

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN  
DE GRUPOS ELECTRÓGENOS DE 1000KW  
EN HORAS PUNTA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR FL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**ALFREDO PEDRO PAREDFS RODRÍGUEZ**

**PROMOCION  
1980 - I**

**LIMA- PERÚ**

**2006**

**EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA  
UTILIZACIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO DE 1000KW  
EN HORAS PUNTA.**

A mi esposa y mis hijos que  
son la razon de mi  
existencia.

## SUMARIO

El objetivo del presente Informe de suficiencia profesional, es analizar y desarrollar como una alternativa, para reducir los costos operativos de una Planta Industrial, el suministro de energía eléctrica por medio de Grupos Electrónicos.

La condición actual del pago, de un determinado cliente, por el Consumo de Energía Eléctrica a las Empresas Concesionarias de Electricidad, ha obligado a las Plantas Industriales y otros, a prestar atención al autoabastecimiento eléctrico con Grupos Electrónicos.

Para ello se toma en cuenta el costo total del uso de Grupos Electrónicos, que incluyen el costo de inversión, operación y mantenimiento.

Por lo tanto, es muy importante la óptima selección del Grupo Electrónico, que en éste caso será de 1000KW, así como también su correcta instalación, ya que ambos son factores que influyen grandemente en un rendimiento confiable, y finalmente dar un correcto y adecuado servicio de mantenimiento al Grupo Electrónico para que sea eficiente y tenga una expectativa de vida larga y sin problemas.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>CAPITULO I</b>	
<b>EVALUACION TÉCNICA</b>	3
1.1 Curva de demanda o lectura de energía Según factura ( diagrama de carga)	3
1.2 Especificaciones técnicas de los grupos electrógenos de 1000KW	4
1.3 Selección correcta de los grupos electrógenos DE 1000 KW	7
1.4 Instalación electromecánica de grupos Electrógenos DE 1000 KW	
Tablero de transferencia	11
1.5 Tablero de control, protección, paralelo y de transferencia	21
1.6 Puesta en servicio de grupos electrógenos de 1000 kw	24
1.7 Operación y mantenimiento de grupos electrógenos DE 1000 KW	33
<b>CAPITULO II</b>	
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>	38
2.1 Situación actual	38
2.2 Costo de la utilización de un grupo electrógeno	38
2.3 Ahorro del costo de energía en horas punta	41
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	43

<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>
ANEXO A: CUADRO RESUMEN DE FACTURAS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA Y POTENCIA CONTRATADA DE LA PLANTA INDUSTRIAL (AÑO 2001). ADJUNTA FACTURACIÓN	
ANEXO Nº B: TABLAS	
ANEXO Nº C: PLANOS	
ANEXO Nº D: FIGURAS	
ANEXO E: COTIZACIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO CATERPILLAR MODELO 3512, 1,000 KW, 230 V., 1,800 RPM	
BIBLIOGRAFÍA	<b>84</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia Profesional tiene por finalidad, hacer un estudio para reducir los costos operativos por el uso de energía eléctrica de una Planta Industrial, utilizando Grupos Electrónicos en Horas Punta, y, así poder compensar en parte el pago de las Tarifas Eléctricas de la Empresa Concesionaria de Electricidad.

Para la realización de este Informe de Suficiencia, se han considerado la utilización de tres (03) grupos electrónicos CATERPILLAR, Modelo 3512, de 1000 KW y 220 Voltios cada uno.

La firma representante en el Perú es: FERREYROS S.A.A., quien nos proporcionó la información técnica necesaria para obtener los fundamentos básicos de éstos grupos electrónicos en lo relacionado a sus características técnicas y costos de suministro, operación y mantenimiento. Así como también la información necesaria para el cálculo del costo de la instalación electromecánica de estos grupos electrónicos.

La Planta Industrial en estudio ha visto incrementado su costo de operación por los altos costos del uso de electricidad en Horas Punta, reduciendo su margen de utilidad ya que no pueden elevar el Valor Venta de su producto porque dejarían de ser competitivos y saldrían fuera del mercado. Por tal motivo y de acuerdo al estudio que se ha desarrollado en éste Trabajo, se recomienda la utilización de tres (03) grupos electrónicos para tal fin. Se ha considerado la información existente que tiene la Planta Industrial en estudio, así como también la del proveedor de los grupos electrónicos, debido a que en una situación de tarifas altas en Horas Punta, el interés por éste tema es mayor, por lo que éste Trabajo aspira a contribuir con las Plantas Industriales con el Ahorro de Energía usando convenientemente en determinadas horas del día tanto la energía Eléctrica del Concesionario como la de los Grupos Electrónicos, con el consiguiente Beneficio Económico para la Planta Industrial.

El presente Informe de Suficiencia contiene dos capítulos bien definidos:

En el primer capítulo denominado Evaluación Técnica, se analiza los datos de Consumo de Energía de la Planta Industrial en estudio (obtenidos de las 12 facturas del año 2001 emitidas por el Concesionario de Electricidad), y se elabora el Diagrama de Carga respectivo. Asimismo, con el Diagrama Unifilar Eléctrico de la Planta y el Plano de Ubicación de los Grupos Electrónicos, se procede a elaborar las especificaciones

técnicas y a seleccionar y definir correctamente los grupos electrógenos de 1000 KW, así como al Tablero de Transferencia y las Instalaciones Electromecánicas respectivas.

En el segundo capítulo, denominado Evaluación Económica, como ya tenemos definidos todos los equipos e Instalaciones Electromecánicas a utilizarse, procedemos a calcular e integrar los siguientes costos:

Costo de los grupos electrógenos.

Costo del Tablero de Transferencia.

Costo de la Instalación Electromecánica de los grupos electrógenos.

Costo de Operación y Mantenimiento de los grupos electrógenos.

Luego, analizamos y comparamos el costo de energía eléctrica en Horas Punta utilizando los grupos electrógenos de la Planta, con el costo de la energía eléctrica consumida de la empresa concesionaria de electricidad.

El resultado de este análisis confirmará que usando racionalmente la energía eléctrica, es conveniente la utilización de grupos electrógenos de 1000 KW en Horas Punta para una Planta Industrial.



## **CAPITULO I EVALUACIÓN TÉCNICA**

### **1.1 Curva de demanda según lectura del consumo de energía en la factura del concesionario ( diagrama de carga)**

En la Tabla N° 1.1 del ANEXO A adjuntamos Cuadro Resumen de todas las facturas del Concesionario de energía correspondientes a los meses de Enero a Diciembre del 2001 y copia de sus facturas respectivas, para la Planta Industrial.

