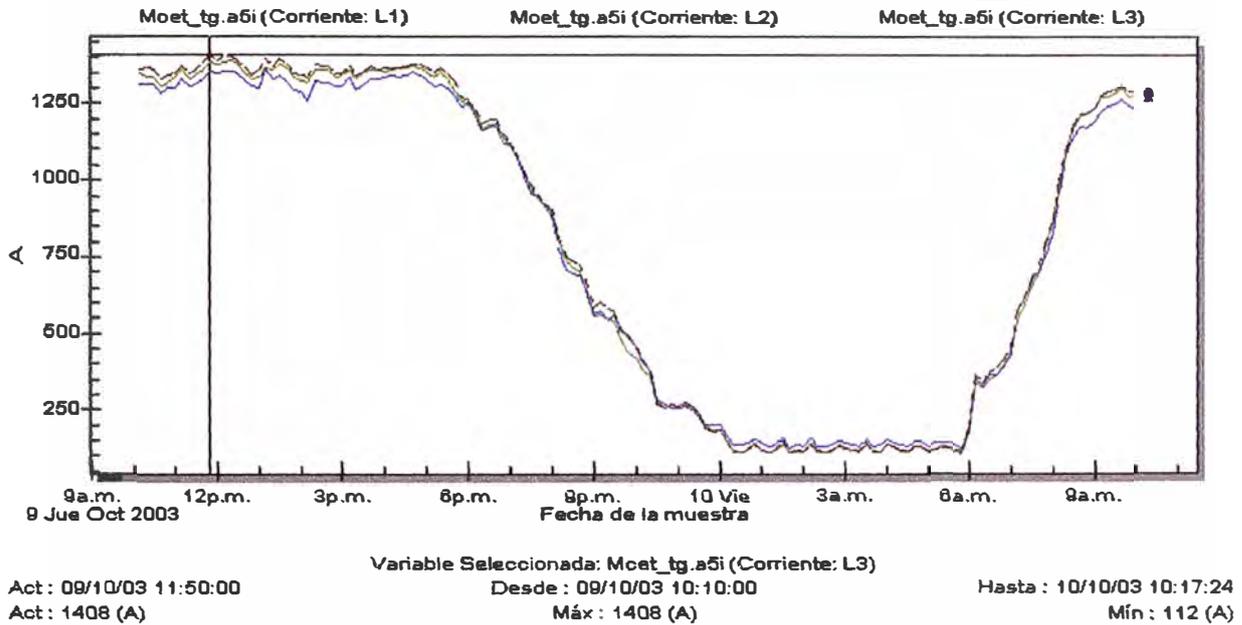
Act : 09/10/03 11:50:00
Act : 1408 (A)

Desde : 09/10/03 10:10:00
Máx : 1408 (A)

Hasta : 10/10/03 10:17:24
Mín : 112 (A)

MULTIGRÁFICA (7)

Comparacion de la variacion del consumo de amperaje fases L1, L2 y L3



De los gráficos 4,5,6 y 7 se aprecian que el mayor consumo se produce durante las horas fuera de punta (FDP).

Asimismo los consumos mínimos se producen entre las 0:00 AM y las 06:00 AM .

Teniendo presente la potencia instalada de la Subestación eléctrica (Transformador de distribución de 630 KVA),con una corriente nominal de 1,581 Amp. ,el máximo consumo actual (1,408 Amp.) representa un consumo del orden de 89 % de ella.

DESEQUILIBRIO DE CORRIENTES

Intensidad Mínima = 107 A. (L1) 122 A. (L2) 112 A. (L3)
 Intensidad Máxima = 1,393 A. (L1) 1,360 A. (L2) 1,408 A. (L3)
 Intensidad promedio = 1,387 A. (De valores máximos)

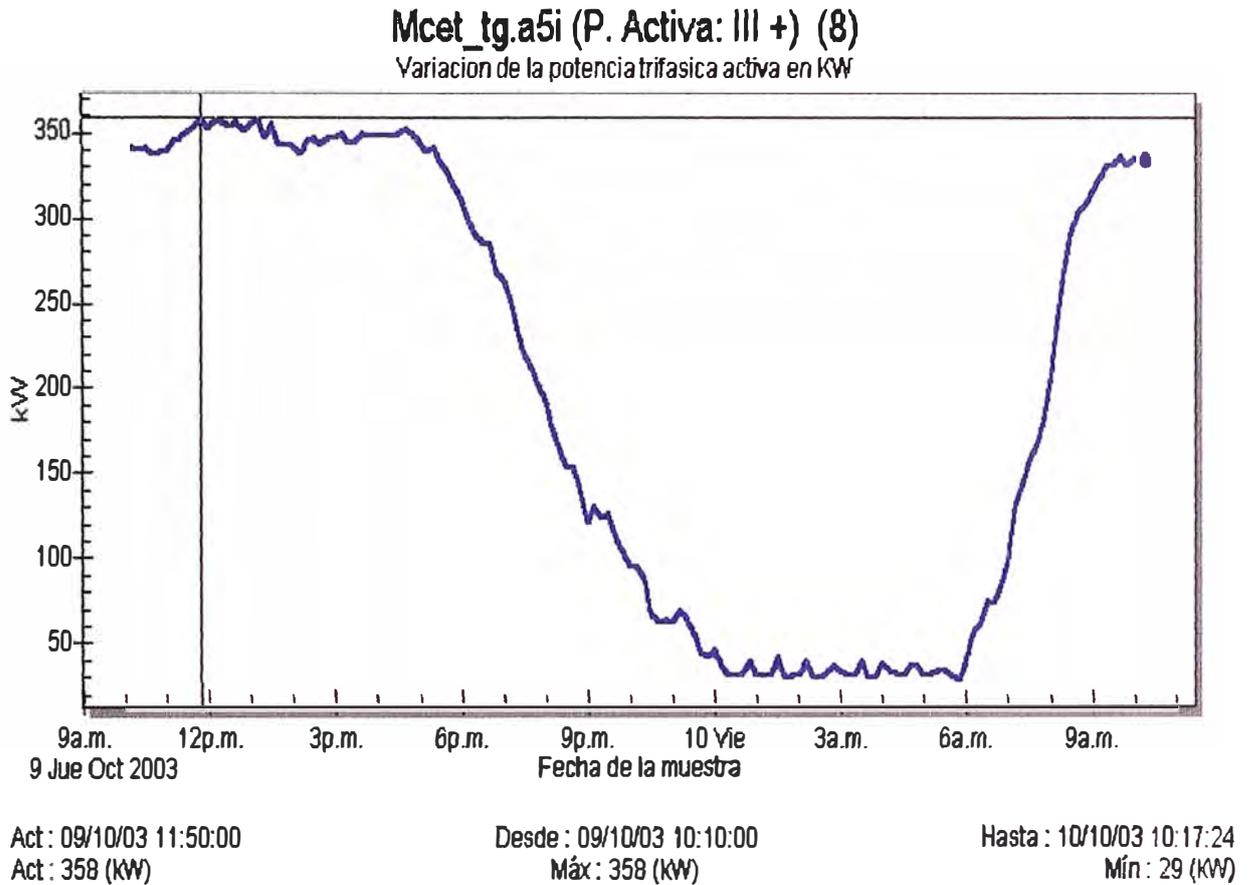
Aplicando los valores anteriores a la formula :

$$\text{Desequilibrio (\%)} = \frac{(I_{\text{max}} - I_{\text{media}})}{I_{\text{media}}} \times 100 \% < 10 \%$$

$$\text{Desequilibrio} = 1.51 \%$$

RESULTADOS : No presenta desequilibrio en las 3 fases .

3.0 ANALISIS NIVEL DE CONSUMO DE POTENCIA ACTIVA (Grafico 8)



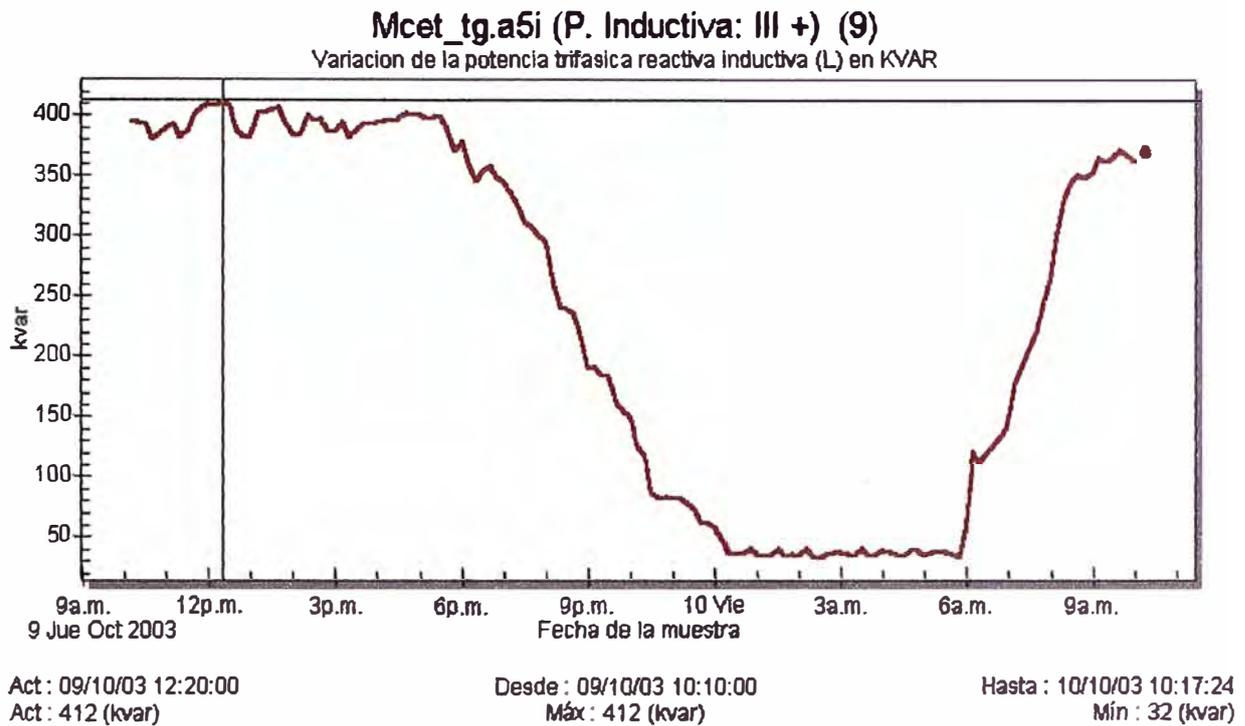
RESULTADOS :

Del grafico (8) se aprecia que el diagrama de carga es tipica de consumo en horas fuera de punta, siendo la máxima demanda de 308.0 KW ,consumiéndose entre las 11:50 AM y las 13:10 PM.

Potencia activa trifásica Máxima = 358 Kw. Hora 11:50 AM Da 9.10.03
Potencia activa trifásica Mínima = 29 Kw. Hora 05:50 AM Da 10.10.03

El consumo mínimo se produce entre las 0:00 AM y las 06:00 AM .

4.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO POTENCIA REACTIVA-L (Grafico 9)



Fecha 09/10/03 12:20:00		Periodo: 00:10:00			
	L1	L2	L3	III	
Tensión (V)	131	132	131	131	
Tensión Máx. (V)	131	132	132		
Tensión Mín. (V)	131	131	131		
Corriente (A)	1383	1355	1401	1383	
Corriente máx. (A)	1501	1453	1505		
Corriente mín. (A)	1317	1290	1338		
P. Activa (kW)	122	116	118	356	
P. Inductiva (kvar)	136	135	141	412	
P. Capacitiva (kvar)	0	0	0	0	
Factor pot.	0.65	0.65	0.64	0.65	
	Activa (kWh)	Inductiva (kvarh)	Capacitiva (kvarh)		
Energías	845.389	961.653	0.000		
Frecuencia (Hz)	60.1				

Del gráfico (9)

Potencia reactiva-L trifásica máxima = 412.00 Kvar-L. Hora 12:20 PM Día 9.10.03

Potencia reactiva-L trifásica mínima = 32.00 Kvar-L Hora 02:30 AM Día 10.10.03

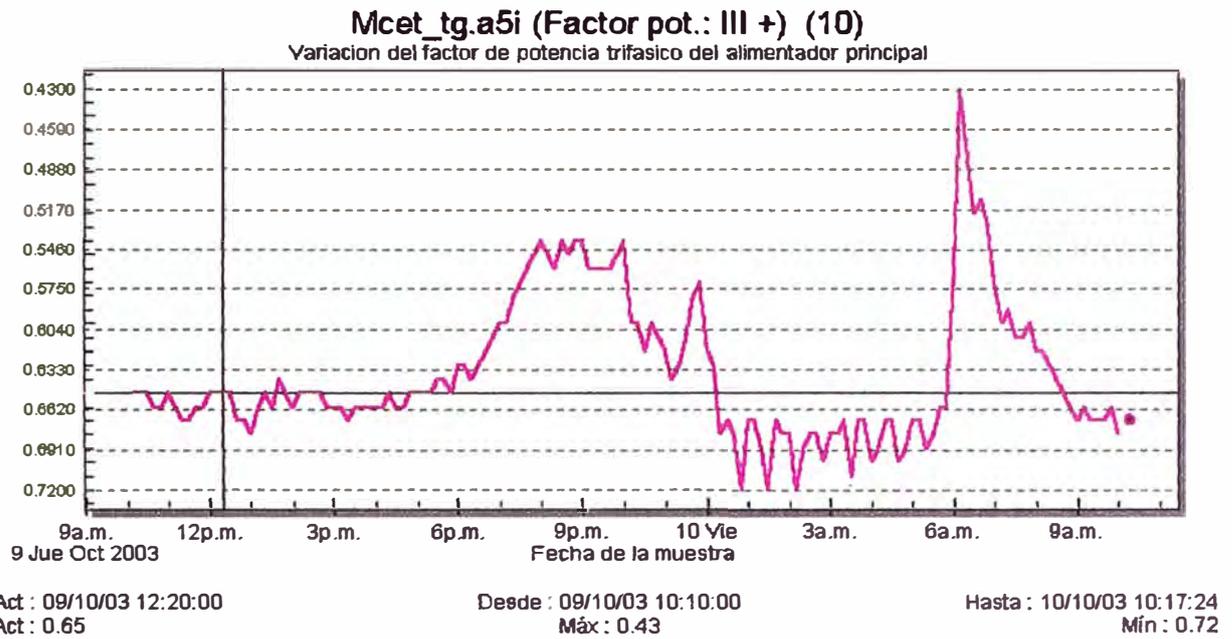
Teniendo en cuenta la máxima demanda de reactiva ,en ese momento se consume 356 KW .(Ver tabla de datos capturados con el analizador 12:20 PM),con un factor de potencia 0.65 (cos Ø inicial) y que queremos pasar a un factor de potencia final de 0.96 (cos Ø final), de tablas conocidas de correccion obtenemos 0.88 , y aplicando la formula :

$$Q_c (\text{KVAR}) = 356 (\text{Kw}) \times 0.88 = 313.28 \text{ KVAR}$$

RESULTADOS :

El sistema requiere un banco de condensadores automatico de 315 Kvar de 6 ó 7 etapas para compensarlo hasta 0.96 .

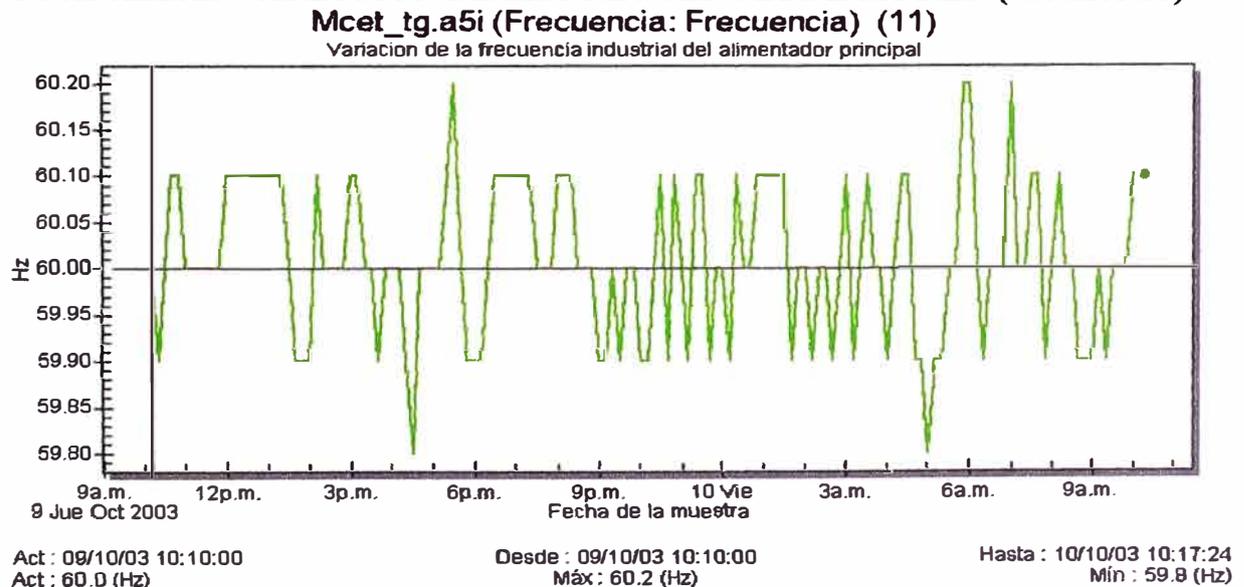
5.0 ANALISIS NIVEL FACTOR DE POTENCIA TRIFÁSICA (Grafico 10)



RESULTADOS :

El Factor de potencia trifásica del sistema varía entre 0.43 y 0.72. El sistema es descompensado y requerirá corrección usando condensadores de 315 KVAR

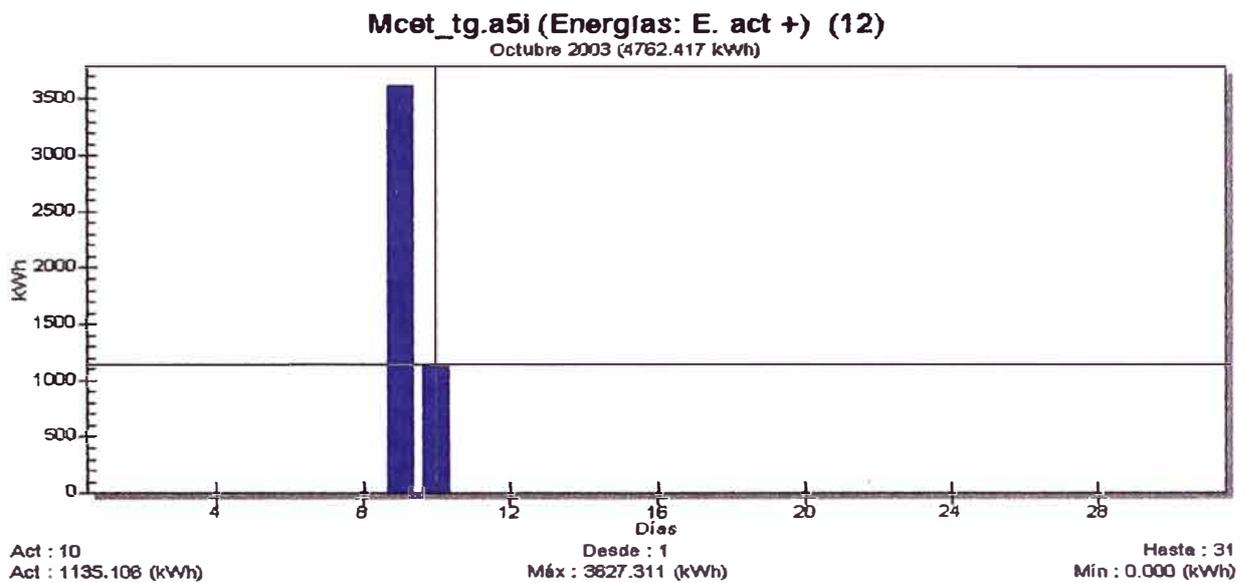
6.0 ANALISIS VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA DE LA RED (Grafico 11)



RESULTADOS :

Variable entre 59.8 Hz. y 60.2Hz. Aceptable dentro límites de normas.