De acuerdo a éstas facturas, se obtiene la información siguiente:

Tarifa : LIBRE

Potencia Máxima Contratada : 4,000 (Ene) a 4,200 (Dic) KW

Potencia Contratada Horas Punta : 2,800 KW

Energía Activa en Horas Punta : 267,432 (Ene) a 223,712 (Dic) Kw-h

Para la elaboración del presente Informe de Suficiencia, tomaremos en adelante los datos correspondientes al Consumo de Energía Activa y Potencia Contratada en Horas Punta con sus respectivos Precios Unitarios de todos los meses del año 2001 (ver TABLA N°. 1.1, del ANEXO A).

El horario de Consumo de Energía de la Planta Industrial en Horas Punta es: 18.30 p.m. a 21.00 p.m., ó sea 2.5 horas por día, y, 26 días al mes.

Asimismo, tener presente que la MULTA POR EXCESO DE POTENCIA es:

MULTA = TARIFA (Precio Unitario) X 03 VECES, es decir si nos excedemos en la Potencia Contratada de 2,800 KW, el precio unitario de los KW de exceso multiplicarían X 3 el Precio Unitario de la tarifa de hora punta.

Hacemos notar también que los montos con que trabajaremos en éste Informe de suficiencia son Valores de Venta, los cuales no incluyen el Impuesto General a las Ventas (I.G.V.).

#### **1.1.1 Diagrama unifilar del sistema eléctrico de fuerza.**

En el ANEXO C adjuntamos el Diagrama Unifilar Eléctrico (Plano N° EG.122.01) en donde se realizaron las medidas del Consumo de Potencia y Energía de la Planta Industrial.

## 1.2 Especificaciones técnicas de grupos electrógenos de 1000 KW, 220 V, 60 Hz.

El Grupo Electrónico está compuesto básicamente por un Motor Diesel, un Generador de Corriente Alterna y un Tablero de Control.

El Motor Diesel convierte la energía del combustible en Energía Mecánica, el Generador convierte la Energía Mecánica en Energía Eléctrica, la cual es Controlada por el Tablero de Control.

### 1.2.1 Motor Caterpillar Modelo 3512

- Posenfriador.
- Filtro de Aire, Servicio normal.
- Respiradero del cárter.
- Enfriador del aceite lubricante.
- Conexión y brida de escape.
- Filtros, lado derecho: Combustible y aceite lubricante
- Caja de volante SAE 00: Rotación estándar
- Regulador de control de velocidad electrónico 2301A con activador EG10P.
- Múltiple de escape seco.
- Colector del Cárter, pando.
- Bombas de:
  - Transferencia de Combustible.
  - Aceite lubricante, con mando de engranajes.
  - Agua de las camisas, con mando de engranajes.
- Radiador.
- Rieles de montaje.
- Cierre manual.
- Arranque eléctrico de 24 VCC.
- Turboalimentadores.
- Amortiguador de vibraciones.
- Tipo : diesel enfriado por agua.
- Cilindrada : 51.8 litros (3,158 pulg<sup>3</sup>)
- Regulación de compresión : 13.5:1
- Ciclo : 04 tiempos.
- Cilindros : 12 en V
- Calibre : 170 mm (6.7 pulg.)
- Carrera : 190 mm (7.5 pulg)

### 1.2.2 Generador Caterpillar SR4

Tipo : Excitador sin escobillas de inductor giratorio y estado sólido. Construcción : De un cojinete, acoplamiento directo.

Fases : 03, conexión en estrella.

Aislamiento: Clase F con tropicalización y antiabrasión. Cubierta a prueba de goteo IP22.

Capacidad de sobreaceleración : 150%

Desviación de onda : menos del 5%

Capacidad de funcionamiento en paralelo : estándar con caída de voltaje ajustable.

Regulador de Voltaje : Detección de tres fases con voltios/Hz, tipo VR3

Regulación de voltaje : menos de ½ %

Aumento de voltaje : Ajustable para compensar la caída de velocidad del motor y pérdida de línea.

Factor de influencia telefónica : menos de 50.

Factor de distorsión armónica : Menos del 3 %

Voltaje disponible (60 Hz.) : 139/240, 277/480, 380, 4160, 346/600 voltios.

Para otros voltajes consultar a Caterpillar. Es necesario reducir la potencia para algunos voltajes.

### 1.2.3 Tablero de control electrónico modular CAT

El panel de control electrónico modular EMCP es un tablero de control montado en el generador, aislado de vibraciones, cubierta NEMA 1, a prueba de goteo IP22. Utiliza módulos de microprocesadores, sellados al medio ambiente, de estado sólido para control del motor y dosificación de corriente alterna.

El tablero de control electrónico modular proporciona éstas características estándar de control y monitoreo:

- Control automático/manual de arranque/parada del motor con cierres de seguridad programables y sus correspondientes indicadores de diodos luminiscentes (LED) para Baja Presión de Aceite, Alta Temperatura del Refrigerante, exceso de Giros de Arranque, Aceleración excesiva y Parada de Emergencia.
- Giro cíclico del motor, periodos de giro/reposo ajustables de 01 a 60 segundos.
- Cronorruptor de enfriamiento, ajustable de 01 a 30 minutos.
- Excitado para hacer funcionar ó cerrar los sistemas de control de combustible.
- Indicador digital LED para: presión de aceite del motor, régimen del motor, temperatura del refrigerante, VCC del sistema, horas de servicio del motor, ocho códigos de diagnóstico del motor, voltaje de Corriente Alterna del generador, intensidad de Corriente Alterna del generador, y, frecuencia del generador.

- Interruptor de control del motor.
- Interruptor selector de fases Amp/Volt
- Botón de parada de emergencia.
- Interruptor de prueba de indicadores del tablero.
- Potenciómetro de ajuste de voltaje.
- Armario tipo NEMA 1/ IP22.