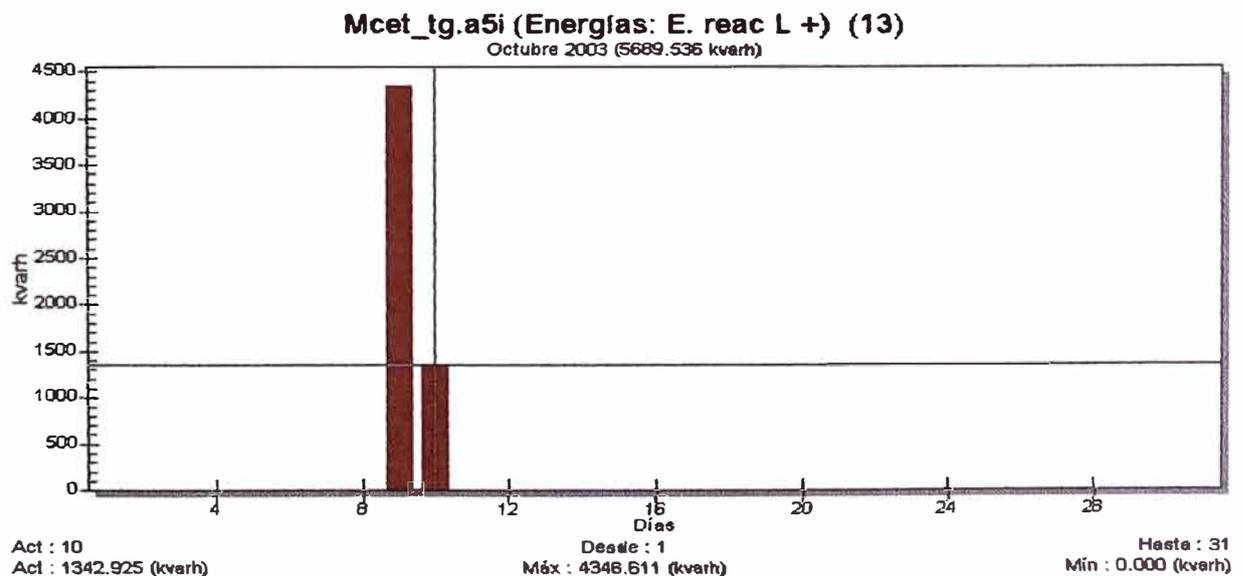
7.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO ENERGIA ACTIVA TRIFÁSICA (Grafico 12)



Consumo 09.10.03 = 3,627.311 Kwh.
Consumo 10.10.03 = 1,135.106 Kwh.

CONSUMO REAL = 4,762.417 Kwh. durante 24 horas

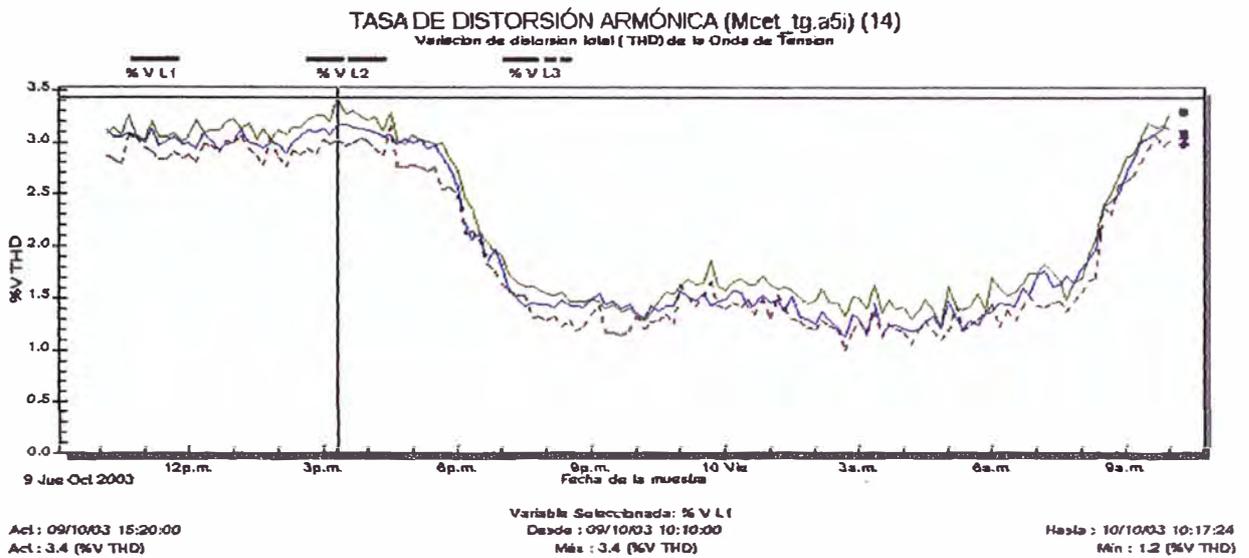
8.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO ENERGIA REACTIVA-L TRIFÁSICA (Grafico 13)



Consumo 09.10.03 = 4,346.11 Kvarh-L
Consumo 10.10.03 = 1,342.925 Kvarh-L

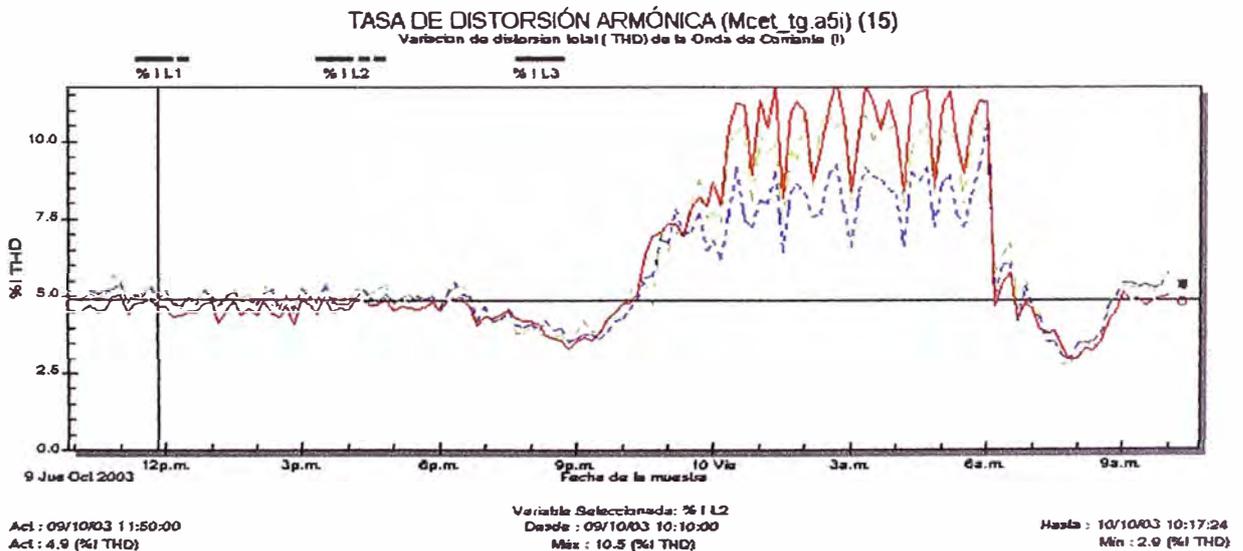
CONSUMO REAL = 5,689.536 Kvarh-L durante 24 horas

9.0 ANALISIS DE ARMONICOS ONDA DE TENSION (Grafico 14)



El sistema general presenta una Distorsión Total (THD) de 3.4 % en la onda de tensión ,siendo este valor no penalizado . La Norma de Calidad de energía penaliza a partir del 6.0 % VTHD .

10.0 ANALISIS DE ARMONICOS ONDA DE CORRIENTE (Grafico 15)



El sistema no presenta mayor distorsión en la onda de corriente, valor que asciende a 4.9 % I THD . Están dentro los límites de Normas .

REPORTE DE MEDICIONES EN INGRESO A TABLERO GENERAL

Fecha	Tiempo	Tensión			Corriente			Potencia activa				Potencia reactiva				Factor pf	Energía act +	Energía reac L +	Frecuencia
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Total	L1	L2	L3	Total				
09/10/2003	10:10:00	129	130	129	1347	1313	1359	117	111	113	341	129	130	135	394	0.65	88.139	100.177	60
09/10/2003	10:20:00	129	130	130	1339	1313	1366	116	110	114	340	128	131	135	394	0.65	145.307	166.299	59.9
09/10/2003	10:30:00	129	130	129	1335	1314	1361	116	111	114	341	128	130	134	392	0.65	202.519	232.075	60
09/10/2003	10:40:00	130	130	130	1304	1281	1329	115	109	113	337	124	126	130	380	0.66	258.903	295.826	60.1
09/10/2003	10:50:00	129	130	129	1321	1303	1340	115	110	113	338	126	128	131	385	0.66	315.623	360.425	60.1
09/10/2003	11:00:00	129	130	129	1335	1300	1346	116	110	112	338	128	128	133	389	0.65	372.258	425.425	60
09/10/2003	11:10:00	129	129	129	1359	1329	1371	118	113	115	346	129	129	134	392	0.66	430.434	491.118	60
09/10/2003	11:20:00	129	130	129	1332	1306	1346	118	113	116	347	125	126	130	381	0.67	488.623	555.058	60
09/10/2003	11:30:00	130	131	130	1341	1310	1359	120	114	117	351	127	128	133	388	0.67	547.487	620.132	60
09/10/2003	11:40:00	131	131	130	1363	1333	1382	121	115	118	354	131	132	137	400	0.66	606.766	687.057	60
09/10/2003	11:50:00	130	131	130	1387	1354	1408	123	116	119	358	133	134	140	407	0.66	666.765	755.274	60
09/10/2003	12:00:00	131	131	131	1379	1349	1389	120	115	117	352	135	135	140	410	0.65	725.786	823.931	60.1
09/10/2003	12:10:00	131	132	131	1386	1354	1406	122	116	119	357	134	135	140	409	0.65	785.7	892.567	60.1
09/10/2003	12:20:00	131	132	131	1393	1355	1401	122	116	118	356	136	135	141	412	0.65	845.388	961.653	60.1
09/10/2003	12:30:00	131	131	131	1378	1346	1392	121	115	117	353	134	134	140	408	0.65	904.622	1029.984	60.1
09/10/2003	12:40:00	130	130	130	1350	1323	1369	121	116	119	356	127	128	133	388	0.67	964.254	1094.913	60.1
09/10/2003	12:50:00	130	130	130	1328	1307	1345	119	115	117	351	125	126	130	381	0.67	1023.055	1158.786	60.1
09/10/2003	13:00:00	130	131	130	1339	1303	1358	122	115	118	355	125	126	132	383	0.68	1082.553	1222.901	60.1
09/10/2003	13:10:00	130	131	130	1369	1360	1396	121	117	120	358	131	134	137	402	0.66	1142.525	1290.323	60.1
09/10/2003	13:20:00	130	131	130	1362	1328	1374	119	113	115	347	132	132	138	402	0.65	1200.749	1357.716	60.1
09/10/2003	13:30:00	130	131	130	1381	1344	1394	122	115	118	355	133	133	139	405	0.66	1260.259	1425.431	60
09/10/2003	13:40:00	130	131	130	1384	1317	1376	119	111	113	343	133	133	140	406	0.64	1317.81	1493.235	59.9
09/10/2003	13:50:00	130	131	130	1337	1297	1351	118	111	113	342	129	129	135	393	0.65	1375.157	1559.02	59.9
09/10/2003	14:00:00	130	131	130	1324	1290	1341	117	111	114	342	126	127	132	385	0.66	1432.517	1623.623	59.9
09/10/2003	14:10:00	130	131	130	1321	1260	1337	118	108	111	337	125	125	134	384	0.65	1488.964	1688.114	60.1
09/10/2003	14:20:00	130	130	130	1363	1326	1379	119	112	115	346	131	132	137	400	0.65	1547.054	1755.154	60
09/10/2003	14:30:00	130	130	130	1363	1321	1373	119	113	115	347	130	130	136	396	0.65	1605.245	1821.577	60
09/10/2003	14:40:00	130	130	130	1361	1317	1370	118	112	113	343	131	130	137	398	0.65	1662.832	1888.26	60
09/10/2003	14:50:00	130	130	130	1339	1306	1350	119	113	115	347	127	127	132	386	0.66	1720.974	1952.985	60
09/10/2003	15:00:00	130	130	130	1341	1305	1348	119	113	115	347	127	127	132	386	0.66	1779.081	2017.611	60.1
09/10/2003	15:10:00	129	130	129	1358	1336	1373	119	114	117	350	129	131	134	394	0.66	1837.713	2083.641	60.1
09/10/2003	15:20:00	129	130	129	1330	1294	1340	118	112	114	344	125	125	131	381	0.67	1895.303	2147.557	60
09/10/2003	15:30:00	129	130	129	1354	1310	1353	119	113	114	346	128	127	133	388	0.66	1953.361	2212.486	60
09/10/2003	15:40:00	129	130	129	1359	1333	1373	119	114	116	349	129	130	134	393	0.66	2011.776	2278.451	59.9
09/10/2003	15:50:00	129	130	129	1362	1329	1361	118	115	115	348	130	129	134	393	0.66	2070.052	2344.374	60
09/10/2003	16:00:00	129	130	129	1356	1339	1369	118	114	116	348	130	131	134	395	0.66	2128.436	2410.39	60
09/10/2003	16:10:00	129	130	129	1362	1342	1367	118	115	115	348	131	131	134	396	0.66	2186.761	2476.792	60
09/10/2003	16:20:00	129	130	129	1366	1339	1367	118	115	115	348	131	131	134	396	0.65	2244.969	2543.215	59.9
09/10/2003	16:30:00	129	130	129	1367	1345	1373	118	115	116	349	131	132	135	398	0.66	2303.464	2609.831	59.8
09/10/2003	16:40:00	130	130	130	1371	1355	1379	119	116	117	352	133	133	136	402	0.66	2362.649	2677.123	60

REPORTE DE MEDICIONES EN INGRESO A TABLERO GENERAL

Fecha	Tiempo	Tensión			Corriente			Potencia activa				Potencia reactiva				Factor po	Energía act +	Energía reac L +	Frecuencia
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Total	L1	L2	L3	Total				
09/10/2003	16:50:00	130	130	130	1366	1342	1376	119	115	116	350	132	132	136	400	0.65	2421.25	2744.18	60
09/10/2003	17:00:00	130	130	130	1353	1332	1369	117	112	115	344	132	133	136	401	0.65	2478.911	2811.263	60
09/10/2003	17:10:00	130	131	130	1339	1307	1357	116	110	113	339	130	131	136	397	0.65	2535.697	2877.707	60
09/10/2003	17:20:00	130	130	130	1353	1312	1366	117	111	113	341	131	131	137	399	0.65	2592.918	2944.568	60.1
09/10/2003	17:30:00	130	131	130	1330	1303	1348	114	108	111	333	131	132	136	399	0.64	2648.857	3011.412	60.2
09/10/2003	17:40:00	130	130	130	1292	1276	1322	111	106	110	327	126	129	132	387	0.64	2703.622	3076.175	60
09/10/2003	17:50:00	130	130	130	1256	1239	1270	108	104	106	318	122	123	126	371	0.65	2757.073	3138.363	59.9
09/10/2003	18:00:00	130	130	130	1247	1255	1261	103	103	104	310	125	127	126	378	0.63	2808.996	3201.808	59.9
09/10/2003	18:10:00	128	128	127	1222	1213	1227	100	99	99	298	119	120	121	360	0.63	2859.092	3262.18	59.9
09/10/2003	18:20:00	128	129	128	1167	1162	1186	98	95	97	290	114	115	117	346	0.64	2907.812	3320.189	60
09/10/2003	18:30:00	128	128	128	1179	1175	1201	96	94	96	286	116	118	120	354	0.63	2955.872	3379.51	60.1
09/10/2003	18:40:00	129	129	129	1177	1184	1197	95	94	96	285	118	120	120	358	0.62	3003.874	3439.643	60.1
09/10/2003	18:50:00	129	129	129	1121	1138	1150	89	88	91	268	114	118	117	349	0.61	3048.823	3498.18	60.1
09/10/2003	19:00:00	129	129	129	1113	1113	1123	88	87	88	263	114	115	115	344	0.6	3092.926	3555.895	60.1
09/10/2003	19:10:00	129	130	129	1077	1083	1088	84	84	85	253	111	113	112	336	0.6	3135.385	3612.331	60.1
09/10/2003	19:20:00	130	130	130	1033	1014	1025	79	78	76	233	109	107	109	325	0.58	3174.611	3666.752	60.1
09/10/2003	19:30:00	130	131	130	979	960	988	75	72	73	220	103	103	106	312	0.57	3211.561	3719.149	60
09/10/2003	19:40:00	131	131	131	940	948	955	70	70	71	211	101	103	103	307	0.56	3246.987	3770.552	60
09/10/2003	19:50:00	131	131	131	916	918	922	67	67	68	202	100	101	100	301	0.55	3280.844	3820.963	60
09/10/2003	20:00:00	131	132	131	882	891	904	64	63	65	192	97	99	99	295	0.54	3313.189	3870.517	60.1
09/10/2003	20:10:00	132	133	132	813	779	816	62	57	57	176	88	86	91	265	0.55	3342.821	3915.055	60.1
09/10/2003	20:20:00	133	133	133	736	709	749	57	52	54	163	79	79	83	241	0.56	3370.346	3955.557	60.1
09/10/2003	20:30:00	133	133	133	721	695	735	55	49	51	155	79	78	83	240	0.54	3396.524	3995.818	60
09/10/2003	20:40:00	133	133	133	700	689	727	53	48	52	153	76	78	81	235	0.55	3422.476	4035.384	60
09/10/2003	20:50:00	132	133	133	639	650	672	47	45	49	141	70	74	74	218	0.54	3446.219	4072.073	60
09/10/2003	21:00:00	133	133	133	557	562	586	41	38	42	121	61	64	65	190	0.54	3466.898	4104.17	59.9
09/10/2003	21:10:00	134	134	133	562	576	608	44	40	47	131	60	65	66	191	0.56	3489.088	4136.523	59.9
09/10/2003	21:20:00	133	133	133	546	544	581	43	38	43	124	58	61	64	183	0.56	3510.173	4167.356	60
09/10/2003	21:30:00	134	134	133	537	562	571	41	40	45	126	59	63	62	184	0.56	3531.459	4198.24	59.9
09/10/2003	21:40:00	133	133	133	466	504	512	35	35	41	111	51	57	54	162	0.56	3550.221	4225.621	60
09/10/2003	21:50:00	133	133	133	440	490	487	32	33	39	104	49	56	51	156	0.55	3567.9	4251.914	60
09/10/2003	22:00:00	133	133	133	421	453	456	30	30	35	95	47	52	50	149	0.54	3584.148	4276.962	59.9
09/10/2003	22:10:00	133	133	133	382	405	411	31	30	34	95	40	44	42	126	0.6	3600.281	4298.403	59.9
09/10/2003	22:20:00	133	133	133	360	377	377	28	29	31	88	38	41	39	118	0.6	3615.335	4318.342	60
09/10/2003	22:30:00	134	134	134	284	288	273	22	24	22	68	30	29	28	87	0.62	3627.152	4333.285	60.1
09/10/2003	22:40:00	133	134	133	260	270	257	20	22	21	63	28	28	26	82	0.6	3637.85	4347.336	59.9
09/10/2003	22:50:00	133	134	134	270	260	270	22	21	21	64	28	27	28	83	0.61	3648.956	4361.492	60.1
09/10/2003	23:00:00	133	134	133	262	260	265	21	21	21	63	27	27	28	82	0.62	3659.878	4375.389	60
09/10/2003	23:10:00	133	133	133	276	267	276	24	23	23	70	27	27	28	82	0.64	3671.653	4389.49	59.9
09/10/2003	23:20:00	133	133	133	256	255	263	22	21	22	65	26	26	27	79	0.63	3682.595	4402.964	60.1