#### **1.2.4 Datos técnicos grupo electrógeno CAT 3512, 60 Hz, 220 V, 1800 RPM**

Potencias:

Régimen del motor	1800 RPM
Factor de potencia de 0.8 con ventilador	1010 KW
Factor de potencia de 0.8 con ventilador	1262 KVA
HP del motor con ventilador	1475 HP

Dimensiones del grupo electrógeno:

Longitud	5148 mm
Ancho	2092 mm
Altura	2459 mm
Peso de embarque	10715 Kg
Calibre del generador	687

Sistemas de lubricación y enfriamiento:

Aceite lubricante del motor, capacidad	348 litros
Refrigerante, capacidad con radiador	320 litros
Conjunto de radiador estándar:	
Caudal de aire (máximo al régimen indicado)	1750 m <sup>3</sup> /min
Restricción del caudal de aire (después del radiador)	0.12 Cha
Temperatura del aire ambiente (TMI)	46°C

Sistema de escape:

Resistencia al escape (máxima permisible)	6.7 Cha
Tamaño de la brida de escape (diámetro interior)	203 mm

Funcionamiento en condiciones de clasificación:

Consumo de combustible (carga del 100%)	272.8 lt/h
c/ventilador	
Consumo de combustible (carga del 75%)	
c/ventilador	209.2 lt/h
Consumo de combustible (carga del 50%)	
c/ventilador	150.2 lt/h
Caudal del aire de admisión de combustión	98.9 m <sup>3</sup> /min.
Caudal de gases de escape	250 m <sup>3</sup> /min
Calor absorbido por el refrigerante (total)	670 KW
Calor absorbido por el escape (total)	1100 KW
Radiación del calor del motor a la atmósfera	118 KW.
Radiación del calor del generador a la atmósfera	56 KW.
Temperatura del tubo de escape	479 °C

Reducción de potencia del motor:

Altitud: 3% por cada 305 m (1000 pies), por encima de	1450 m
Temperatura: 1.9% por cada 5.5 AC (10°F), por encima de	55 °C

### 1.3 Selección correcta de los grupos electrógenos de 1000 KW

#### 1.3.1 Aplicación o uso

Tenemos 02 aplicaciones bien definidas:

- Grupo Electrónico para Emergencia, cuya aplicación es estrictamente suplir energía cuando falla la red comercial.
- Grupo Electrónico para Servicio Eléctrico Continuo, cuya aplicación es para los casos en que la única fuente de energía lo constituye el Grupo Electrónico.

#### 1.3.2 Ratings o aplicación de potencia

Los fabricantes establecen ciertos "RATINGS" ó clasificación de potencias de sus motores, que en alguna medida tienen que ver con su aplicación.

Como ejemplo: en motores industriales existen los RATINGS ó POTENCIAS (para un mismo motor)

- MÁXIMA
- INTERMITENTE
- CONTINUA

Con las definiciones siguientes:

**POTENCIA MÁXIMA:** Es la potencia y velocidad (RPM) que puede entregar el motor, máximo en 05 minutos.

**POTENCIA INTERMITENTE :** Es la potencia y velocidad que puede entregar el motor, máximo en 01 hora.

**POTENCIA CONTINUA :** Es la potencia y velocidad que puede entregar el motor, sin interrupciones del ciclo de carga

Para el caso de Grupos Electrónicos CATERPILLAR, estos "RATINGS" ó CLASES DE POTENCIA, que los fabricantes especifican son :

POTENCIA STAND BY

POTENCIA PRIME

POTENCIA CONTINUA

Como ejemplo el motor CATERPILLAR 3512 tiene 03 RATINGS DE POTENCIA:

- POTENCIA STAND BY : 1100 KW a 1800 RPM
- POTENCIA PRIME : 1000 KW a 1800 RPM
- POTENCIA CONTINUA : 790 KW a 1800 RPM

¿Qué "RATING" debemos usar para suplir la falta de energía por racionamiento ó cortes?

Nuestra aplicación será "emergencia" pero no necesariamente debemos usar un RATING "STAND BY". Veamos por qué?

Según definiciones y hojas de especificaciones, la potencia STAND BY especificada de un Grupo Electrónico es aplicable para suplir a Empresas concesionarias de energía eléctrica, sin capacidad de sobrecargas durante el tiempo que dure la falta de energía.

La potencia PRIME es aplicable al servicio eléctrico continuo, cargas variables y capacidad de 10% de sobrecarga (01 hora máximo).

La potencia CONTINUA es aplicable al servicio eléctrico continuo, cargas constantes sin capacidad de sobrecarga.

Para poder definir el mejor RATING adecuado, se establece el cuadro 1.1.

**Cuadro 1.1: RATING de grupos electrógenos.**

	STAND BY	PRIME	CONTINUO
Factor de carga	60% ó menos	60% a 70%	70% a 100%
Horas anuales	500 ó menos	sin limite	sin limite
Tipo de carga	Variable	Variable	Constante
Carga max. típica	80%	100%	100%

En nuestro caso, los Grupos Electr6genos necesariamente deben ser PRIME 6 CONTINUO.

El Factor de Carga es el criterio t6cnico para tomar la decisi6n de una potencia PRIME 6 CONTINUA. El Factor de Carga (Fc) se define como la carga media (KWm) dividida entre la capacidad del Grupo Electr6geno (KWge) X 100 :

$$F_c = (KW_m / KW_{ge}) \times 100 \quad (1.1)$$

Ejemplo: Si la carga media es KWm= 650 KW y el Grupo Electr6geno es de 1000 KW, entonces:

$$F_c = (650/1000) \times 100 = 65\% \quad (1.2)$$

Este seria un caso t6pico para un Grupo Electr6geno "PRIME".

### 1.3.3 RPM vs. horas de uso anual/ vida esperada del grupo electr6geno/ inversi6n anual.

Una vez definida la APLICACI6N y el RATING, nos encontramos con el problema siguiente: Suponiendo que nuestra necesidad sean Grupos Electr6genos de 1000 KW, "PRIME", se presentan las alternativas siguientes de Grupos Electr6genos:

- 1000 Kw. PRIME a 1800 RPM, cuyo precio es de US\$ 170,000
- 1000 KW PRIME a 1200 RPM. cuyo precio es de US\$ 300.000
- 1000 KW PRIME a 900 RPM, cuyo precio es de US\$ 600.000

En este punto para tomar una decisi6n es necesario considerar los criterios siguientes:

(a) La vida esperada de los motores DIESEL puede estimarse, hasta la PRIMERA REPARACI6N ANTES DE LA FALLA (RAF) :

900 / 720 RPM	40,000 Horas
1,200 RPM	20,000 Horas
1,800 RPM	10,000 Horas

(b) Si consideramos "econ6mico" reparar un motor 02 6 03 veces ( luego de 03 Reparaciones puede ser necesario cambiar componentes mayores), el criterio de 6stas reparaciones es "Reparaci6n antes de la falla" (RAF) 6 sea el cambio de componentes que se desgastan normalmente como anillos, metales, v6lvulas, guías, asientos, pistones.