REPORTE DE MEDICIONES EN INGRESO A TABLERO GENERAL

Fecha	Tiempo	Tensión			Corriente			Potencia activa				Potencia reactiva				Factor po	Energía act +	Energía reac L +	Frecuencia
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Total	L1	L2	L3	Total				
09/10/2003	23:30:00	133	133	133	231	238	236	18	19	19	56	24	25	24	73	0.61	3692.308	4415.401	60.1
09/10/2003	23:40:00	133	133	133	197	205	194	14	16	15	45	21	22	20	63	0.58	3700.114	4426.203	59.9
09/10/2003	23:50:00	133	133	133	187	206	183	12	16	15	43	21	22	19	62	0.57	3707.482	4436.82	60
10/10/2003	00:00:00	131	131	131	186	205	187	14	16	16	46	19	21	18	58	0.62	3715.45	4446.788	60
10/10/2003	00:10:00	130	131	130	148	170	150	10	14	13	37	16	17	14	47	0.63	3721.96	4454.755	59.9
10/10/2003	00:20:00	130	131	130	121	138	115	9	12	11	32	12	13	10	35	0.68	3727.553	4460.804	60.1
10/10/2003	00:30:00	130	130	130	117	136	116	9	12	11	32	12	13	10	35	0.67	3733.038	4466.786	60
10/10/2003	00:40:00	130	130	130	119	145	123	9	12	12	33	12	13	10	35	0.68	3738.884	4472.924	60
10/10/2003	00:50:00	130	130	130	142	158	141	12	14	14	40	14	14	12	40	0.72	3745.851	4479.714	60.1
10/10/2003	01:00:00	130	131	131	121	142	121	9	12	11	32	12	13	10	35	0.67	3751.574	4485.905	60.1
10/10/2003	01:10:00	130	131	131	115	130	115	9	11	11	31	11	12	10	33	0.67	3756.937	4491.72	60.1
10/10/2003	01:20:00	130	130	130	120	139	118	9	12	11	32	12	13	9	34	0.69	3762.63	4497.688	60.1
10/10/2003	01:30:00	130	130	130	141	164	148	12	15	15	42	13	15	12	40	0.72	3769.799	4504.575	60.1
10/10/2003	01:40:00	130	130	130	115	126	112	9	11	10	30	11	12	10	33	0.67	3775.002	4510.308	59.9
10/10/2003	01:50:00	130	130	130	117	140	119	9	12	11	32	12	13	10	35	0.68	3780.625	4516.352	60
10/10/2003	02:00:00	130	130	130	117	134	115	9	12	11	32	12	12	9	33	0.68	3786.095	4522.226	60
10/10/2003	02:10:00	129	129	129	143	160	141	12	14	14	40	14	14	11	39	0.72	3793.041	4528.99	59.9
10/10/2003	02:20:00	129	129	129	115	133	121	9	11	11	31	11	12	10	33	0.69	3798.619	4534.83	60
10/10/2003	02:30:00	129	130	130	114	130	113	9	11	10	30	11	12	9	32	0.68	3803.934	4540.545	60
10/10/2003	02:40:00	130	130	130	116	141	121	9	12	12	33	12	13	10	35	0.68	3809.611	4546.597	59.9
10/10/2003	02:50:00	130	130	130	137	151	135	11	13	13	37	13	13	11	37	0.7	3816.152	4553.202	60
10/10/2003	03:00:00	131	131	131	127	142	125	10	12	12	34	12	13	11	36	0.68	3822.122	4559.523	60.1
10/10/2003	03:10:00	130	130	130	118	138	121	9	12	11	32	12	13	10	35	0.68	3827.766	4565.557	59.9
10/10/2003	03:20:00	130	131	130	118	134	112	9	12	10	31	12	12	9	33	0.67	3833.147	4571.477	60
10/10/2003	03:30:00	131	131	131	139	159	144	12	14	14	40	13	15	12	40	0.71	3840.056	4578.392	60.1
10/10/2003	03:40:00	131	131	131	118	131	113	9	11	10	30	12	12	10	34	0.67	3845.414	4584.355	60
10/10/2003	03:50:00	131	131	131	116	137	117	9	12	11	32	12	13	10	35	0.67	3850.945	4590.337	60
10/10/2003	04:00:00	131	131	131	136	157	137	11	14	13	38	13	14	11	38	0.7	3857.573	4597.088	59.9
10/10/2003	04:10:00	131	131	131	131	147	131	10	13	12	35	13	13	11	37	0.69	3863.799	4603.621	60
10/10/2003	04:20:00	131	131	131	116	138	122	9	12	12	33	12	13	10	35	0.67	3869.423	4609.726	60.1
10/10/2003	04:30:00	131	131	131	118	135	112	9	12	10	31	12	12	9	33	0.67	3874.873	4615.647	60.1
10/10/2003	04:40:00	131	131	131	133	148	135	11	13	13	37	13	14	11	38	0.7	3881.273	4622.209	59.9
10/10/2003	04:50:00	130	130	130	132	151	134	11	13	13	37	13	14	11	38	0.69	3887.622	4628.814	59.9
10/10/2003	05:00:00	130	130	130	120	134	114	9	12	10	31	12	12	10	34	0.67	3893.046	4634.79	59.8
10/10/2003	05:10:00	130	130	130	120	143	122	9	12	12	33	12	14	10	36	0.67	3898.723	4641.08	59.9
10/10/2003	05:20:00	130	130	130	131	144	125	10	13	12	35	13	13	11	37	0.69	3904.785	4647.459	59.9
10/10/2003	05:30:00	131	131	131	128	147	128	10	13	12	35	13	13	11	37	0.68	3910.896	4653.918	60
10/10/2003	05:40:00	130	131	131	115	138	118	8	12	11	31	12	13	10	35	0.66	3916.352	4659.994	60
10/10/2003	05:50:00	131	131	131	107	122	117	8	10	11	29	10	12	10	32	0.66	3921.436	4665.671	60.2
10/10/2003	06:00:00	130	130	130	180	197	194	12	13	15	40	19	21	19	59	0.56	3928.506	4675.834	60.2

REPORTE DE MEDICIONES EN INGRESO A TABLERO GENERAL

4/4

Fecha	Tiempo	Tensión			Corriente			Potencia activa				Potencia reactiva				Factor po	Energía act +	Energía reac L +	Frecuencia
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Total	L1	L2	L3	Total				
10/10/2003	06:10:00	128	129	128	343	352	363	19	18	21	58	39	41	41	121	0.43	3938.459	4696.37	60
10/10/2003	06:20:00	131	131	131	321	332	342	21	19	22	62	36	38	38	112	0.48	3949.072	4715.439	59.9
10/10/2003	06:30:00	132	132	132	347	365	370	24	24	27	75	38	42	40	120	0.52	3961.74	4735.764	60
10/10/2003	06:40:00	131	132	132	366	363	387	26	23	25	74	40	42	43	125	0.51	3974.369	4756.89	60
10/10/2003	06:50:00	132	132	132	394	391	416	29	26	29	84	43	44	46	133	0.53	3988.507	4779.39	60
10/10/2003	07:00:00	131	132	131	443	433	457	34	31	33	98	46	47	49	142	0.57	4005.33	4803.517	60.2
10/10/2003	07:10:00	130	130	130	546	573	576	43	43	46	132	56	61	59	176	0.6	4027.698	4833.137	60
10/10/2003	07:20:00	130	130	130	592	616	620	46	46	49	141	61	65	63	189	0.59	4051.613	4865.166	60
10/10/2003	07:30:00	130	130	130	656	669	678	52	52	54	158	67	70	69	206	0.61	4078.293	4899.766	60.1
10/10/2003	07:40:00	129	130	129	696	703	723	56	54	57	167	71	74	74	219	0.61	4106.449	4936.427	60.1
10/10/2003	07:50:00	130	130	130	778	750	791	63	58	60	181	79	79	83	241	0.6	4137.009	4976.859	59.9
10/10/2003	08:00:00	131	132	131	872	830	878	73	67	68	208	87	86	92	265	0.62	4172.168	5021.494	60
10/10/2003	08:10:00	130	130	130	981	962	1000	81	77	80	238	98	99	103	300	0.62	4212.176	5071.896	60.1
10/10/2003	08:20:00	129	129	129	1107	1091	1111	92	90	90	272	109	109	112	330	0.63	4257.866	5127.176	60
10/10/2003	08:30:00	128	129	129	1168	1139	1183	100	95	97	292	113	113	118	344	0.64	4306.621	5184.77	60
10/10/2003	08:40:00	128	129	128	1209	1173	1218	104	99	100	303	115	115	120	350	0.65	4357.535	5243.49	59.9
10/10/2003	08:50:00	129	130	129	1216	1168	1218	107	100	101	308	115	113	120	348	0.66	4409.143	5301.853	59.9
10/10/2003	09:00:00	129	130	129	1233	1194	1237	109	103	104	316	116	115	121	352	0.67	4462.282	5360.857	59.9
10/10/2003	09:10:00	129	130	129	1273	1223	1279	112	105	106	323	120	119	126	365	0.66	4516.511	5422.208	60
10/10/2003	09:20:00	128	129	128	1270	1239	1288	113	107	110	330	118	119	124	361	0.67	4571.681	5482.869	59.9
10/10/2003	09:30:00	129	129	129	1283	1249	1294	113	108	110	331	120	120	125	365	0.67	4627.212	5544.116	60
10/10/2003	09:40:00	129	130	129	1298	1264	1304	115	110	111	336	122	122	127	371	0.67	4683.667	5606.296	60
10/10/2003	09:50:00	130	130	130	1273	1240	1290	113	107	110	330	120	121	126	367	0.66	4738.893	5667.838	60
10/10/2003	10:00:00	130	131	130	1280	1230	1283	116	109	110	335	119	118	125	362	0.68	4795.213	5728.476	60.1
10/10/2003	10:17:24	130	130	130	1285	1273	1276	112	112	110	334	123	123	124	370	0.67	4850.556	5789.713	60.1

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO
Calle Uno Oeste #50 Urb. Corpac San Isidro

RESULTADO DE LAS MEDICIONES DE LOS
PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN 220V. 60 HZ. DEL
04/11/03 AL 05/11/03

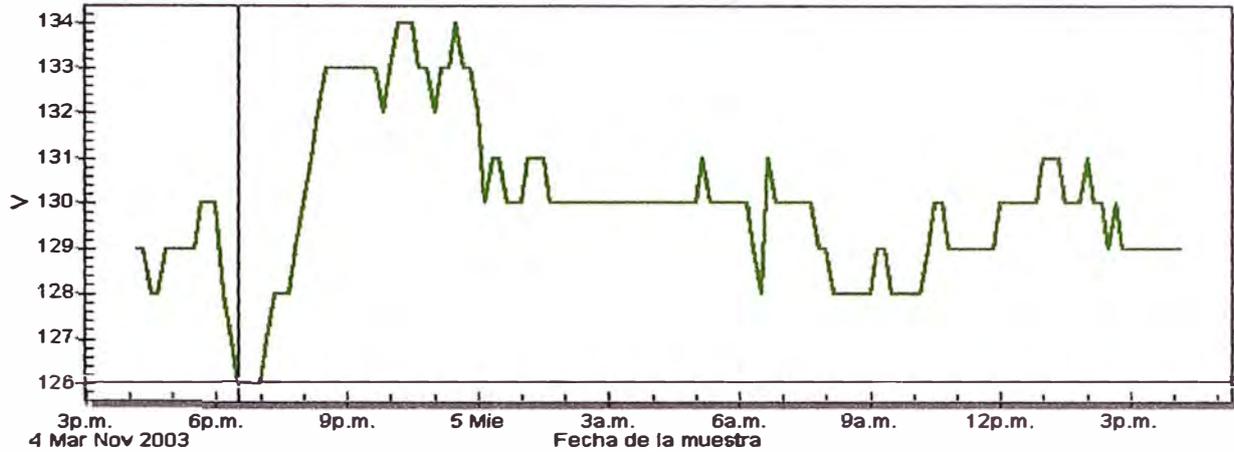
TABLERO GENERAL – ALIMENTADOR ASCENSOR 4

SISTEMA TRIFÁSICO
ARCHIVO Mcet c13. a5i

1.0 ANALISIS DEL NIVEL DE VOLTAJE O TENSION (Gráficos 1,2 y 3))

Mcet_c13.a5i (Tensión: L1) (1)

Variación de tensión fase - fase L1 = Lectura x 1.732



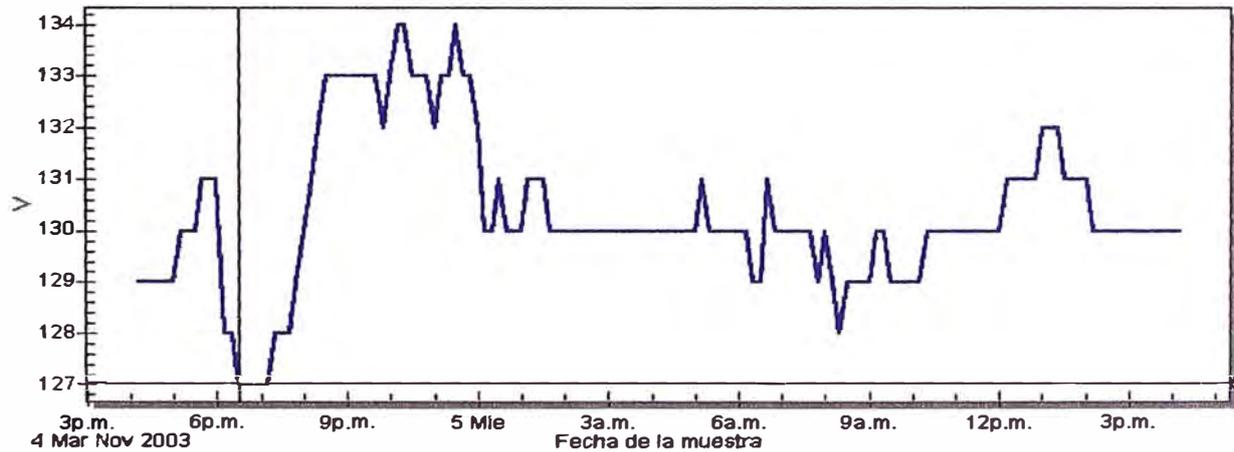
Act: 04/11/03 18:30:00
Act: 126 (V)

Desde: 04/11/03 16:10:00
Máx: 134 (V)

Hasta: 05/11/03 16:10:00
Mín: 126 (V)

Mcet_c13.a5i (Tensión: L2) (2)

variación de tensión fase - fase L2 = Lectura x 1.732



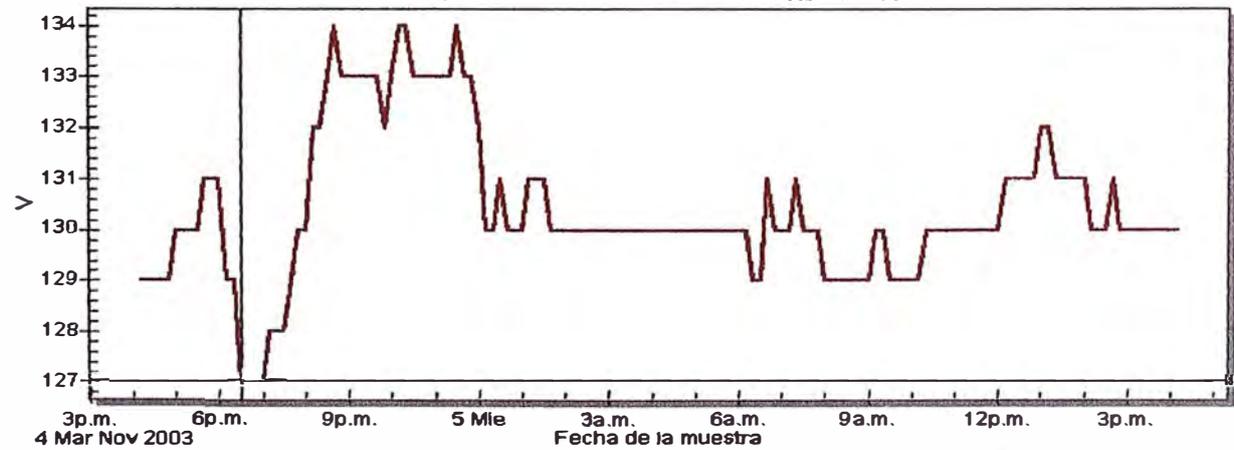
Act: 04/11/03 18:30:00
Act: 127 (V)

Desde: 04/11/03 16:10:00
Máx: 134 (V)

Hasta: 05/11/03 16:10:00
Mín: 127 (V)

Mcet_c13.a5i (Tensión: L3) (3)

variación de tensión fase - fase L3 = Lectura x 1.732



Act: 04/11/03 18:30:00
Act: 127 (V)

Desde: 04/11/03 16:10:00
Máx: 134 (V)

Hasta: 05/11/03 16:10:00
Mín: 127 (V)

CAIDA O SOBREVOLTAJE (De los gráficos 1,2 y 3)

Valor Fase – Fase	= Lectura x 1.732		
Tolerancia	= +- 5 % sobre la tensión nominal de 220 V.		
Voltaje Máximo	232.088 (L1)	232.088 (L2)	232.088 (L3)
Voltaje Mínimo	218.232 (L1)	219.964 (L2)	219.964 (L3)
Caída Tensión	220 x 0.95 = 209 voltios (Vn -5%)		
Sobrevoltaje	220 x 1.05 = 231 voltios (Vn +5%)		

RESULTADOS : Presenta un ligero sobrevoltaje igual a 5.49 % de la tensión nominal, durante la carga mínima

DESBALANCE DE TENSIÓN (De los gráficos 1,2 y 3)

Los motores operan satisfactoriamente con su carga nominal cuando el desbalance de voltaje medido no es mayor del 1.5 % .

$$\text{Porcentaje del Desbalance de Tensión} = 100 \times \frac{\text{Desviación máxima voltaje promedio}}{\text{Voltaje Promedio}} \quad (\%)$$

$$V1-2 = 232.088 \quad V2-3 = 232.088 \quad V3-1 = 232.088 \quad (\text{Valores Máximos})$$

$$V1-2 = 218.232 \quad V2-3 = 219.964 \quad V3-1 = 219.964 \quad (\text{Valores Mínimos})$$

$$\text{Desbalance con valores Máximos} = 0.000 \quad \%$$

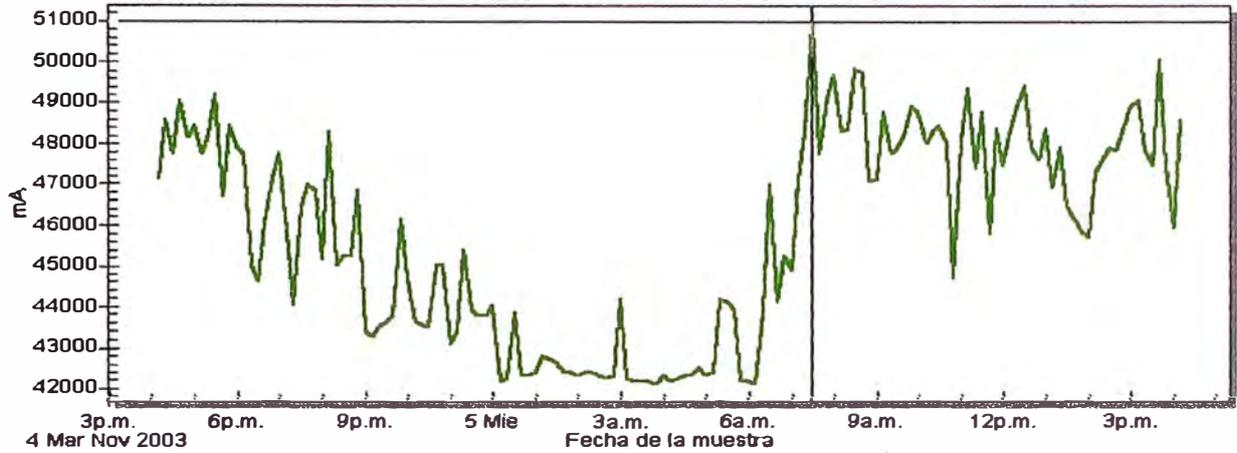
$$\text{Desbalance con valores Mínimos} = 0.789 \quad \%$$

RESULTADOS : No presenta desbalance, el valor es menor a 1.5 %

2.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO EN AMPERIOS (Gráficos 4,5,6 y 7)

Mcet_c13.a5i (Corriente: L1) (4)

Variación del consumo de amperaje fase L1



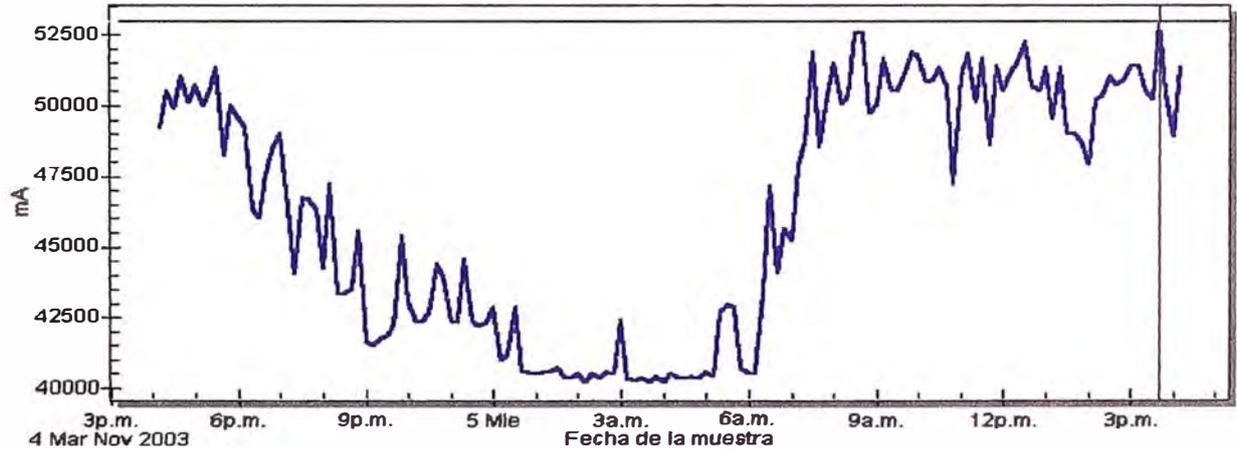
Act : 05/11/03 07:30:00
Act : 50960 (mA)

Desde : 04/11/03 16:10:00
Máx : 50960 (mA)

Hasta : 05/11/03 16:10:00
Mín : 42110 (mA)

Mcet_c13.a5i (Corriente: L2) (5)

Variación del consumo de amperaje fase L2



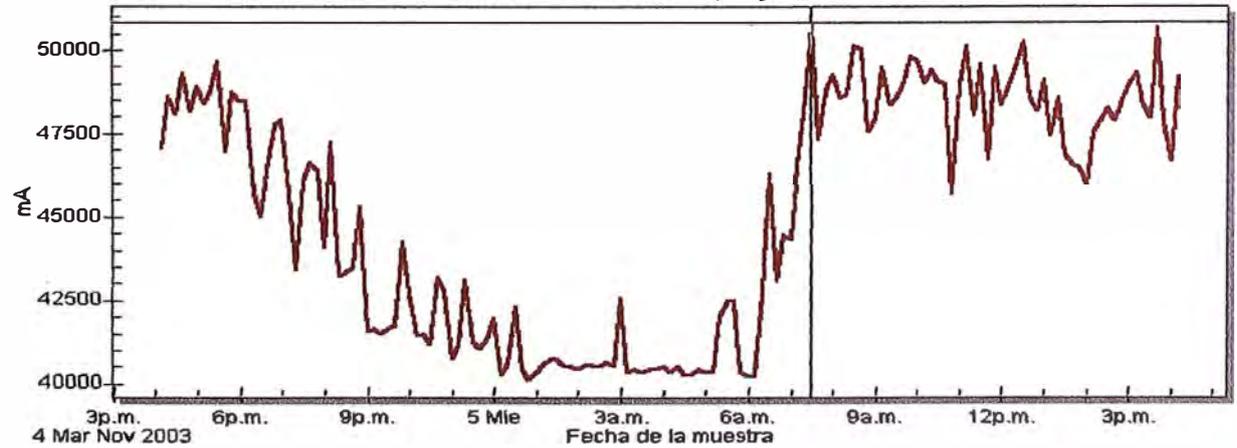
Act : 05/11/03 15:40:00
Act : 52952 (mA)

Desde : 04/11/03 16:10:00
Máx : 52952 (mA)

Hasta : 05/11/03 16:10:00
Mín : 40210 (mA)

Mcet_c13.a5i (Corriente: L3) (6)

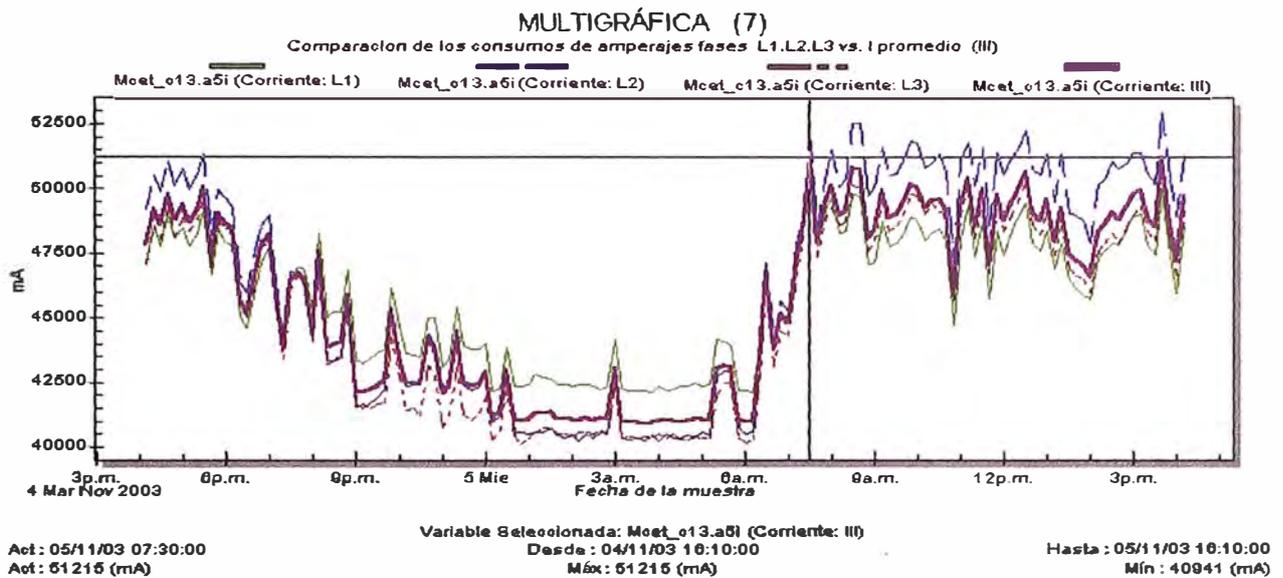
Variación del consumo de amperaje fase L3



Act : 05/11/03 07:30:00
Act : 50802 (mA)

Desde : 04/11/03 16:10:00
Máx : 50802 (mA)

Hasta : 05/11/03 16:10:00
Mín : 40123 (mA)



De los gráficos 4,5,6 y 7 se aprecian que el mayor consumo se produce durante las horas fuera de punta (FDP).

Asimismo se presentan consumos del orden del 80 % (40.941 A.) de su máxima demanda entre las 0:00 AM y las 06:00 AM .

Considerando el consumo máximo de **52.952 Amp.** en la fase **L2** y teniendo presente que el alimentador existente es de sección **120 mm²** de capacidad de corriente admisible en ducto de **239 Amp.**, la conducción se esta realizando dentro el límite de capacidad, faltando considerar los factores de corrección de otros circuitos que lo acompañan en el recorrido.

DESEQUILIBRIO DE CORRIENTES

Intensidad Mínima	=	42.110 A. (L1)	40.210 A. (L2)	40.123 A. (L3)
Intensidad Máxima	=	50.96 A. (L1)	52.952 A. (L2)	50.802 A. (L3)
Intensidad promedio	=	51.571 A. (De valores máximos)		
Intensidad promedio	=	40.147 A. (De valores mínimos)		

Aplicando los valores anteriores a la formula :

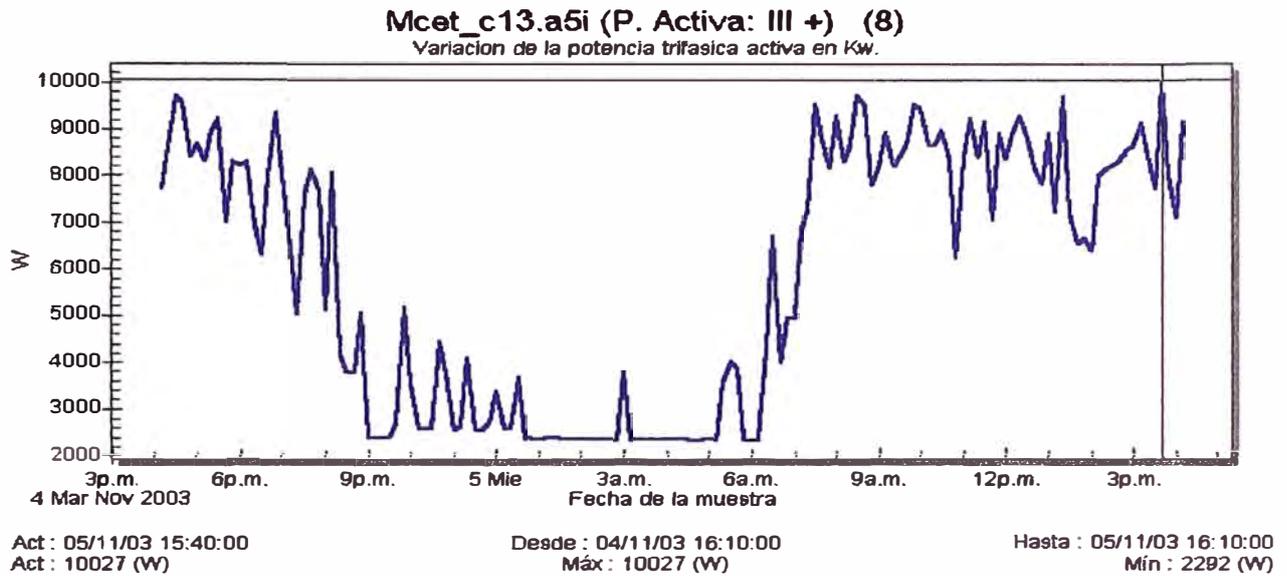
$$\text{Desequilibrio (\%)} = \frac{(\text{I}_{\text{max}} - \text{I}_{\text{media}})}{\text{I}_{\text{media}}} \times 100 \% < 10 \%$$

Desequilibrio = 4.889 % (De valores mínimos)

Desequilibrio = 2.677 % (De valores máximos)

RESULTADOS : No presenta desequilibrio en las 3 fases cuando hay mayor y menor consumo de amperaje.

3.0 ANALISIS NIVEL DE CONSUMO DE POTENCIA ACTIVA (Grafico 8)



Fecha 05/11/03 15:40:00		Período: 00:10:00			
	L1	L2	L3	III	
Tensión (V)	129	130	130	129	
Tensión Máx. (V)	130	131	131		
Tensión Mín. (V)	129	130	130		
Corriente (mA)	50044	52952	50649	51215	
Corriente máx. (mA)	107631	111321	107936		
Corriente mín. (mA)	39822	42041	40809		
P. Activa (W)	3262	3242	3523	10027	
P. Inductiva (var)	5331	5805	6267	17393	
P. Capacitiva (var)	0	0	0	0	
Factor pot.	0.50	0.46	0.53	0.50	
	Activa [Wh]	Inductiva [varh]	Capacitiva [varh]		
Energías	140862.310	378035.915	257.629		
Frecuencia (Hz)	60.0				

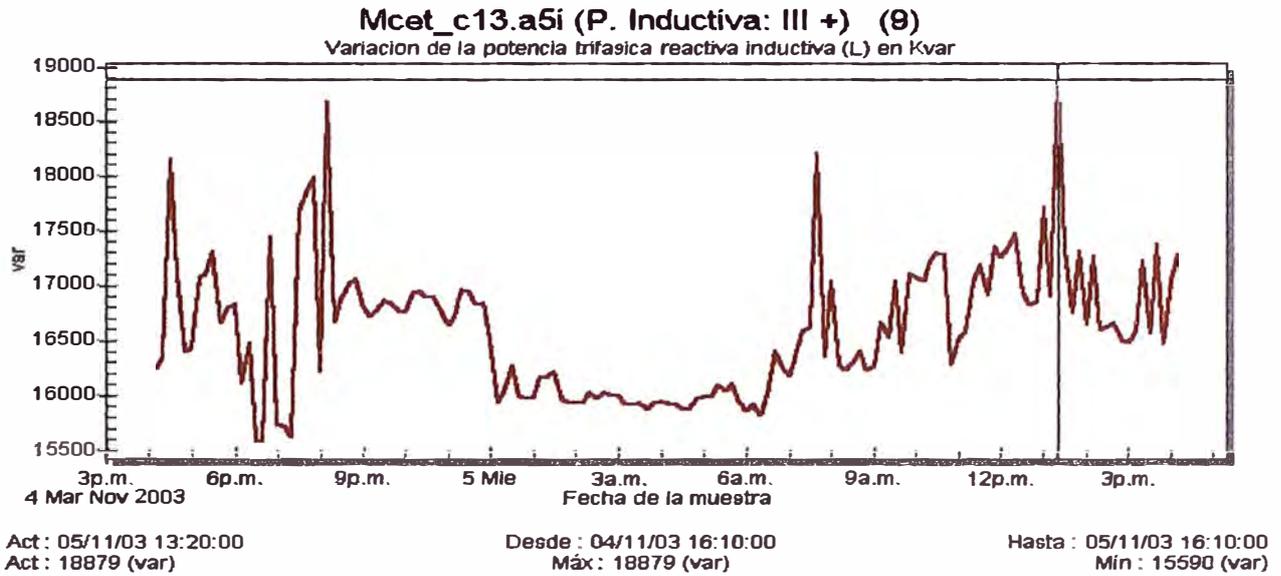
RESULTADOS :

Del grafico (8) y Tabla capturada a las 15:40 PM, se aprecia que el diagrama de carga es típica de consumo en horas fuera de punta, siendo la máxima demanda de **10.027 Kw.**

Potencia activa trifásica Máxima = 10.027 Kw. Hora 15:40 PM Día 05.11.03
Potencia activa trifásica Mínima = 2.292 Kw. Promedio entre las 0:00 AM y 06:00AM.

El consumo mínimo de amanecida seria bueno investigar si es que se justifica la carga existente conectada o es provocada por fuga de corriente por bajo de aislamiento del alimentador.

4.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO POTENCIA REACTIVA-L (Grafico 9)



Fecha 05/11/03 13:20:00		Período: 00:10:00			
	L1	L2	L3	III	
Tensión [V]	131	132	131	131	
Tensión Máx. [V]	131	132	132		
Tensión Mín. [V]	130	131	131		
Corriente [mA]	47908	51349	48590	49282	
Corriente máx. [mA]	114191	118265	113275		
Corriente mín. [mA]	40127	43262	41496		
P. Activa [W]	3419	3312	2962	9693	
P. Inductiva [var]	5962	6607	6310	18879	
P. Capacitiva [var]	0	0	0	0	
Factor pot.	0.54	0.49	0.46	0.49	
	Activa [Wh]	Inductiva [varh]	Capacitiva [varh]		
Energías	123224.289	341308.479	257.629		
Frecuencia [Hz]				59.9	

Del gráfico (9)

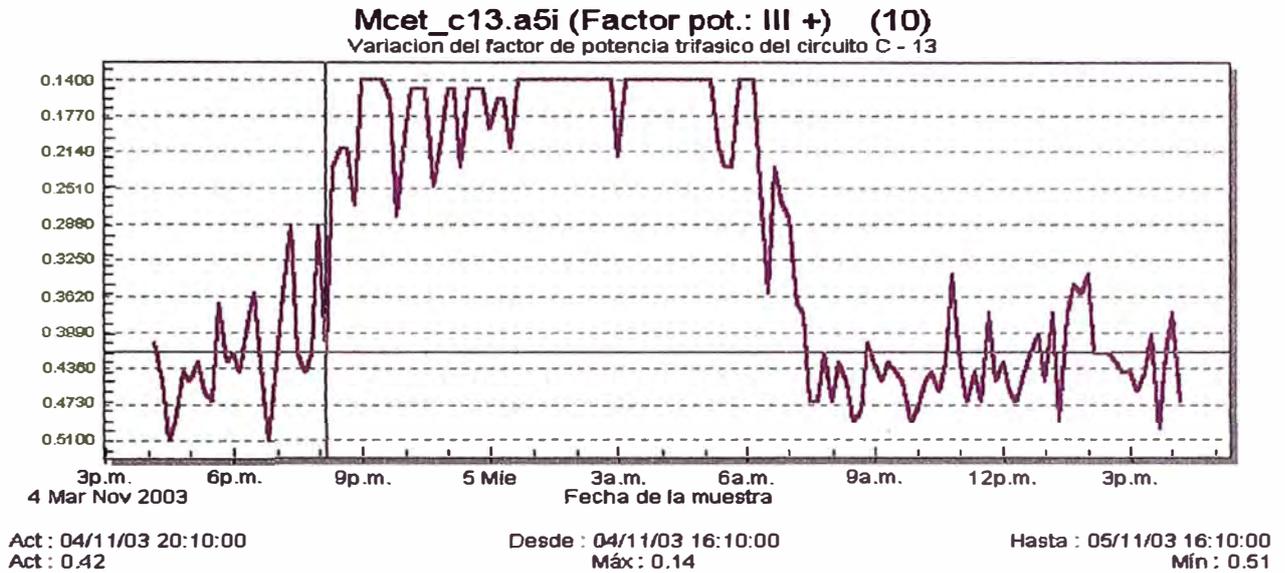
Potencia reactiva-L trifásica máxima = 18.879 Kvar-L. Hora 13:20 PM Día 05.11.03

Potencia reactiva-L trifásica mínima = 15.590 Kvar-L entre las 0:00 – 06:00 AM

RESULTADOS :

El sistema consume reactiva como máximo **18.879 KVAR** con factor de potencia 0.49 y reactiva mínimas de **15.590 KVAR** en horarios de amanecida. Requiere de condensadores para compensación del sistema.

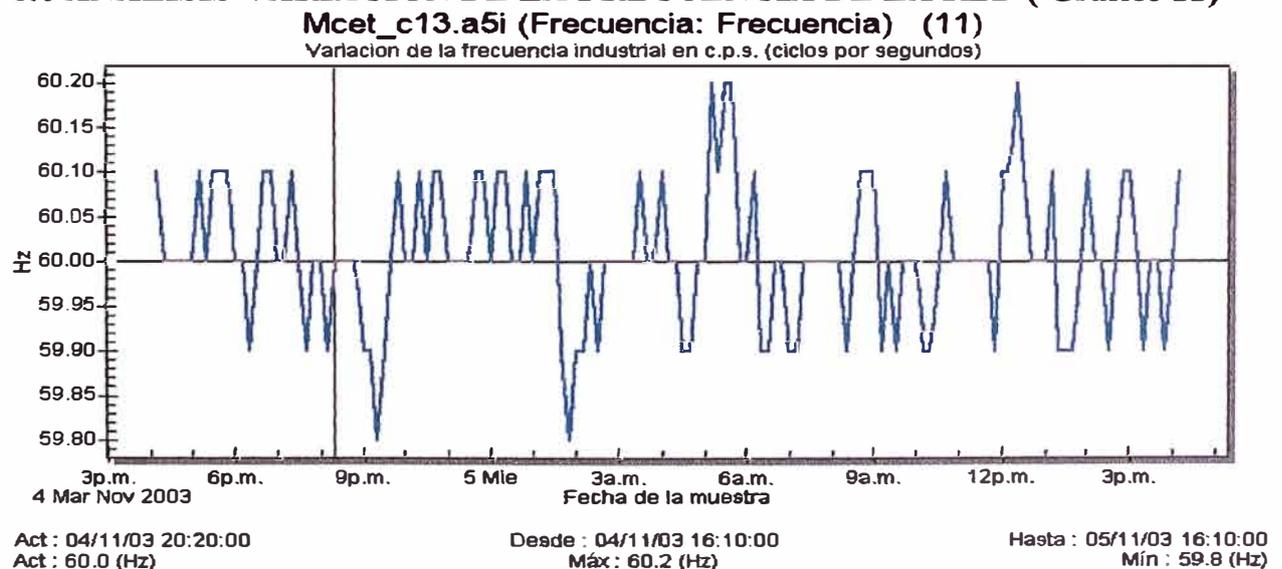
5.0 ANALISIS NIVEL FACTOR DE POTENCIA TRIFÁSICA (Grafico 10)



RESULTADOS :

El Factor de potencia trifásica del circuito C- 13 varía entre 0.51y 0.42 El sistema es totalmente descompensado .Ver la posibilidad de instalar condensadores fijos de 15.00 KVAR .