Podemos afirmar entonces que el POTENCIAL DE VIDA para un Grupo Electr6geno es:

**Cuadro 1.2: Vida de un grupo elect6geno.**

PARA RPM	CON 01 RAF	CON 02 RAF	CON 03 RAF
900/720	80,000 hrs	120,000 hrs	160,000 hrs
1,200	40,000 hrs	60,000 hrs	80,000 hrs
1,800	20,000 hrs	30,000 hrs	40,000 hrs

Considerando los criterios (a) y (b) y añadiendo las HORAS DE USO ANUAL. Podemos elaborar el cuadro siguiente (en años)

#### Potencial de vida útil (años) con 02 RAF

HORAS VIDA	120,000	60,000	30,000	
RPM	900	1,200	1.800	HORAS/AÑO
	120	60	30	1,000
	60	30	15	2,000
	40	20	10	3,000
	30	15	07	4,000
	24	12	06	5,000
	20	10	05	6,000
	17	08	04	7,000
	15	07	03	8,000

Como conclusión y analizando las dos columnas extremas, podemos decir:

- En el caso de bajas horas de utilización (emergencia) los motores de 1,800 RPM ofrecen un potencial de vida aceptable.
- En el ejemplo con 1,000 horas de uso al año y solo 02 RAF tenemos 30 años de energía disponible.
- En el caso de elevadas horas de uso anual (servicio eléctrico continuo), los motores "lentos" de 900/720 RPM representan la mejor alternativa sin dejar de considerar a los de 1,200 RPM.
- La decisión final depende de factores como:
  - Duración del Proyecto.
  - Disponibilidad del Efectivo.
  - Extender al máximo las reparaciones.
  - Inversión anual media.

#### 1.3.4 Selección inicial de los grupos electrógenos

Realizados los pasos previos y de la Tabla N° 1.1 CUADRO RESUMEN DE FACTURAS DEL CONSUMO DE ENERGIA Y DEMANDA del Anexo A, estamos en la posibilidad de realizar la primera aproximación a la selección del Grupo Electrónico:

GRUPO	ELECTRÓGENO DIESEL
RATING	PRIME
RPM	1,800
KW.	1,000
HZ	60



VOLTIOS	240
FASES	03
OTROS	Refrigerado por agua, 04 tiempos, etc.

## **1.4 Instalación electromecánica de grupos electrógenos**

### **1.4.1 Base de cimentación**

Las principales funciones de la base son:

- Soportar el peso total del grupo electrógeno.
- Mantener la alineación entre el motor, el generador y los accesorios.
- Aislar las instalaciones próximas de las vibraciones que produce el Grupo Electrónico.

### **1.4.2 Peso sobre el suelo**

El peso total del grupo electrógeno, listo para trabajar, y la resistencia del suelo ó material donde se va a apoyar, son aspectos muy importantes de la instalación que deben ser considerados desde el principio.

Se debe calcular el peso total de toda la instalación. Esto incluye los accesorios y el peso de todos los líquidos ( refrigerante, aceite y combustible)

El material sobre el cual descansa la base tiene que soportar el peso total.

Un suelo firme y a nivel como grava ó roca suministra una base satisfactoria para un grupo electrógeno de un solo cojinete. Este tipo de base se puede usar donde la capacidad del material para soportar peso excede la presión ejercida por el peso de la instalación, y donde la alineación con otros equipos no es importante.

Algunos tipos de suelo, tales como arcilla fina, arena suelta, ó bien arena cerca del nivel de agua del suelo son muy inestables bajo cargas dinámicas, por lo cual la base tendrá que ser de una superficie mucho mayor. La información específica referente a la resistencia del suelo se puede obtener localmente, y no deben excederse las normas establecidas para la construcción local.

Se debe ajustar la resistencia del suelo, especialmente, el área donde van los soportes en que se apoya la carga. Para determinar la presión (P) que ejerce el grupo electrógeno, se divide el peso total (W) entre el área de superficie total de los rieles, ó soportes en que se apoya el grupo electrógeno ( ver fig. 01 de ANEXO D).

La presión impuesta por el peso del grupo electrógeno debe ser inferior a la resistencia del material que se usa de base.

Cuadro 1.3: Capacidad para soportar carga.

Material	Carga segura (lb/pulg <sup>2</sup> )	Carga segura (lb/pulg <sup>2</sup> )
Roca, tierra endurecida		70
Arcilla dura, grava y arena gruesa		56
Arena semifina suelta y arcilla semifina		28
Arena fina suelta		14
Arcilla ablanda		0-14

En aquellos casos en que el área de los rieles de soporte es insuficiente para el sitio en que se va a instalar el grupo electrógeno, se pueden usar unas almohadillas de flotación para distribuir el peso. La rigidez de las almohadillas y la resistencia del material del área en que se apoyan deben ser suficientes para soportar el peso del equipo.

Los cambios de estación y tiempo pueden tener un efecto nocivo sobre el material que sirve de base. Al congelarse y descongelarse, el suelo sufre transformaciones importantes. Para evitar el efecto dañino de éstos cambios de estación, las bases de instalación deben llegar más abajo de la línea de congelación.

#### 1.4.3 Base de hormigón

Existen varios diseños básicos de bases para grupos electrógenos. Para determinar la base más apropiada hay que tomar en cuenta los factores indicados anteriormente, así como las limitaciones impuestas por el sitio mismo de la instalación y la aplicación. Las macizas bases de hormigón no son necesarias para los modernos grupos electrógenos de cilindros múltiples y velocidad media.

Si se requiere una base de hormigón, se deben considerar los siguientes aspectos básicos de diseño (ver fig. 02 de ANEXO D):

La longitud y el ancho de la base deben exceder la longitud y el ancho del grupo electrógeno por lo menos en 01 pie ( 305 mm) por todo lado.

La base debe tener una profundidad que la haga pesar por lo menos igual al peso del grupo electrógeno listo para trabajar.