6.0 ANALISIS VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA DE LA RED (Grafico 11)



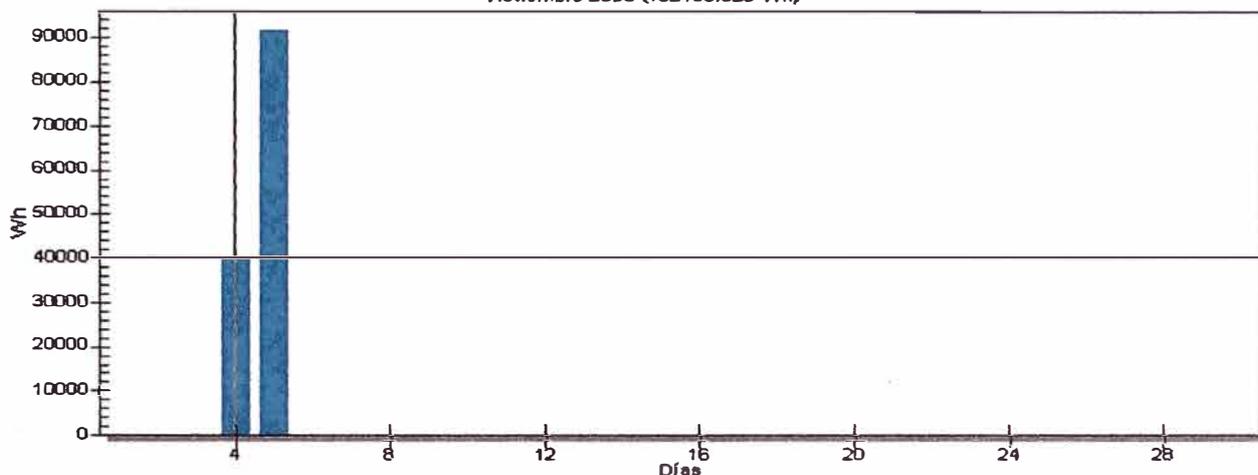
RESULTADOS :

Variable entre 59.8 Hz. y 60.2Hz. Aceptable dentro límites de normas.

7.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO ENERGIA ACTIVA TRIFÁSICA (Grafico 12)

Mcet_c13.a5i (Energías: E. act +) (12)

Noviembre 2003 (132168.523 Wh)



Act : 4

Act : 40364.416 (Wh)

Desde : 1

Máx : 91804.107 (Wh)

Hasta : 30

Mín : 0.000 (Wh)

Consumo 04.11.03 = 40.364416 Kwh.

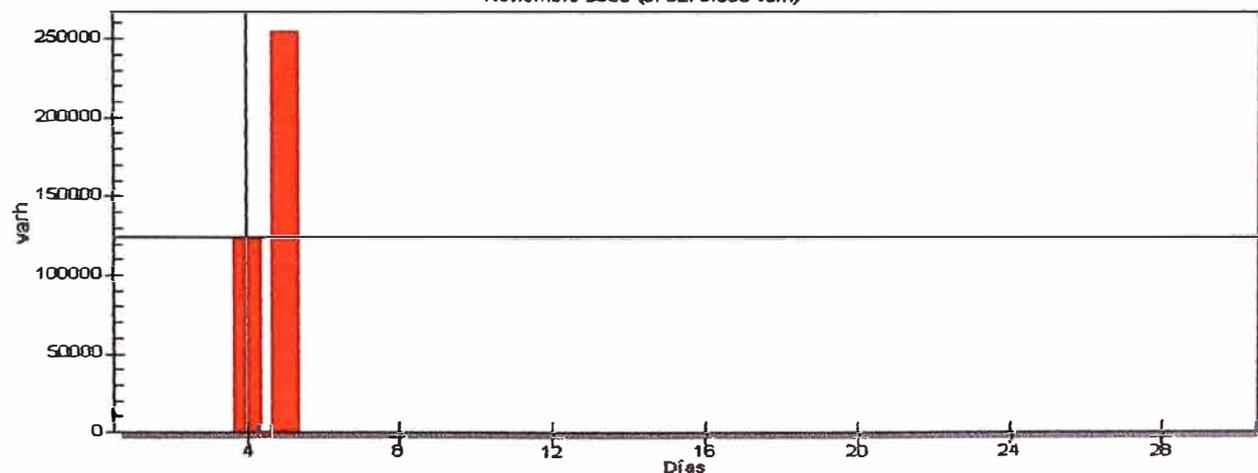
Consumo 05.11.03 = 91.804107 Kwh.

CONSUMO REAL = 132.168523 Kwh. durante 24 horas

8.0 ANALISIS NIVEL CONSUMO ENERGIA REACTIVA-L TRIFÁSICA (Grafico 13)

Mcet_c13.a5i (Energías: E. reac L +) (13)

Noviembre 2003 (378276.393 varh)



Act : 4

Act : 123382.429 (varh)

Desde : 1

Máx : 254893.964 (varh)

Hasta : 30

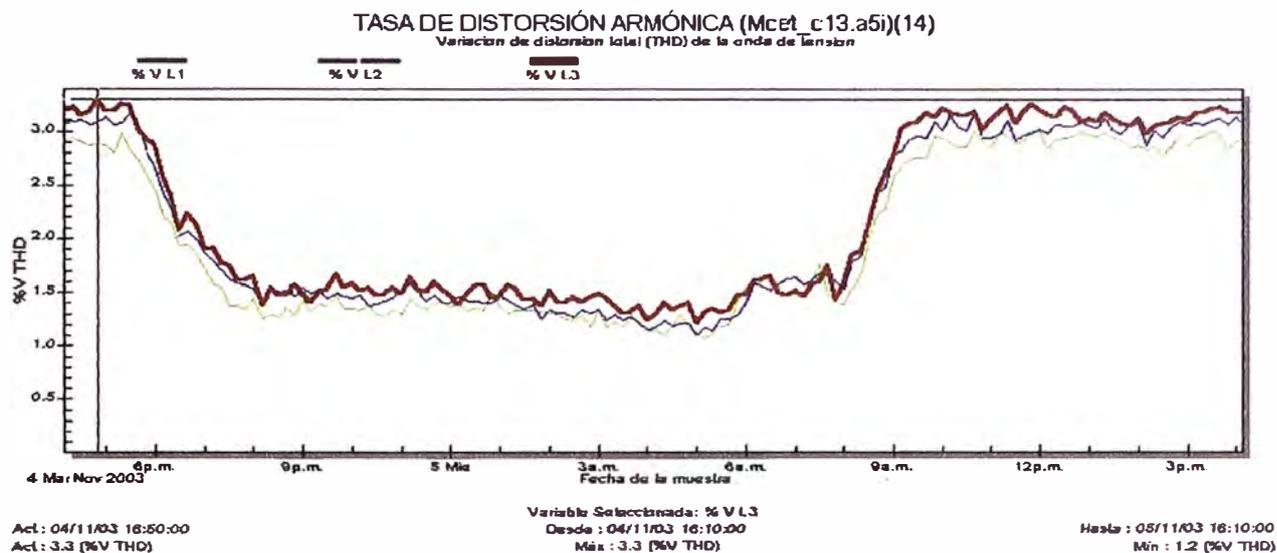
Mín : 0.000 (varh)

Consumo 04.11.03 = 123.382429 Kvarh-L

Consumo 05.11.03 = 254.893964 Kvarh-L

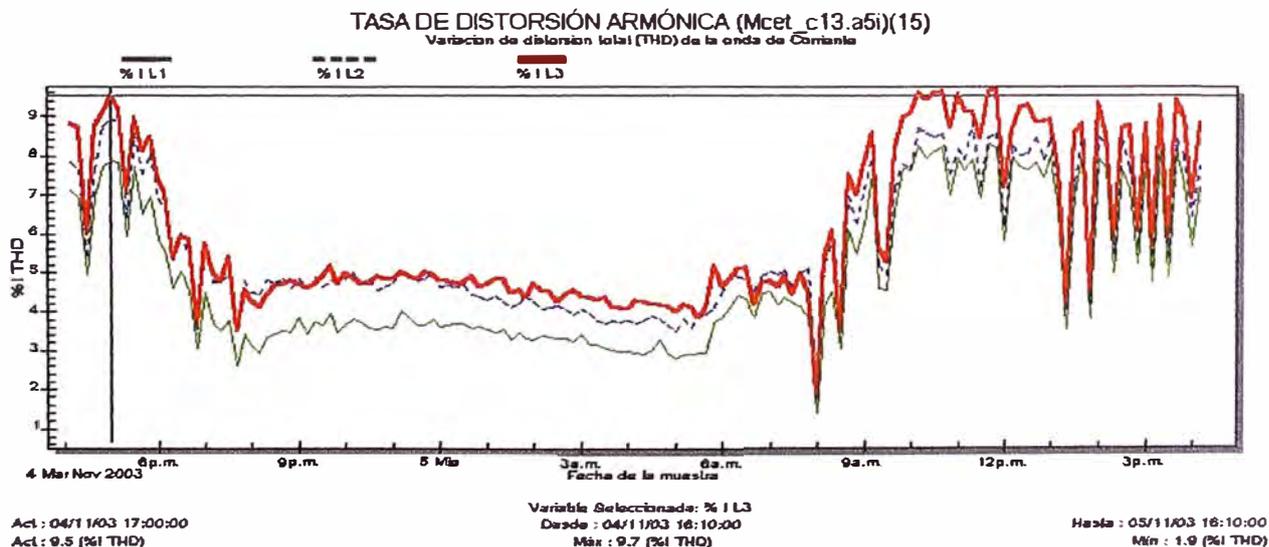
CONSUMO REAL = 378.276393 Kvarh-L durante 24 horas

9.0 ANALISIS DE ARMONICOS ONDA DE TENSION (Grafico 14)



El sistema general presenta una Distorsión Total (THD) de 3.3 % en la onda de tensión ,siendo este valor no penalizado . La Norma de Calidad de energía penaliza a partir del 6.0 % VTHD .

10.0 ANALISIS DE ARMONICOS ONDA DE CORRIENTE (Grafico 15)



El sistema presenta incidencia de leve distorsión en la onda de corriente, valor que asciende a 9.5 % I THD, durante el mayor consumo de carga eléctrica

REPORTE DE MEDICIONES EN CIRCUITO N° 13

Fecha	Tiempo	Tensión			Corriente			Potencia activa				Potencia reactiva				Factor p	Energia act +	Energia reac L +	Frecuencia
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Total	L1	L2	L3	Total				
04/11/2003	16:10:00	129	129	129	47.145	49.213	47.064	2718	2615	2401	7734	5243	5596	5416	16255	0.41	12.423134	7.447945	60.1
04/11/2003	16:20:00	129	129	129	48.595	50.51	48.59	2998	2911	2699	8608	5278	5613	5469	16360	0.45	13.831434	10.124927	60
04/11/2003	16:30:00	128	129	129	47.756	49.9	48.056	3349	3295	3067	9711	5840	6223	6082	18145	0.51	15.112267	12.537228	60
04/11/2003	16:40:00	128	129	129	49.053	51.044	49.276	3121	3085	3365	9571	5314	5666	6135	17115	0.49	16.47483	15.004707	60
04/11/2003	16:50:00	129	129	129	48.137	50.129	48.132	2928	2841	2629	8398	5296	5631	5469	16396	0.44	17.79916	17.575847	60
04/11/2003	17:00:00	129	129	130	48.442	50.739	48.895	2998	2963	2716	8677	5278	5648	5521	16447	0.45	19.170126	20.121863	60
04/11/2003	17:10:00	129	130	130	47.756	49.976	48.361	2700	2684	2927	8311	5296	5648	6135	17079	0.43	20.448089	22.700676	60.1
04/11/2003	17:20:00	129	130	130	48.214	50.51	48.819	2963	2928	3067	8958	5296	5666	6152	17114	0.46	21.778564	25.20722	60
04/11/2003	17:30:00	129	130	130	49.205	51.349	49.658	3051	3016	3155	9222	5366	5718	6222	17306	0.47	23.169313	27.732299	60.1
04/11/2003	17:40:00	130	131	131	46.688	48.221	46.988	2402	2371	2226	6999	5401	5666	5591	16658	0.37	24.293866	30.382264	60.1
04/11/2003	17:50:00	130	131	131	48.442	49.976	48.742	2841	2806	2664	8311	5436	5718	5644	16798	0.43	25.649343	33.102679	60.1
04/11/2003	18:00:00	130	131	131	47.908	49.595	48.437	2806	2789	2594	8189	5454	5718	5661	16833	0.42	26.918239	35.706605	60
04/11/2003	18:10:00	128	128	129	47.756	49.289	48.437	2823	2841	2646	8310	5208	5456	5451	16115	0.44	28.264979	38.294601	60
04/11/2003	18:20:00	127	128	129	45.009	46.314	45.691	2297	2266	2383	6946	5156	5369	5959	16484	0.39	29.303073	40.709931	59.9
04/11/2003	18:30:00	126	127	127	44.628	46.008	45.005	2174	2109	1998	6281	5068	5299	5241	15608	0.36	30.310628	43.191452	60
04/11/2003	18:40:00	126	127	127	46.077	47.611	46.378	2735	2719	2541	7995	5050	5299	5241	15590	0.45	31.502939	45.560622	60.1
04/11/2003	18:50:00	126	127	127	47.145	48.603	47.751	3174	3155	3032	9361	5664	5910	5872	17446	0.51	32.729012	47.823385	60.1
04/11/2003	19:00:00	126	127	127	47.756	48.984	47.903	2735	2702	2576	8013	5138	5334	5276	15748	0.43	33.992863	50.291567	60
04/11/2003	19:10:00	127	127	128	45.849	46.39	45.691	2227	2126	2085	6438	5191	5299	5241	15731	0.36	35.002512	52.669242	60
04/11/2003	19:20:00	128	128	128	44.018	44.025	43.403	1753	1586	1647	4986	5208	5247	5171	15626	0.29	35.761852	55.039224	60.1
04/11/2003	19:30:00	128	128	128	46.459	46.771	46.073	2613	2458	2506	7577	5857	5962	5712	17691	0.42	36.806545	57.409687	60
04/11/2003	19:40:00	128	128	129	46.993	46.695	46.607	2771	2615	2734	8120	5945	5944	5942	17831	0.44	37.851577	59.711166	59.9
04/11/2003	19:50:00	129	129	130	46.84	46.314	46.378	2613	2440	2611	7664	6033	5979	5977	17989	0.42	38.827963	62.03095	60
04/11/2003	20:00:00	130	130	130	45.162	44.254	44.089	1753	1551	1770	5074	5471	5387	5363	16221	0.29	39.594734	64.578489	60
04/11/2003	20:10:00	131	131	132	48.29	47.229	47.217	2753	2527	2769	8049	6313	6189	6170	18672	0.42	40.650769	67.080218	59.9
04/11/2003	20:20:00	132	132	132	45.009	43.338	43.25	1455	1168	1507	4130	5717	5509	5451	16677	0.23	41.274209	69.680896	60
04/11/2003	20:30:00	133	133	133	45.238	43.338	43.327	1332	1046	1384	3762	5787	5561	5521	16869	0.21	41.865679	72.370324	60
04/11/2003	20:40:00	133	133	134	45.238	43.567	43.479	1332	1063	1384	3779	5822	5631	5574	17027	0.21	42.454596	75.084563	60
04/11/2003	20:50:00	133	133	133	46.84	45.551	45.31	1736	1516	1787	5039	5805	5666	5591	17062	0.27	43.252612	77.771963	60
04/11/2003	21:00:00	133	133	133	43.407	41.659	41.572	876	610	929	2415	5752	5544	5504	16800	0.14	43.660572	80.576726	59.9
04/11/2003	21:10:00	133	133	133	43.255	41.507	41.648	841	627	929	2397	5717	5509	5504	16730	0.14	44.066588	83.370367	59.9
04/11/2003	21:20:00	133	133	133	43.484	41.736	41.496	859	610	911	2380	5752	5544	5486	16782	0.14	44.46973	86.170945	59.8
04/11/2003	21:30:00	133	133	133	43.636	41.888	41.648	876	592	929	2397	5787	5578	5504	16869	0.14	44.877636	88.992931	59.9
04/11/2003	21:40:00	133	133	133	43.789	42.27	41.725	999	697	1016	2712	5770	5596	5486	16852	0.16	45.336377	91.809393	60
04/11/2003	21:50:00	132	132	132	46.154	45.398	44.242	1841	1551	1752	5144	5682	5648	5451	16781	0.28	46.160552	94.521321	60.1
04/11/2003	22:00:00	133	133	133	44.704	43.109	42.716	1245	976	1297	3518	5734	5561	5469	16764	0.2	46.750755	97.324145	60
04/11/2003	22:10:00	134	134	134	43.636	42.346	41.42	982	645	946	2573	5787	5666	5486	16939	0.15	47.18725	100.154277	60
04/11/2003	22:20:00	134	134	134	43.56	42.422	41.496	982	662	946	2590	5770	5683	5504	16957	0.15	47.623865	102.988578	60.1
04/11/2003	22:30:00	134	133	133	43.484	42.651	41.191	1017	645	929	2591	5752	5700	5451	16903	0.15	48.061326	105.813323	60
04/11/2003	22:40:00	133	133	133	45.009	44.406	43.174	1543	1324	1542	4409	5717	5700	5486	16903	0.25	48.705263	108.401011	60.1
04/11/2003	22:50:00	133	133	133	45.009	43.948	42.793	1385	1046	1332	3763	5717	5631	5433	16781	0.21	49.33609	111.205252	60.1
04/11/2003	23:00:00	132	132	133	43.102	42.346	40.733	1017	645	893	2555	5664	5613	5363	16640	0.15	49.76731	113.982878	60
04/11/2003	23:10:00	133	133	133	43.407	42.422	41.191	1017	679	946	2642	5699	5613	5416	16728	0.15	50.211636	116.76894	60
04/11/2003	23:20:00	133	133	133	45.391	44.559	43.098	1525	1150	1402	4077	5770	5735	5469	16974	0.23	50.898042	119.605322	60
04/11/2003	23:30:00	134	134	134	43.941	42.422	41.267	999	610	981	2590	5822	5666	5469	16957	0.15	51.335994	122.440534	60
04/11/2003	23:40:00	133	133	133	43.789	42.193	41.038	999	592	964	2555	5787	5631	5416	16834	0.15	51.769353	125.255002	60.1
04/11/2003	23:50:00	133	133	133	43.789	42.346	41.343	1034	662	999	2695	5770	5631	5451	16852	0.15	52.221347	128.068274	60.1
05/11/2003	00:00:00	132	132	132	44.018	42.88	41.954	1245	924	1209	3378	5629	5526	5363	16518	0.19	52.78755	130.830374	60
05/11/2003	00:10:00	130	130	130	42.187	40.973	40.275	964	679	964	2607	5436	5317	5188	15941	0.16	53.227063	133.494482	60.1

REPORTE DE MEDICIONES EN CIRCUITO N° 13

Fecha	Tiempo	Tensión			Corriente			Potencia activa				Potencia reactiva				Factor p	Energía act +	Energía reac L +	Frecuencia
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Total	L1	L2	L3	Total				
05/11/2003	00:20:00	131	130	130	42.263	41.202	40.657	947	697	946	2590	5454	5352	5258	16064	0.16	53.662654	136.174616	60.1
05/11/2003	00:30:00	131	131	131	43.865	42.88	42.335	1297	1063	1297	3657	5524	5439	5311	16274	0.21	54.256102	138.775545	60
05/11/2003	00:40:00	130	130	130	42.339	40.591	40.428	841	592	911	2344	5489	5299	5223	16011	0.14	54.652286	141.452882	60
05/11/2003	00:50:00	130	130	130	42.339	40.591	40.123	876	575	911	2362	5489	5299	5188	15976	0.14	55.048397	144.120755	60.1
05/11/2003	01:00:00	130	130	130	42.416	40.515	40.352	841	557	929	2327	5489	5282	5206	15977	0.14	55.441758	146.791958	60
05/11/2003	01:10:00	131	131	131	42.797	40.591	40.58	841	557	946	2344	5594	5317	5258	16169	0.14	55.839038	149.495838	60.1
05/11/2003	01:20:00	131	131	131	42.721	40.591	40.733	841	575	946	2362	5577	5317	5293	16187	0.14	56.238038	152.201482	60.1
05/11/2003	01:30:00	131	131	131	42.644	40.744	40.733	841	575	929	2345	5577	5352	5293	16222	0.14	56.636063	154.913192	60.1
05/11/2003	01:40:00	130	130	130	42.416	40.439	40.504	824	575	929	2328	5489	5265	5223	15977	0.14	57.029473	157.582238	59.9
05/11/2003	01:50:00	130	130	130	42.416	40.362	40.504	824	575	929	2328	5489	5247	5206	15942	0.14	57.421479	160.246621	59.8
05/11/2003	02:00:00	130	130	130	42.339	40.515	40.428	841	575	911	2327	5471	5265	5206	15942	0.14	57.812899	162.910277	59.9
05/11/2003	02:10:00	130	130	130	42.416	40.21	40.58	806	575	946	2327	5489	5230	5223	15942	0.14	58.2067	165.574575	59.9
05/11/2003	02:20:00	130	130	130	42.416	40.515	40.58	824	575	929	2328	5506	5282	5241	16029	0.14	58.601043	168.255126	60
05/11/2003	02:30:00	130	130	130	42.339	40.362	40.504	824	575	929	2328	5489	5265	5223	15977	0.14	58.995623	170.923924	59.9
05/11/2003	02:40:00	130	130	130	42.263	40.591	40.657	824	592	911	2327	5489	5299	5241	16029	0.14	59.390913	173.601856	60
05/11/2003	02:50:00	130	130	130	42.339	40.515	40.504	824	575	929	2328	5489	5282	5241	16012	0.14	59.784618	176.278373	60
05/11/2003	03:00:00	130	130	130	44.17	42.422	42.564	1315	1080	1402	3797	5489	5282	5241	16012	0.22	60.385197	178.833187	60
05/11/2003	03:10:00	130	130	130	42.263	40.362	40.352	841	575	929	2345	5471	5265	5206	15942	0.14	60.778076	181.496185	60
05/11/2003	03:20:00	130	130	130	42.187	40.286	40.428	806	575	929	2310	5471	5247	5206	15924	0.14	61.168165	184.156361	60
05/11/2003	03:30:00	130	130	130	42.187	40.362	40.352	824	575	911	2310	5471	5265	5206	15942	0.14	61.561473	186.8206	60.1
05/11/2003	03:40:00	130	130	130	42.187	40.21	40.428	806	575	929	2310	5454	5230	5206	15890	0.14	61.952243	189.478394	60
05/11/2003	03:50:00	130	130	130	42.11	40.439	40.428	824	592	893	2309	5454	5265	5223	15942	0.14	62.341982	192.139494	60
05/11/2003	04:00:00	130	130	130	42.339	40.21	40.504	806	575	946	2327	5489	5247	5223	15959	0.14	62.734861	194.804898	60.1
05/11/2003	04:10:00	130	130	130	42.187	40.515	40.352	841	575	893	2309	5454	5282	5206	15942	0.14	63.125766	197.468287	60
05/11/2003	04:20:00	130	130	130	42.263	40.362	40.504	824	575	929	2328	5471	5247	5206	15924	0.14	63.517928	200.131051	60
05/11/2003	04:30:00	130	130	130	42.339	40.362	40.275	841	557	911	2309	5471	5247	5171	15889	0.14	63.908479	202.78618	59.9
05/11/2003	04:40:00	130	130	130	42.339	40.439	40.275	824	557	911	2292	5471	5247	5171	15889	0.14	64.296723	205.442279	59.9
05/11/2003	04:50:00	130	130	130	42.492	40.362	40.428	824	557	929	2310	5506	5265	5206	15977	0.14	64.688879	208.112628	60
05/11/2003	05:00:00	130	130	130	42.339	40.591	40.352	841	557	911	2309	5489	5299	5206	15994	0.14	65.080149	210.788148	60
05/11/2003	05:10:00	131	131	130	42.416	40.439	40.352	841	557	929	2327	5506	5299	5206	16011	0.14	65.473077	213.464234	60.2
05/11/2003	05:20:00	130	130	130	44.17	42.728	42.03	1280	993	1297	3570	5506	5369	5223	16098	0.21	66.066056	216.115486	60.1
05/11/2003	05:30:00	130	130	130	44.094	42.956	42.487	1403	1168	1437	4008	5454	5352	5241	16047	0.23	66.683961	218.602694	60.2
05/11/2003	05:40:00	130	130	130	43.941	42.88	42.487	1350	1133	1384	3867	5471	5369	5276	16116	0.23	67.299047	221.172086	60.2
05/11/2003	05:50:00	130	130	130	42.187	40.744	40.352	859	592	893	2344	5454	5299	5206	15959	0.14	67.693504	223.841353	60
05/11/2003	06:00:00	130	130	130	42.187	40.515	40.199	859	575	893	2327	5436	5265	5171	15872	0.14	68.085974	226.495624	60
05/11/2003	06:10:00	130	130	130	42.11	40.591	40.275	859	592	893	2344	5454	5282	5188	15924	0.14	68.481022	229.156155	60.1
05/11/2003	06:20:00	129	129	129	43.865	43.414	42.716	1508	1307	1472	4287	5331	5317	5188	15836	0.25	69.170399	231.690243	59.9
05/11/2003	06:30:00	128	129	129	46.993	47.153	46.301	2297	2161	2226	6684	5331	5404	5293	16028	0.36	70.199638	234.13001	59.9
05/11/2003	06:40:00	131	131	131	44.094	44.101	43.098	1420	1237	1332	3989	5489	5526	5398	16413	0.23	70.862442	236.842949	60
05/11/2003	06:50:00	130	130	130	45.238	45.627	44.471	1718	1569	1630	4917	5401	5509	5363	16273	0.27	71.677662	239.512006	60
05/11/2003	07:00:00	130	130	130	44.857	45.245	44.318	1718	1603	1595	4916	5366	5456	5363	16185	0.28	72.498998	242.201091	59.9
05/11/2003	07:10:00	130	130	130	47.145	47.84	46.607	2367	2231	2243	6841	5419	5561	5416	16396	0.37	73.588723	244.813797	59.9
05/11/2003	07:20:00	130	130	131	48.29	48.755	48.132	2472	2353	2436	7261	5471	5578	5539	16588	0.38	74.765307	247.511815	60
05/11/2003	07:30:00	130	130	130	50.96	51.884	50.802	3244	3172	3120	9536	5454	5631	5539	16624	0.47	76.330509	250.228217	60
05/11/2003	07:40:00	130	130	130	47.756	48.526	47.369	2998	2911	2874	8783	5997	6189	6029	18215	0.47	77.518281	252.659466	60
05/11/2003	07:50:00	129	129	130	49.129	50.358	48.819	2806	2719	2646	8171	5349	5578	5433	16360	0.42	78.857639	255.311607	60
05/11/2003	08:00:00	129	130	129	49.663	51.502	49.276	3104	2998	3190	9292	5331	5666	6047	17044	0.47	80.291567	257.843371	60
05/11/2003	08:10:00	128	129	129	48.29	50.052	48.59	2823	2772	2699	8294	5261	5561	5469	16291	0.43	81.64767	260.497404	60
05/11/2003	08:20:00	128	128	129	48.366	50.358	48.742	2998	2963	2734	8695	5226	5561	5451	16238	0.45	83.077945	263.147754	59.9

REPORTE DE MEDICIONES EN CIRCUITO N° 13

Fecha	Tiempo	Tensión			Corriente			Potencia activa				Potencia reactiva				Factor p	Energia act +	Energia reac L +	Frecuencia
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Total	L1	L2	L3	Total				
05/11/2003	08:30:00	128	129	129	49.816	52.57	50.115	3367	3364	3014	9745	5191	5648	5469	16308	0.49	84.694562	265.836627	60
05/11/2003	08:40:00	128	129	129	49.739	52.57	50.039	3262	3225	3014	9501	5226	5700	5486	16412	0.48	86.235935	268.452334	60.1
05/11/2003	08:50:00	128	129	129	47.069	49.747	47.598	2718	2702	2383	7803	5173	5613	5451	16237	0.41	87.52451	271.119322	60.1
05/11/2003	09:00:00	128	129	129	47.145	50.052	47.98	2858	2859	2506	8223	5156	5631	5486	16273	0.43	88.873003	273.770724	60.1
05/11/2003	09:10:00	129	130	130	48.748	51.655	49.505	3051	3050	2822	8923	5296	5770	5609	16675	0.45	90.281064	276.38369	59.9
05/11/2003	09:20:00	129	130	130	47.756	50.51	48.361	2823	2806	2576	8205	5261	5718	5556	16535	0.43	91.610192	279.038533	60
05/11/2003	09:30:00	128	129	129	47.908	50.586	48.59	2788	2737	2892	8417	5243	5666	6135	17044	0.44	92.897125	281.582462	59.9
05/11/2003	09:40:00	128	129	129	48.214	51.121	48.971	2963	2981	2716	8660	5208	5666	5521	16395	0.45	94.314879	284.251265	60
05/11/2003	09:50:00	128	129	129	48.9	51.884	49.81	3104	3120	3330	9554	5226	5700	6187	17113	0.49	95.758335	286.817259	60
05/11/2003	10:00:00	128	129	129	48.748	51.731	49.734	3104	3120	3225	9449	5226	5683	6187	17096	0.48	97.210019	289.39529	60
05/11/2003	10:10:00	128	129	129	47.985	50.815	49.048	2841	2806	3032	8679	5226	5666	6152	17044	0.45	98.513708	291.893162	59.9
05/11/2003	10:20:00	129	130	130	48.29	50.968	49.429	2858	2876	2909	8643	5296	5700	6240	17236	0.44	99.833069	294.446662	59.9
05/11/2003	10:30:00	130	130	130	48.442	51.349	49.124	3016	2963	2979	8958	5314	5788	6205	17307	0.46	101.170528	296.934479	60
05/11/2003	10:40:00	130	130	130	47.985	50.663	48.971	2771	2772	2839	8382	5314	5735	6240	17289	0.43	102.478191	299.558895	60.1
05/11/2003	10:50:00	129	130	130	44.704	47.229	45.691	2174	2161	1858	6193	5208	5596	5486	16290	0.34	103.475495	302.163978	60
05/11/2003	11:00:00	129	130	130	48.061	51.121	48.971	2893	2928	2576	8397	5243	5718	5574	16535	0.43	104.841828	304.832436	60
05/11/2003	11:10:00	129	130	130	49.358	51.807	50.115	3174	3172	2874	9220	5296	5683	5609	16588	0.47	106.31214	307.440678	60
05/11/2003	11:20:00	129	130	130	47.374	50.129	48.056	2771	2754	2874	8399	5243	5666	6135	17044	0.44	107.605397	310.018501	60
05/11/2003	11:30:00	129	130	130	48.748	51.655	49.582	3051	3033	3067	9151	5278	5718	6205	17201	0.47	109.003674	312.573505	60
05/11/2003	11:40:00	129	130	130	45.772	48.603	46.759	2350	2353	2366	7069	5191	5631	6100	16922	0.38	110.086245	315.146402	60
05/11/2003	11:50:00	129	130	130	48.366	51.426	49.505	2963	2946	2997	8906	5296	5788	6275	17359	0.45	111.42063	317.721393	59.9
05/11/2003	12:00:00	130	130	130	47.451	50.51	48.361	2753	2737	2857	8347	5296	5753	6222	17271	0.43	112.710747	320.348033	60.1
05/11/2003	12:10:00	130	131	131	48.366	51.197	48.971	2981	2963	3014	8958	5331	5788	6240	17359	0.46	114.0736	322.95207	60.1
05/11/2003	12:20:00	130	131	131	48.9	51.502	49.505	3086	3033	3155	9274	5384	5805	6292	17481	0.47	115.471499	325.543114	60.2
05/11/2003	12:30:00	130	131	131	49.434	52.265	50.268	3016	3016	2787	8819	5384	5840	5714	16938	0.44	116.910051	328.28895	60.1
05/11/2003	12:40:00	130	131	131	47.908	50.739	48.59	2858	2824	2524	8206	5366	5805	5661	16832	0.42	118.215867	330.903523	60
05/11/2003	12:50:00	130	131	131	47.603	50.51	48.208	2735	2684	2401	7820	5384	5840	5644	16868	0.4	119.473382	333.579083	60
05/11/2003	13:00:00	131	132	132	48.366	51.349	49.124	2998	2946	2962	8906	5436	5910	6380	17726	0.45	120.798942	336.189801	60
05/11/2003	13:10:00	131	132	132	46.917	49.518	47.446	2543	2493	2191	7227	5419	5840	5661	16920	0.38	121.942333	338.829761	60.1
05/11/2003	13:20:00	131	132	131	47.908	51.349	48.59	3419	3312	2962	9693	5962	6607	6310	18879	0.49	123.224289	341.308479	59.9
05/11/2003	13:30:00	130	131	131	46.459	49.06	46.912	2420	2353	2419	7192	5349	5788	6205	17342	0.38	124.326909	343.928482	59.9
05/11/2003	13:40:00	130	131	131	46.154	48.984	46.607	2315	2231	2015	6561	5349	5822	5591	16762	0.35	125.390618	346.634751	59.9
05/11/2003	13:50:00	130	131	131	45.849	48.755	46.53	2279	2214	2191	6684	5331	5788	6205	17324	0.36	126.412261	349.227025	60
05/11/2003	14:00:00	131	131	131	45.696	47.916	45.996	2262	2179	1910	6351	5366	5735	5556	16657	0.34	127.454064	351.953094	60.1
05/11/2003	14:10:00	130	130	130	47.298	50.205	47.598	2718	2649	2629	7996	5314	5788	6170	17272	0.42	128.682652	354.580334	60
05/11/2003	14:20:00	130	130	130	47.603	50.358	47.903	2823	2772	2541	8136	5296	5753	5556	16605	0.42	129.976447	357.19894	60
05/11/2003	14:30:00	129	130	130	47.908	51.044	48.285	2893	2841	2489	8223	5296	5788	5556	16640	0.42	131.320223	359.904148	59.9
05/11/2003	14:40:00	130	130	131	47.832	50.739	47.903	2928	2859	2541	8328	5314	5805	5556	16675	0.43	132.675952	362.593137	60
05/11/2003	14:50:00	129	130	130	48.442	50.968	48.514	2963	2894	2681	8538	5296	5718	5504	16518	0.44	134.038817	365.204359	60.1
05/11/2003	15:00:00	129	130	130	48.9	51.426	48.971	3034	2946	2681	8661	5278	5718	5504	16500	0.44	135.427129	367.812335	60.1
05/11/2003	15:10:00	129	130	130	49.053	51.426	49.353	3174	3120	2822	9116	5331	5718	5556	16605	0.46	136.856574	370.388762	60
05/11/2003	15:20:00	129	130	130	47.832	50.586	48.361	2841	2789	2822	8452	5314	5753	6170	17237	0.44	138.140258	372.891079	59.9
05/11/2003	15:30:00	129	130	130	47.451	50.205	47.98	2718	2667	2331	7716	5296	5735	5539	16570	0.4	139.359066	375.447963	60
05/11/2003	15:40:00	129	130	130	50.044	52.952	50.649	3262	3242	3523	10027	5331	5805	6257	17393	0.5	140.86231	378.035915	60
05/11/2003	15:50:00	129	130	130	47.451	50.434	47.827	2806	2754	2436	7996	5243	5735	5504	16482	0.42	142.143979	380.638823	59.9
05/11/2003	16:00:00	129	130	130	45.925	48.908	46.683	2420	2353	2313	7086	5243	5700	6117	17060	0.38	143.214428	383.15612	60
05/11/2003	16:10:00	129	130	130	48.595	51.349	49.2	3051	3016	3085	9152	5314	5753	6222	17289	0.47	144.591657	385.724338	60.1

ANEXO D

Señores **MINCETUR**
 RUC **20504774298**
 Dirección Suministro **CALLE UNO OESTE URB CORPAC S ISIDRO**
 Dirección Cobranza
 Teléfono **2243347**



LUZ DEL SUR

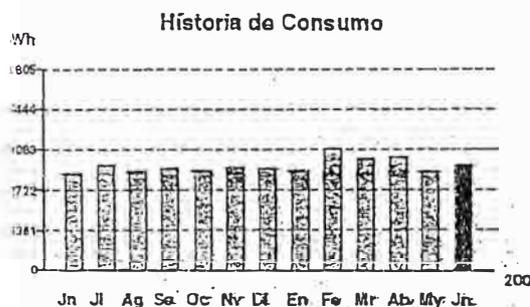
R.U.C. 20331098008
 AV. CANAVAL Y WCREYRA 360 SAN ISIDRO
 TEL. 217-5000

Recibo Nro. **55019413**

consultas su Nro. **411789**
 ministro es :

DATOS DEL SUMINISTRO **DETALLES DE IMPORTES FACTURADOS**

Centro de Servicio **Chacarilla**
 Categoría **30-235-1970** Conexión **Subterránea**
 Tipo de Servicio **BT3** Fecha Emisión **30/06/2003**
 Medidor **C-20** Pot. Conectada **130.00**



Demanda / Consumos de Energía Eléctrica			
Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe
Cargo Fijo			3.88
Mant. y Reposición de Conexión			5.91
Energía Activa Horas Punta	0.1613	20680.00	3,335.68
Energía Activa Fuera Punta	0.1161	100080.00	11,619.29
Energía Reactiva	0.0438	111292.00	4,874.59
Potencia Variable Fuera Punta	46.4000	466.80	21,659.52
SUBTOTAL			41,498.87
Alumbrado Público			101.07
Interés Compensatorio			161.25
Interés Moratorio			2.43
I.G.V.			7,517.45
TOTAL LUZ DEL SUR			49,281.07

ANÁLISIS DE DEMANDA / CONSUMO

Energía Activa (kW.h)			
		Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual	(25/06/2003)	4582.700	20453.100
Lectura Anterior	(25/05/2003)	4531.000	20202.900
Diferencia entre lecturas		51.700	250.200
Factor de Medición		400	400
Consumo a Facturar		20680.00	100080.00

Demanda (kW)			
		Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual	(25/06/2003)	0.862	0.954
Lectura Anterior	(25/05/2003)	0.000	0.000
Diferencia entre lecturas		0.862	0.954
Factor de Medición		400	400
Lectura Registrada		344.800	381.600
Lectura Contratada		130.00	130.00

Energía Reactiva (kVAR.h)			
Lectura Actual	(25/06/2003)	29058.300	
Lectura Anterior	(25/05/2003)	28699.500	
Diferencia entre lecturas		358.800	
Factor de Medición		400	
Lectura Registrada		147520.00	
Consumo a facturar (>30% EA)		111292.00	

Redondeo 0.03

TOTAL A PAGAR S/. *49,281.10**

VENCIMIENTO 15-JUL-2003

MENSUAL AL CLIENTE

Frecuencia **0287**
 Suministro **0411789 1**
 Vencimiento **15-JUL-2003**
 Categoría **30-235-1970**

Total a Pagar SJ *****49,281.10**



ANEXO E

Las fotos que se muestran a continuación reflejan el estado actual de las Instalaciones Eléctricas del Edificio de la Sede Central del MINCETUR.

Fotos N° 01 y 04: Tablero general tipo autosoportado, modular compuesto de seis módulos.

Fotos N° 02 y 03: Vista interior del Tablero General, platinas de cobre de 100x10 mm.

Fotos N° 05 y 07: Cable alimentador ingresando al tablero general.

Foto N° 06: Módulo N°1 donde se aloja el Interruptor General.

Fotos N° 09 y 10: Vista interior del tablero general donde se aprecia los interruptores termomagnéticos que alimentan a los pisos del edificio.

Foto N° 11: Módulo N°3 del tablero general.