Se puede usar la siguiente fórmula para calcular la profundidad necesaria de la base:

Profundidad de la base ( pies ) :

$$W / (150 \times B \times L) \quad (1.3)$$

Profundidad de la base ( metros):

$$W / (2,402.8 \times B \times L) \quad (1.4)$$

W = Peso total del grupo electrógeno ( lb; Kg)

150 = Densidad del hormigón ( lb/ pie<sup>3</sup>)

$2,402.8 =$  Densidad del hormigón ( Kg/ pie<sup>3</sup>)

B = Ancho de la base ( pies; metros)

L = Longitud de la base ( pies; metros)

La mezcla de hormigón que se sugiere por volumen es 1:2:3 de cemento, arena, árido con un asentamiento máximo de 4 pulg (102 mm) y una resistencia a la compresión en 28 días de 3000 lb/pulg<sup>2</sup> ( 27,000 N/m<sup>2</sup>).

Se debe reforzar la base con malla de alambre de acero de ½" dispuesta horizontalmente con centros de 6 pulg ( 152 mm). Otra manera de reforzar consiste en colocar barras de refuerzo de ¾" horizontalmente, con centros de 12 pulg ( 305 mm).

Cuando se usa un buen equipo para aislar las vibraciones, la profundidad del piso de hormigón debe ser apenas suficiente para dar apoyo estructural a la carga estática. Por el contrario, si no se usan aisladores, las cargas dinámicas se transmitirán al piso, por lo cual el piso tiene que ser diseñado para soportar el 125% del peso del grupo electrógeno. Si el grupo electrógeno va a operar en paralelo con otras unidades, la posibilidad que funcione fuera de fase y las reacciones que resulten al aumentar el par, exigen una base más fuerte. La base debe estar diseñada para soportar el doble del peso del grupo electrógeno listo para trabajar.

Se deben evitar las bases excesivamente voluminosas y pesadas porque aumentan la carga ó peso que tiene que soportar el suelo. Lo ideal es que la base sea de un volumen y peso apenas suficientes para evitar desviaciones y reacciones de par motor, y que a su vez tenga suficiente área superficial para apoyarse sin peligro en el material de soporte.

Los costos de instalación se pueden reducir en forma considerable si la unidad se hace funcionar por tiempo limitado en una instalación propuesta (ver fig 03 de ANEXO D).

#### **1.4.4 Vibración**

Todo sistema mecánico que tiene masa y elasticidad puede tener un movimiento relativo. Si este movimiento se repite a intervalos dados, se le denomina vibración. Durante su funcionamiento, un motor produce muchas vibraciones debido a las fuerzas de la combustión, reacciones de par, combinaciones de masa estructural y rigidez, y tolerancias de fabricación en las piezas que giran. Éstas fuerzas desequilibradas pueden crear una gran variedad de condiciones indeseables, tales como ruido excesivo, altos niveles de esfuerzos y hasta fallas en los componentes del motor ó generador.

Los esfuerzos causados por las vibraciones alcanzan niveles destructivos a las velocidades de funcionamiento del motor, y puede haber resonancia. La resonancia ocurre cuando la frecuencia natural del sistema coincide con la frecuencia de las vibraciones. El sistema del grupo electrógeno debe diseñarse de tal modo que no ocurran críticas vibraciones lineales ó torsionales.

### 1.4.5 Aislación

Los grupos electrógenos están diseñados para resistir todas las vibraciones autoinducidas y no es necesario el aislamiento simplemente para prolongar su duración. No obstante, las vibraciones de otros equipos cercanos, si son severas, pueden dañar un grupo electrógeno que se ha mantenido sin funcionar por largo tiempo. Los cojinetes y ejes pueden cimbrar hasta el punto en que se dañan si no se aíslan estas vibraciones. Las vibraciones exteriores rara vez causan daño en un grupo electrógeno de servicio continuo.

Si no se requiere aislación, el grupo electrógeno puede colocarse directamente en la superficie de montaje. Esta superficie debe ser capaz de soportar por lo menos un 25% más del peso estático de la unidad, para resistir las cargas de par y vibración. Se recomienda usar caucho delgado, ó un arreglo de almohadillas para reducir al mínimo la tendencia de la unidad a desgastar la superficie de la base.

Puede ser necesario aislar todas las tuberías que van conectadas al grupo electrógeno, pues de lo contrario las tuberías de combustible y agua, las tuberías de escape y los conductos porta cables podrian transmitir vibraciones a largas distancias.

Los aisladores más eficaces son los de resortes de acero ( ver Fig. 01 de ANEXO D). Pueden aislar el 96% de todas las vibraciones, son económicos, y hacen posible el montaje del grupo electrógeno en una superficie que sólo tiene que soportar el peso estático. No se necesita tener en cuenta las cargas de par ó vibratorias.

Igual a montajes sin aislar, normalmente no hay que usar pernos para fijar la unidad. Sin embargo, si la operación es en paralelo con otras unidades, las fuerzas torsionales que pueden ocurrir debido a una condición de fuera de fase, exigen que los aisladores estén firmemente asegurados a la base.

### 1.4.6 Ruido

Se puede definir el ruido como un sonido desagradable que es necesario controlar. El ruido excesivo en forma continua perjudica la capacidad auditiva de la persona y tiene un efecto negativo en la eficiencia y comodidad. Es por tal razón que las municipalidades locales han establecido limites de ruido para ambientes industriales, comerciales y residenciales.

#### Tiempo de exposición diaria

#### Nivel permisible

Horas	dB(A)
8	90
6	92
4	95
3	97

2	100
1-1/2	102
1	105
½	110
¼ ò menos	115

Esto se puede relacionar con sonidos comunes en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1.4: Niveles Típicos de Ruido.**

160	Motor de reacción
140	Máquina remachadora
120	Máquina punzonadora
100	Tránsito en la ciudad
80	Oficina ocupada
60	Discurso normal
40	Barrio tranquilo
20	Cuchicheo
0	Sonido muy leve

La disminución del ruido del escape de gases generalmente se logra utilizando un silenciador de calidad. Como el número de cilindros y la velocidad de los motores influyen en las frecuencias generadas por el escape, el efecto específico de un silenciador tiene que ser indicado por el fabricante de silenciadores. El silenciador estándar CATERPILLAR normalmente reduce el ruido del escape cerca de 15 db(A) cuando se mide a 3.3 mt ( 10 pies), perpendicular a la salida del escape.

Muchas de las técnicas que se usan para aislar las vibraciones de los grupos electrógenos se pueden utilizar también para aislar ruidos mecánicos. Se puede lograr una reducción moderada del ruido dando atención a la fuente misma del ruido, por ejemplo, reducir la velocidad de ventiladores, forrar las áreas de fundición y encerrar en conductos el aire que fluye. Sin embargo, para reducir el ruido más de 10 db(A), la unidad completa se debe aislar completamente.

Un método eficaz consiste en encerrar el grupo eléctrico en un compartimiento hecho de bloques de concreto llenos de arena. Además, la unidad tiene que contar con los medios necesarios para aislar las vibraciones, descritos en la sección Vibraciones, a fin de que el ruido no pueda transmitirse.

Los diferentes casos que se muestran en la Fig. 04 del ANEXO D, pueden servir de guía para comparar la eficiencia de las técnicas que se usan frecuentemente para aislar el ruido.

### 1.4.7 Sistema de escape.

El objeto de un sistema de escape es recoger los gases que quedan en los cilindros del motor después de la carrera de potencia, y expulsarlos en forma rápida y silenciosa, hasta donde sea posible. Una consideración de suma importancia es reducir al mínimo la contrapresión que se introduce, ya que las limitaciones al flujo de los gases de escape ocasionan pérdidas de potencia y mayores temperaturas de operación.

### 1.4.8 Tubería de escape.

La caída de presión a través del sistema de escape generalmente no debe pasar de 63 mm ( 27 pulg) de agua. Es importante analizar cada grupo electrógeno para determinar la contrapresión máxima permisible y el volumen de los gases de escape a plena carga. Al hacer el cálculo, se debe incluir las pérdidas de presión ocasionadas por la tubería, el silenciador y la tapa para la lluvia.

Se puede utilizar la siguiente formula para calcular la contrapresión:

$$P = ( L \times S \times Q^2 ) / ( 5,184 \times D^5) \quad (1.5)$$

P = Caída de presión ( contrapresión) en lb/pulg<sup>2</sup>

L = Longitud del tubo ( pies)

S = Peso específico del gas ( lb/pie<sup>3</sup>)

Q = Flujo del gas de escape ( pie<sup>3</sup>/min)

D = Diámetro interior del tubo (pulg)

S = ( 41.13 ) / ( temp. del escape + 146 °F )

Para obtener la longitud equivalente de un tubo recto para cada codo de 90° y curva alargada:

$$L = ( 15 \times D ) / 12 \quad (1.6)$$

El radio de los ángulos de 90° debe ser de por lo menos 1-1/2 veces el diámetro del tubo para promover baja resistencia.

En aquellos casos en que la caída de presión se mide en pulgadas de agua, se hace la conversión a lb/pulg<sup>2</sup> dividiendo entre 0.0361

Las características físicas del edificio y el cuarto de máquinas determinan la disposición de la mayoría de los sistemas de escape. Se debe escoger el método que produzca la contrapresión mínima sin descuidar otros requisitos. Los tubos deben tener un apoyo seguro, y se deben utilizar amortiguadores de caucho ó resortes para aislar las vibraciones.

Las tuberías deben instalarse a una distancia minima de 23 cm ( 9 pulg) de materiales combustibles. Para ayudar a disminuir la radiación de calor en el cuarto de máquinas, se pueden forrar los tubos del escape con un buen material aislante y resistente a la temperatura, ó se pueden instalar secciones aislantes fabricadas de antemano. Si el tubo

del escape pasa a través de una pared ó de un techo de madera, se debe instalar un manguito aislador de metal con un diámetro superior al del tubo en 31 cm ( 12 pulg).

El extremo del tubo de escape se debe cortar a un ángulo de 30° a 45° con respecto al eje longitudinal, para reducir la turbulencia a la salida y así también el ruido. Si el tubo de escape está en posición horizontal, el lado más corto del tubo debe quedar en la parte inferior para evitar la entrada de precipitación.

Los tubos de escape verticales deben ser suficientemente altos para que los gases y el olor no causen molestia. Se debe instalar una tapa para la lluvia del tipo que se abre con la presión del escape, para evitar la entrada de agua en el sistema.

Los sistemas de escape largos, tanto verticales como horizontales, deben estar equipados con una trampa para lluvia, que facilita el desagüe de la humedad de los tubos. Se debe instalar el desagüe en el punto más bajo de la línea, y tan cerca como sea posible de la salida del escape, de modo que el agua no llegue al silenciador. El tubo de escape del motor y del silenciador deben tener una ligera inclinación hacia la trampa para que la condensación pueda salir del tubo. Se puede construir la válvula intercalando una sección en T en el tubo del escape. Se conecta a la T un tubo vertical corto, en cuyo extremo inferior se instala una llave de desagüe (válvula) ó un tapón removible.

El emplazamiento correcto del silenciador influye grandemente en su capacidad para amortiguar el ruido. Si se instala cerca del motor, se reduce al mínimo la transmisión de ruido a las tuberías del escape, y como la temperatura es más alta se reduce la acumulación de carbono. Es conveniente instalar un desagüe para la condensación del silenciador.

Aunque parece ser una manera de reducir los costos, generalmente no es recomendable tener un sistema de escape común para varias instalaciones. Con sistemas de escape combinados con otros motores puede suceder que los motores que están en funcionamiento hagan llegar los gases de escape hasta un motor que está parado. El gas condensará una gran cantidad de agua que puede causar daños en el motor. Además, el hollín puede obstruir el turboalimentador, post- enfriador ó los elementos del filtro de aire.

#### Conexiones Flexibles:

Normalmente el tubo de escape está aislado del motor por medio de conexiones flexibles. Éstas conexiones deben instalarse tan cerca como sea posible de la salida del escape del motor. Una conexión flexible tiene como funciones: aislar del motor el peso de la tubería del escape, y, liberar a los componente del escape de esfuerzos excesivos que resultan de la vibración.

Se debe planear la acción de expansión y contracción del tubo de escape, pues de otro modo hay cargas excesivas en la tubería del escape y en la estructura de soporte. Desde su estado en frío, un tubo de escape hecho de acero se dilatará aproximadamente 0.0076 pulgadas por pie de tubo, por cada aumento de 100°F en la temperatura del escape ( 0.11 mm/m por cada 100°C). Esto resulta en un alargamiento aproximado de 0.65 pulgadas por cada 10 pies de tubo, cuando la temperatura sube de 100 a 950 °F ( 52 mm/m de 35 a 510 °C).

Los tubos largos de escape se deben dividir en secciones que tengan uniones expansibles entre ellas. Cada sección debe quedar fija en un extremo y libre en el otro para que se estire ( ver figs. 05 y 06 de ANEXO D).