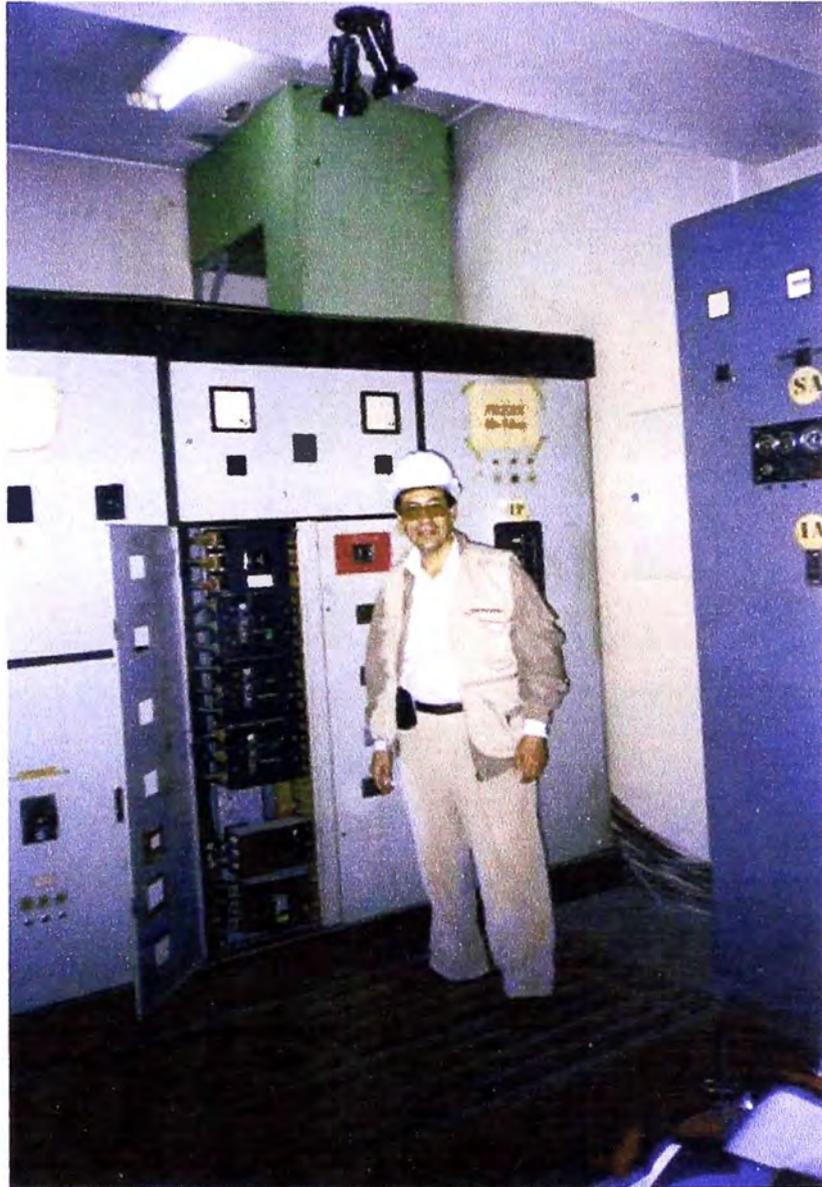
Foto N° 12: Módulo N°5 del tablero general, el Interruptor Termomagnético ubicado en la parte inferior recibe la energía del grupo electrógeno para las cargas de emergencia.

Foto N° 13: Módulo N°6 del tablero general.

Foto N° 14 y 14A: Transformadores de Luz del Sur.

Foto N° 15 y 15A: Grupo electrógeno.

Fotos N° 16, 17 y 18: Montantes y cajas de pase para derivaciones a los pisos.