El calor del escape se debe expulsar en tal forma que no cause molestia al personal que está cerca, ni que constituya un peligro para el edificio ó el equipo. La salida del escape a la atmósfera no debe estar cerca de entradas de aire fresco para ventilación, a fin de que ningún olor ni vapor desagradable puedan volver a entrar al edificio. Es una práctica aceptable dirigir los gases de escape hacia el área de descarga del ventilador soplador del radiador pero, para evitar que el núcleo del radiador se obstruya muy pronto, el gas de escape no debe pasar a través del radiador.

#### 1.4.9 Ventilación

De un seis a un diez por ciento del combustible que consume un motor Diesel pasa al aire circundante en forma de radiaciones. Además, el calor que se origina en el generador y en el tubo de escape es tan intenso como el radiado por el motor. Las altas temperaturas que resultan en el cuarto del motor influyen negativamente en la eficiencia del personal de mantenimiento, el funcionamiento del tablero de control, y el rendimiento general del grupo electrógeno.

La ventilación de la sala de máquinas se puede determinar por medio de la siguiente fórmula. Para el cálculo se supone una temperatura del aire de 38 °C (100 °F).

$$V = \text{Aire de la Comb. del motor} + ( H / 0.0076 \times 0.24 \times T ) \quad (1.7)$$

V= Aire de ventilador (pie<sup>3</sup>/min)

H= Radiación de calor (BTU/min)

T= Aumento de temperatura permisible en el cuarto del motor

0.0076= Densidad del aire (lb/pie<sup>3</sup>) a 100 °F

0.24= Calor específico del aire

En instalaciones en que se utiliza un radiador montado a distancia ó en el motor, el ventilador del radiador a menudo proporciona un flujo de aire suficiente para ventilar el cuarto. Estos ventiladores son muy sensibles a la contrapresión, por lo cual no se puede aceptar una limitación total mayor de 0.5 pulgadas de agua ( 0.12 Kpa).



Idealmente, el aire debe ser limpio, frío y seco, y debe circular alrededor del panel de control, luego pasar por la parte de atrás del generador, seguir alrededor del motor, y finalmente buscar salida a través del ventilador ( Fig. 07 de ANEXO D).

Es importante que haya siempre aire frío disponible para el filtro de aire del motor.

La disposición de la entrada de aire a la sala de máquinas debe ser tal que el grupo electrógeno tenga siempre la máxima cantidad de aire para enfriamiento, y que a la vez evite que el aire caliente permanezca en el cuarto. Para instalaciones que se componen de varios grupos electrógenos, puede ser necesario utilizar más aberturas y ventiladores.

#### **1.4.10 Sistema de enfriamiento**

La gráfica del equilibrio calórico de un motor Diesel moderno indica que casi un tercio del combustible necesario para el funcionamiento del motor es absorbido por el agua de las camisas en forma de calor. Este calor debe ser eliminado completamente para que el motor dé buen rendimiento.

El radiador es el método más común y confiable usado para enfriar grupos electrógenos. Como en todo sistema de enfriamiento, los radiadores pueden rechazar una carga de calor de por lo menos un 15% por encima de la máxima capacidad del motor del grupo electrógeno para rechazar calor a plena carga.

Esto dá un margen para condiciones de sobrecalentamiento y deterioro del sistema.

Cuando se utilizan persianas, se debe aumentar el tamaño de la abertura en la pared aproximadamente un 25% para compensar la restricción que presentan las persianas.

Cuando se monta el radiador en el motor y el grupo electrógeno se instala en el centro de la sala de máquinas, se puede usar un ventilador soplador y un conducto para que salga el aire ( Fig. 08 de ANEXO D). Ésto evita la recirculación del aire y las altas temperaturas en la sala de máquinas. El conducto debe ser tan corto y directo como sea posible, y de un área transversal del mismo ancho del núcleo del radiador ó más ancha, para reducir al mínimo la contrapresión. La contrapresión anticipada de cualquier diseño de conducto de aire debe ser inferior a 0.5 pulg ( 1.3 cm).

Al escoger el punto para colocar el radiador, se debe considerar el ruido que éste produce. Hay que recordar que el ruido se transmite a través de la entrada y salida del aire. Como medida preventiva adicional contra la vibración y el ruido, el conducto de salida no debe estar unido rigidamente al radiador.

#### **1.4.11 Sistema de combustible**

El sistema de alimentación de combustible deberá asegurar al motor Diesel un abastecimiento de combustible continuo y limpio. El combustible a granel normalmente se almacena en un tanque grande y por medio de una bomba de motor eléctrico se pasa a otro tanque más pequeño ubicado cerca del motor Diesel. Todo el sistema se deberá

construir y ubicar convenientemente de acuerdo a las Normas de Seguridad y a los Códigos Locales Vigentes ( ver fig. 09 de ANEXO D).

Conviene contar con un tanque de almacenamiento de gran capacidad ya que de ésta forma se fomentan las compras a granel y se reduce al mínimo la contaminación de suciedad. Y si el tanque se mantiene lleno, se disminuye la condensación, especialmente si el combustible se utiliza poco.

Se puede colocar el tanque sobre el nivel del suelo ó bajo el mismo, pero el punto más alto del combustible en cualquier parte del sistema no deberá ser superior a la altura de los inyectores del motor. Esto evitará cualquier posibilidad de que penetre combustible a los cilindros a través de los inyectores.

El tubo de entrada al tanque de almacenamiento deberá estar colocado de manera tal que se ofrezca la mayor seguridad en la operación de llenado. Se deberá proveer un tubo de ventilación con el objeto de aliviar la presión del aire que se genera durante el llenado y para evitar un vacío a medida que se va consumiendo el combustible.

Si no se cuenta con un tanque auxiliar, el tanque principal de almacenamiento deberá ubicarse para abastecer de combustible a la bomba de transferencia instalada en el motor. La bomba de combustible CATERPILLAR es capaz de cebar con una altura de aspiración de 3.65 m ( 12 pies), pero ésta capacidad puede cambiar según el tamaño del tubo, sus curvaturas y los ambientes fríos.

Se prefieren los tanques de acero encobrados, pero los tanques y accesorios de hierro negro son satisfactorios. Deben evitarse los tanques y accesorios galvanizados debidos a las posibles reacciones que puedan ocurrir con las impurezas disueltas en el combustible y que puedan atascar el filtro de combustible.