TABLERO GENERAL

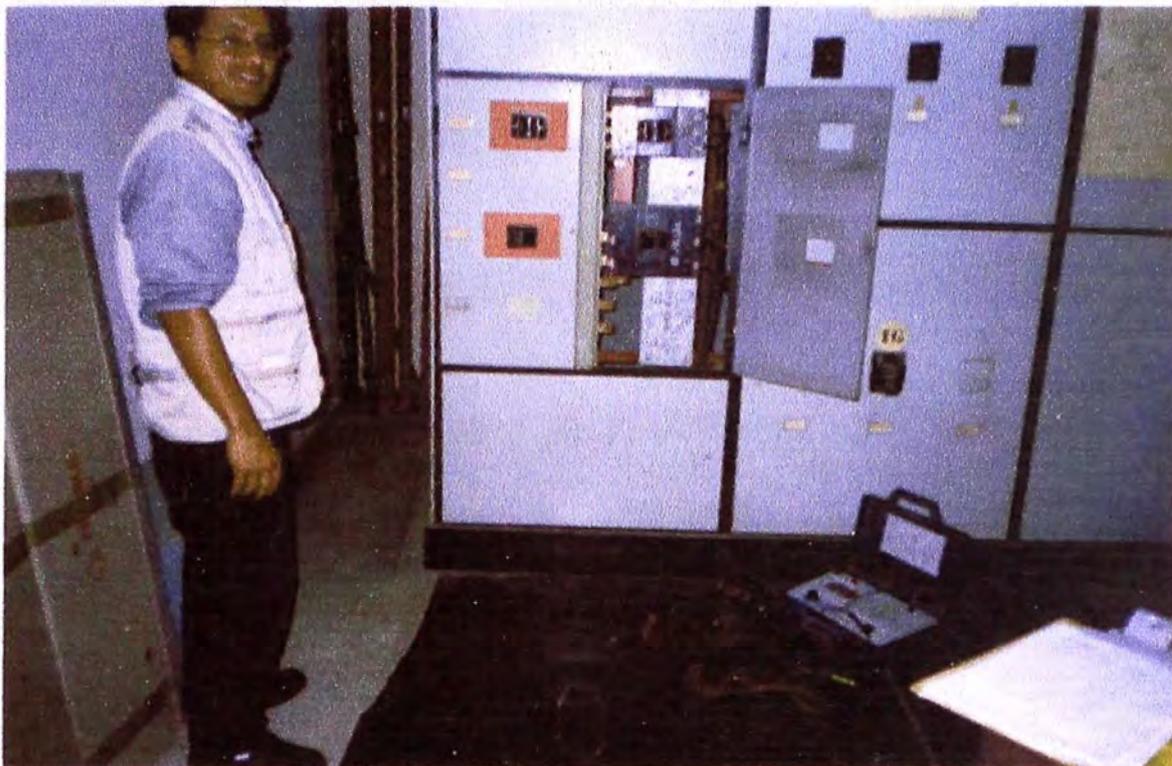


FOTO N° 01

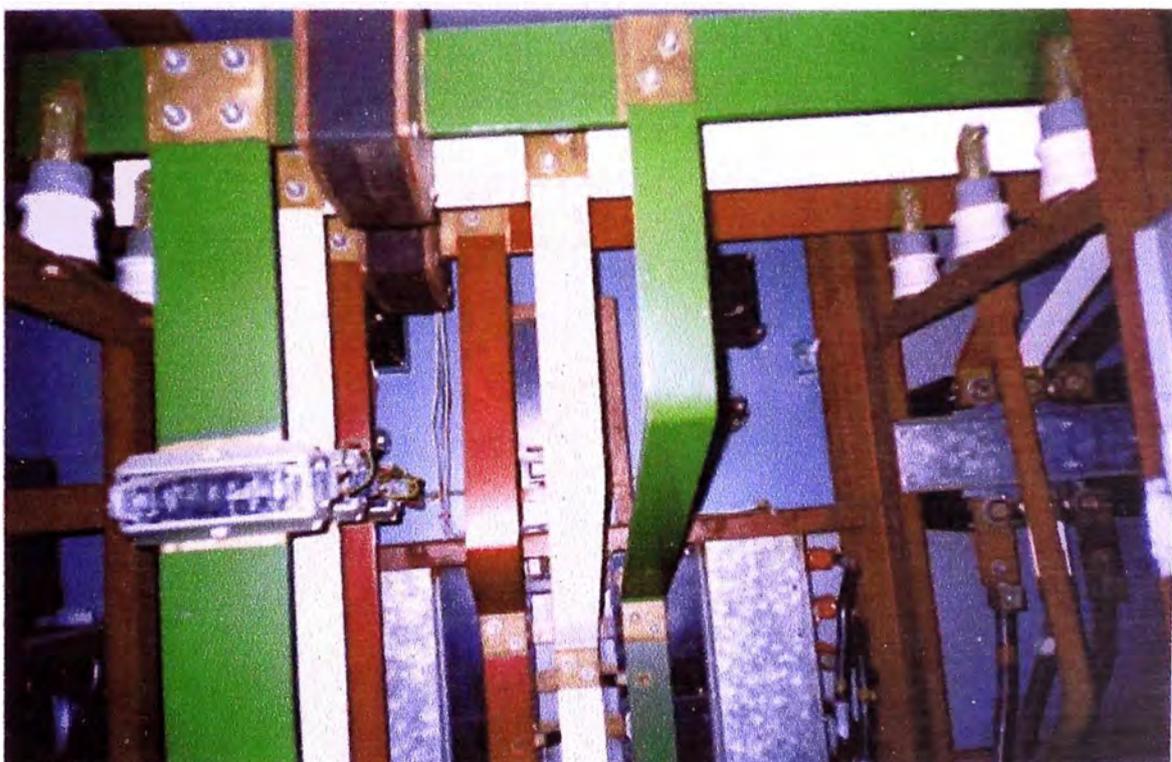


FOTO N° 02

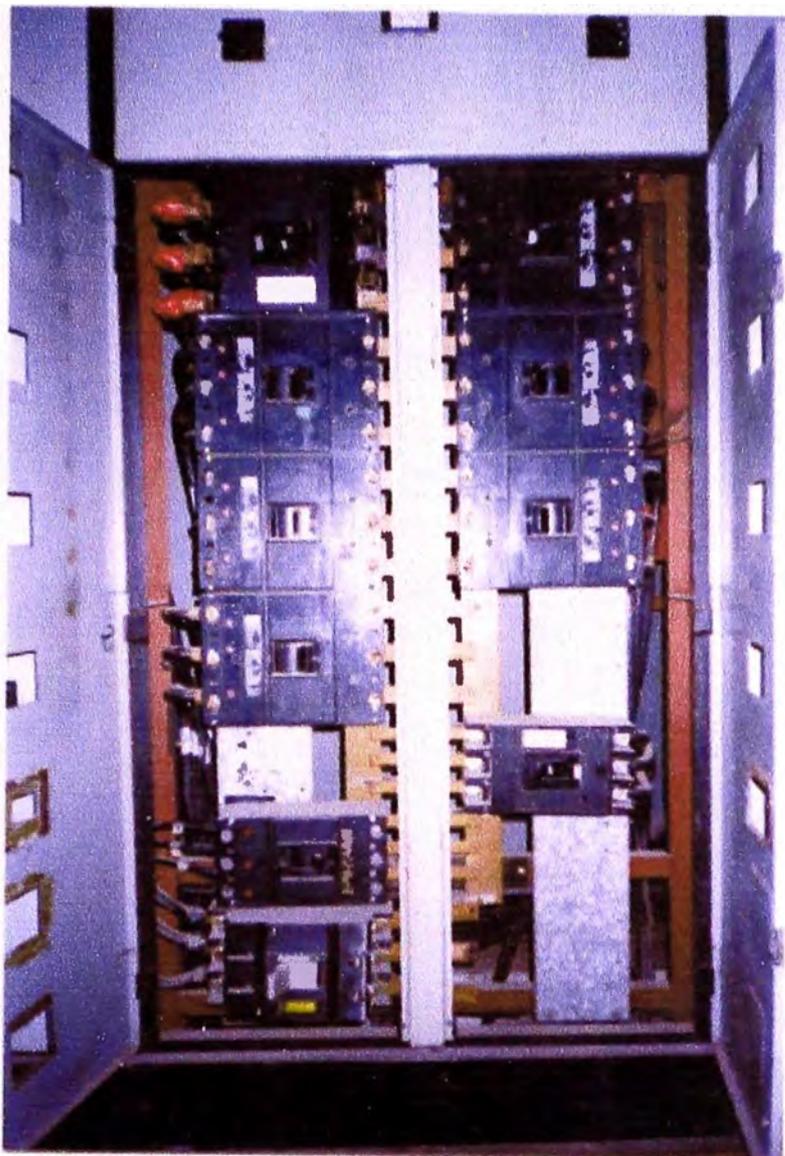


FOTO N° 03



FOTO N° 04

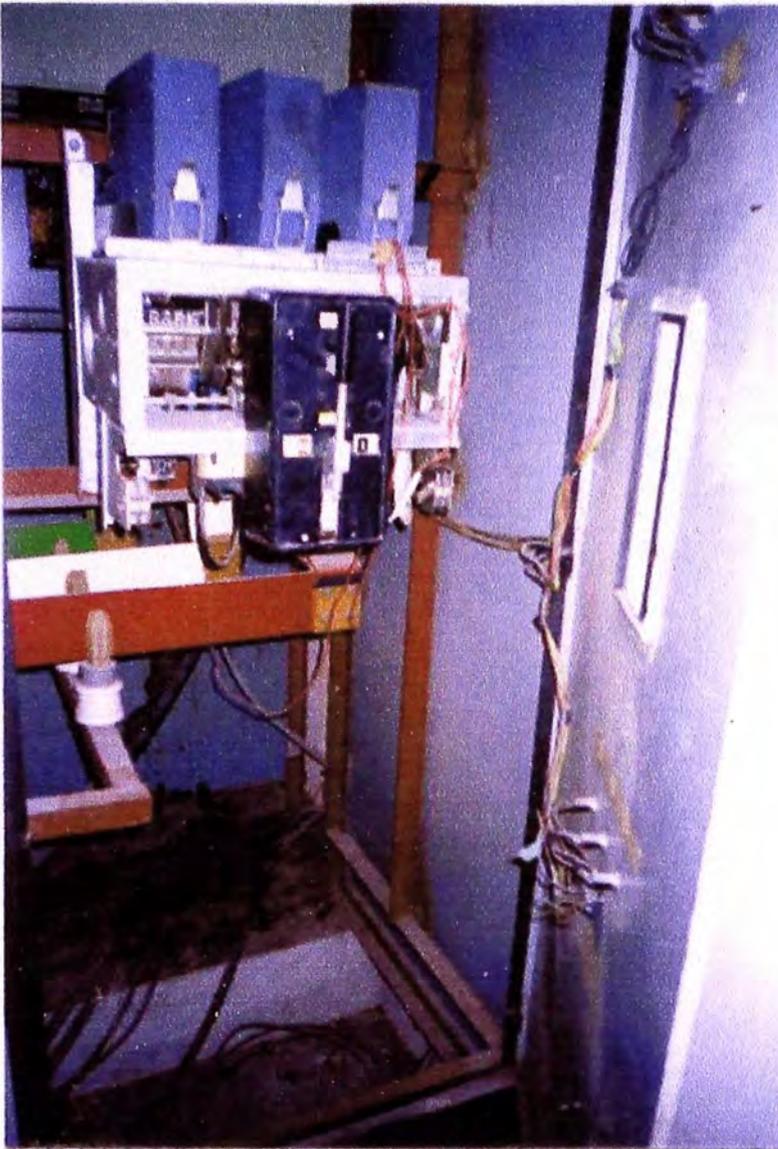


FOTO N° 06



FOTO N° 05

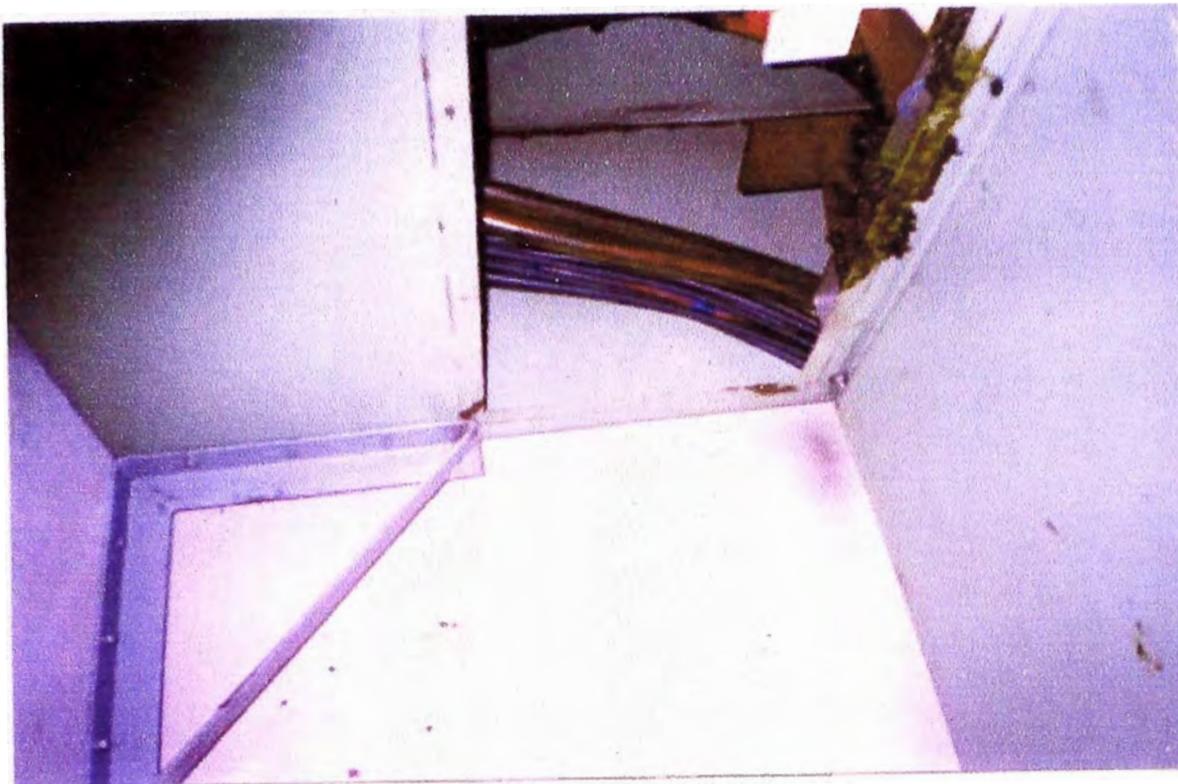


FOTO N° 07



FOTO N° 08

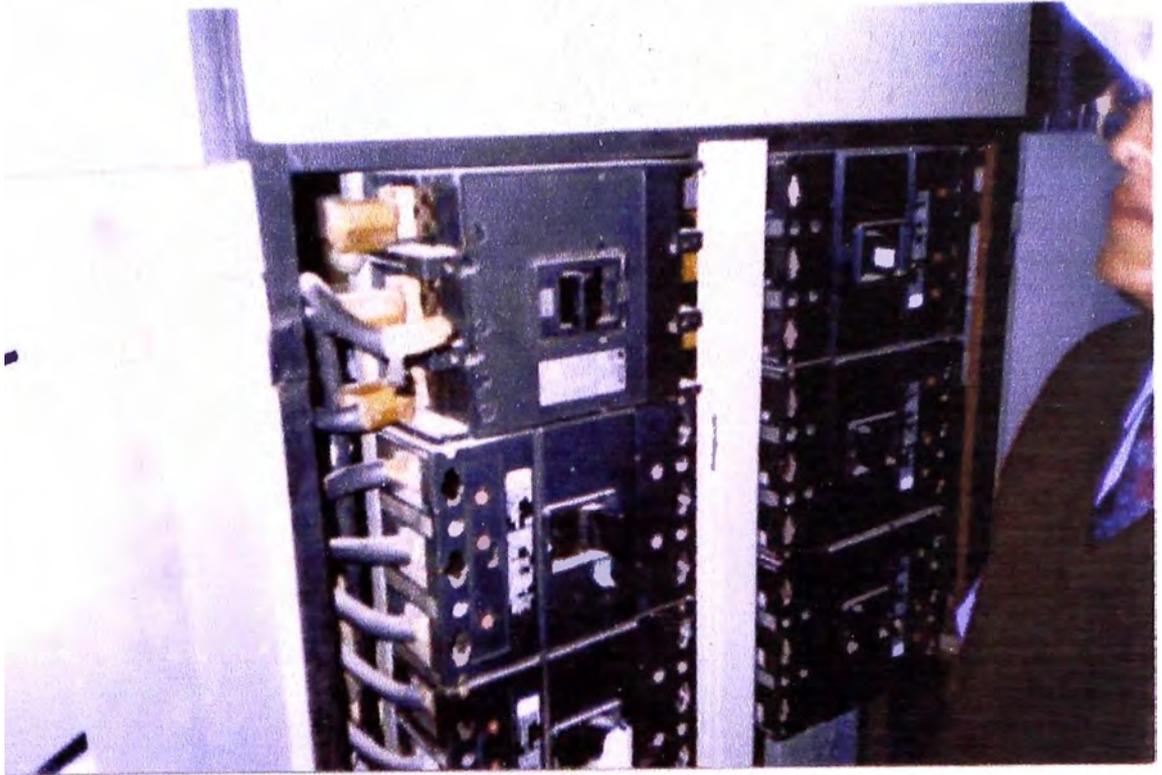


FOTO N° 09



FOTO N° 10



FOTO N° 11



FOTO N° 12

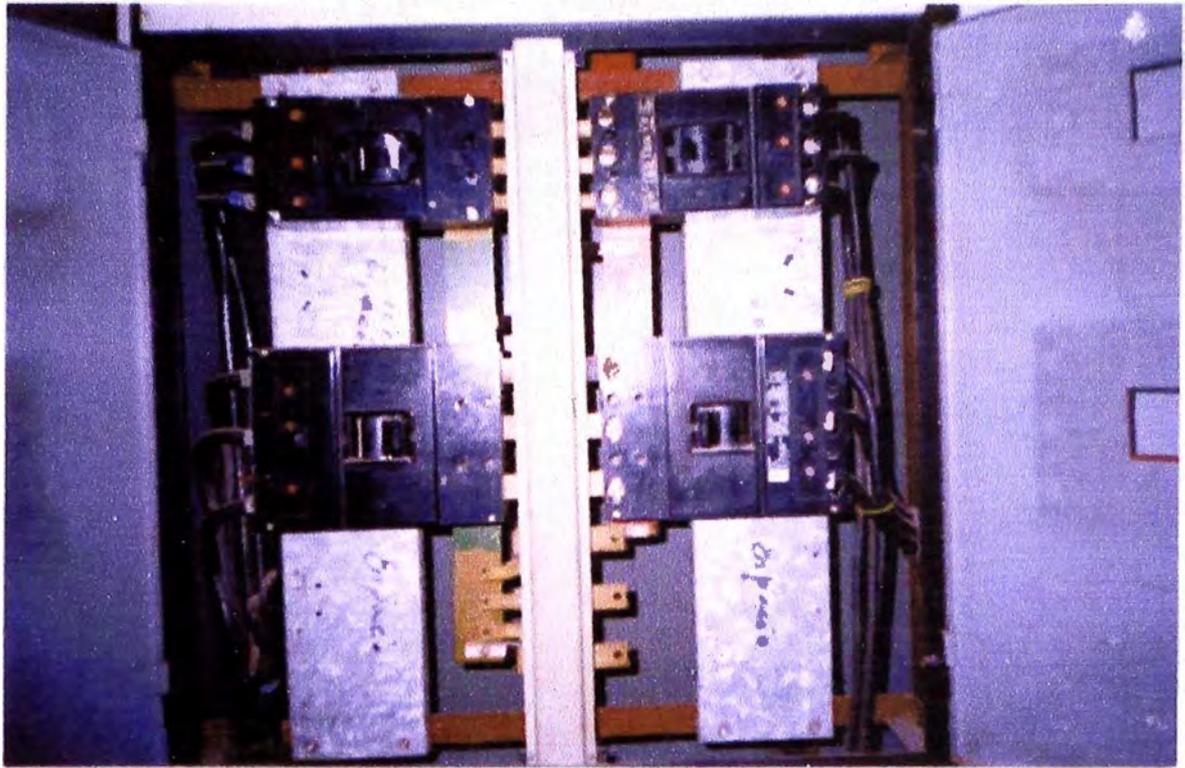


FOTO N° 13

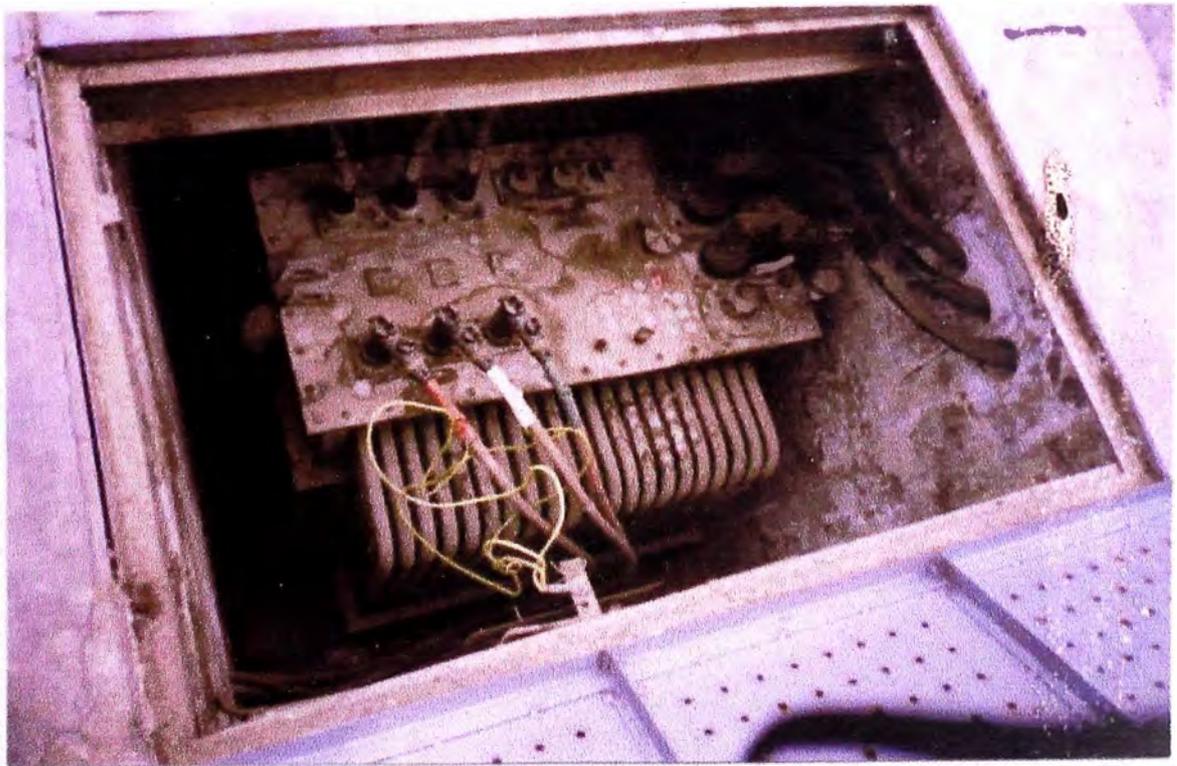


FOTO N° 14

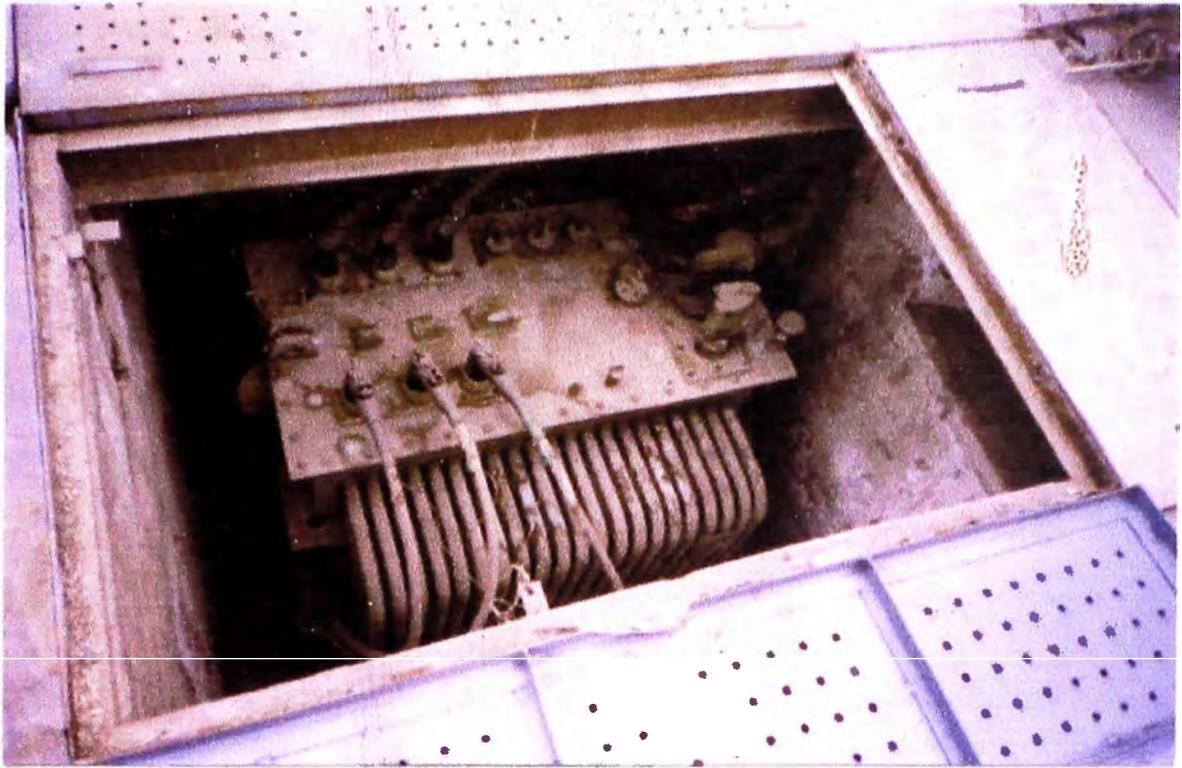


FOTO N° 14A

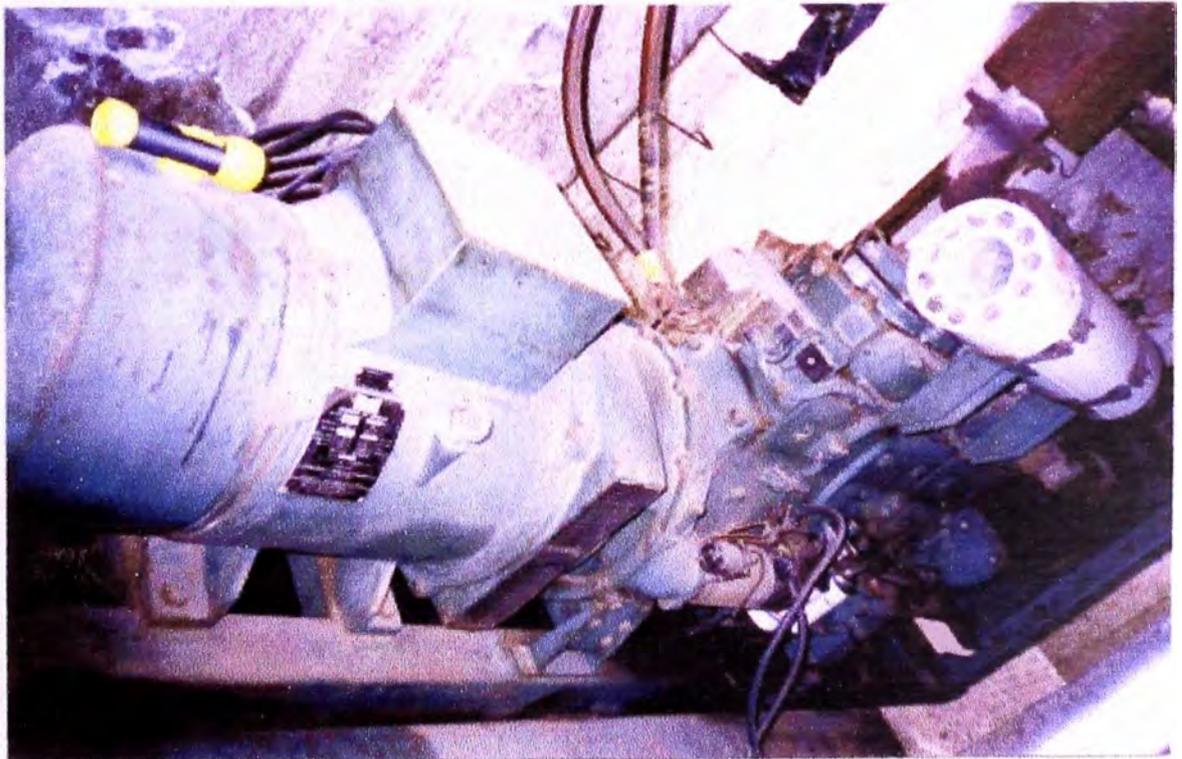


FOTO N° 15

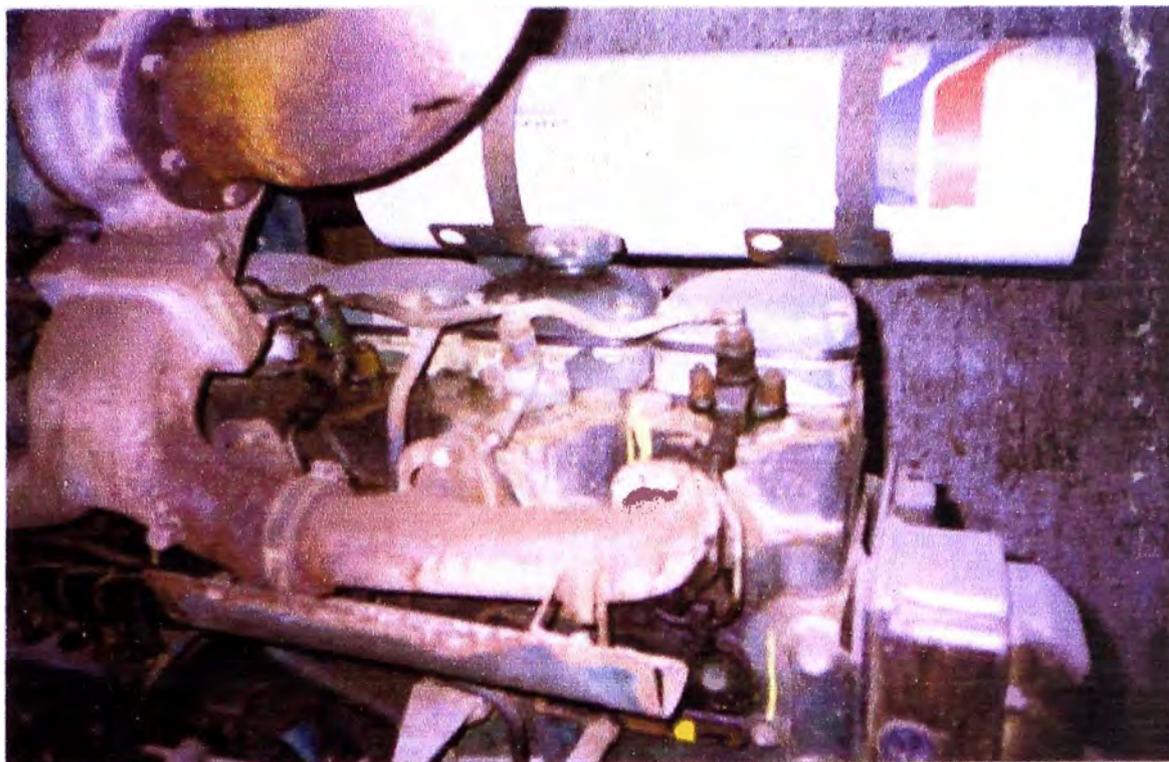


FOTO N° 15A



FOTO N° 16

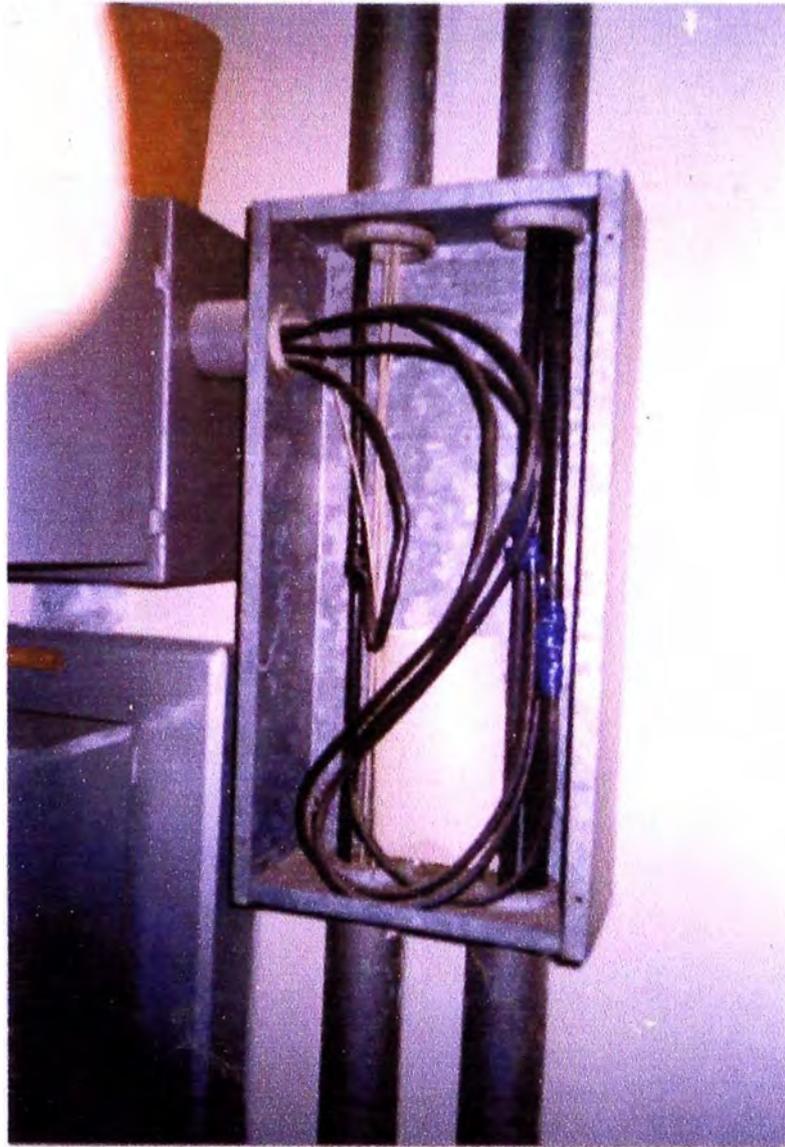


FOTO N° 17

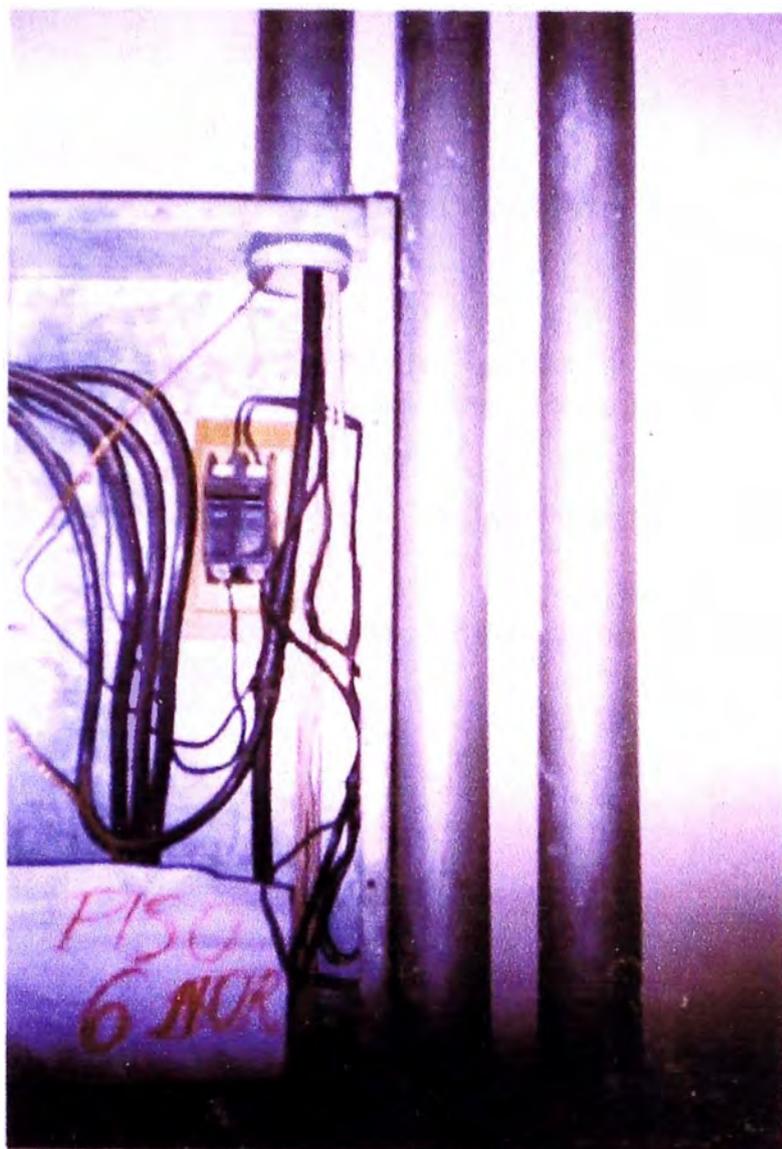


FOTO N° 18

BIBLIOGRAFÍA

1. Jesús Guerrero, Strachan Carrillo y Benigno Pérez Carrillo. "Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión" Ed. Thomson-Paraninfo, 2, 004.
2. Ministerio de Energía y Minas. "Eficiencia Energética" Primera Edición, 1996.
3. J. Balcells "Calidad y Uso Racional de la Energía Eléctrica" Ed. CIRCUTOR, 2000-2001.