La tubería de conducción que lleva el combustible hacia la bomba de transferencia instalada en el motor, así como también la tubería de retorno que lleva el exceso de combustible de regreso al tanque, no deberá ser de un tamaño menor que las conexiones en el motor. Si la distancia desde el tanque de combustible hasta el motor es de más de 9.15 m ( 30 pies), ó si la temperatura ambiente es extremadamente baja, deberán proveerse tuberías de alimentación y de retorno de mayor diámetro para asegurar un flujo adecuado del combustible.

La tubería de combustible puede ser de acero, hierro negro ó cobre; no se deben usar tubos galvanizados ni aleaciones que contengan zinc. La tubería de rebalse del tanque auxiliar ó la tubería de retorno del motor, en caso de no contar con un tanque auxiliar, deberá ser del mismo material y de una medida inmediatamente mayor.

La tubería de retorno deberá entrar por la parte superior del tanque y no deberá contener llaves de cierre. Evitense las figuras en esta tubería con el objeto de que el aire pase con

libertad y así evitar cualquier vacío en el sistema de combustible. La tubería de succión de combustible deberá colocarse a una altura de aproximadamente 5 centímetros ( 2 pulgadas) sobre el fondo del tanque y de ser posible al extremo opuesto del mismo con respecto a la tubería de retorno.

Los tanques auxiliares ó diarios son convenientes si los tanques principales de combustible se encuentran a una distancia mayor de 15.25 m ( 50 pies) del motor, ó si están ubicados sobre el motor, ó si están 3.65 m ( 12 pies) más abajo que el motor. La carga total de succión no deberá exceder de 3.65 m. Aunque no le ayuden al motor a arrancar más rápidamente, si ofrecen un almacenamiento conveniente de combustible. Los tanques auxiliares también sirven como depósito de sedimentación, en el cual el sedimento y el agua se pueden separar del combustible.

El tanque auxiliar estará situado de tal manera que el nivel del combustible no sea más alto que el de las válvulas de inyección de combustible del motor. El tanque debe estar suficientemente cercano al motor, como para mantener la altura de aspiración total menor de 3.65 m.

#### **1.4.12 Sistema de arranque**

Se dispone de varios tipos de motores de arranque pero los dos más comunes son los eléctricos (corriente continua) y los de aire. Se controlan fácilmente y se pueden accionar tanto manual como automáticamente. Para nuestro caso usaremos del tipo eléctrico.

Arranque Eléctrico:

La batería debe suministrar la corriente necesaria para impulsar el motor durante suficiente tiempo y con suficiente velocidad para que éste arranque.

- Las de plomo - ácido son las mas corrientes y que dan un buen rendimiento y tienen un bajo costo inicial. Las de níquel - cadmio son de un precio más alto, pero tienen mayor vida útil y requieren de un mantenimiento mínimo.
- Las baterías de arranque deberán colocarse de tal forma que se facilite su mantenimiento e inspección ocular, lejos de cualquier llama ó chispa y aisladas de las vibraciones. Se deberá colocar a nivel y protegerse de salpicaduras y suciedad. A fin de disminuir las caídas de voltaje y fomentar el uso de cables cortos, coloque las baterías lo más cerca posible al motor de arranque ( ver fig. 10 de ANEXO D).

#### **1.5 Tablero de control, protección, paralelo y de transferencia**

A continuación presentaremos las Especificaciones Técnicas del Tablero de Control, Protección, Paralelo y Transferencia Automático:

- El sistema propuesto contempla la operación en paralelo de 03 grupos electrógenos CAT 3512, 1000 KW, 220V.. EN OPERACIÓN AISLADA O EN PARALELO CON LA RED PÚBLICA DE ELECTRICIDAD.

- Se podrá realizar el traslado de carga de la Red Pública a los grupos electrógenos ( y viceversa), sin interrupción de energía a la carga, en modo automático, requiriendo únicamente la orden de inicio del operador ó de un interruptor horario.
- Los grupos electrógenos podrán operar en paralelo con la Red Pública por un tiempo extendido.
- La potencia importada de la Red Pública será mantenida a un valor fijo ajustado a 200 KW.
- Los grupos electrógenos tomarán la diferencia de carga, cuyo valor puede ser variable.
- Se incluye la protección asociada a ésta modalidad de protección de grupos electrógenos.
- El suministro siguiente tendrá como objetivo la automatización del control de grupos electrógenos, lográndose las funciones siguientes:
  - Arranque automático de grupos ante falla de Red Pública
  - Sincronización y paralelo automático entre Grupos Electrógenos y Grupos Electrógenos con Red Pública.
  - Compartición automática de Carga Activa – Reactiva.
  - Control de la Energía Importada – Exportada.
  - Control de Generación de Energía, según demanda de la Planta

#### **1.5.1 Suministro e instalación de accesorios**

- Suministro e instalación de un (01) mando motorizado para Interruptor ABB-SACE F1B 1600 A, para Tablero de Control del grupo eléctrico N° 1
- Suministro e instalación de un (01) mando motorizado para Interruptor ABB-SACE SN 2000 A, para Tablero de Control del grupo eléctrico N° 2
- Suministro e instalación de un (01) Interruptor ABB-SACE Emax 1600, con mando motor, bobinas de apertura, de cierre, contactos auxiliares, para Tablero de Control del grupo eléctrico N° 3.

#### **1.5.2 Celda de toma de tensión**

Celda de Toma de Tensión 10 KV, de ejecución autosoportado, fabricado en base a perfiles angulares de fierro de 2”X2”X3/16” y planchas de fierro de 02 mm. de espesor. Dimensiones aproximadas: 900X1600X2200 mm. Conteniendo los componentes siguientes:

- 02 transformadores de tensión 12 KV.
- 03 fusibles de protección 12 KV.
- 01 juego de aisladores 12 KV.
- Barras colectoras, derivadas y tierra.

### 1.5.3 Tablero de control, protección, paralelo y de transferencia automática

Tablero de control para los tres (03) grupos electrógenos, tipo autosoportado, de dimensiones aproximadas 1200X600X2000 mm., conteniendo:

01 Módulo de Control Digital para cada grupo electrógeno, basado en microprocesador, marca: WOODWARD, modelo: EGCP-2, que provee las siguientes funciones:

Funciones de control:

- Sincronización automática entre Grupos Electrógenos y Grupos Electrógenos – Red Pública.
- Reparto automático de carga activa y reactiva.
- Operación Isócrona
- Operación en carga Base.
- Control Import – Export.
- Arranque/Parada del siguiente grupo electrógeno, según la demanda de carga.

Funciones de Protección:

- Sobrecorriente.
- Potencia Inversa.
- Máxima/Mínima Tensión.
- Máxima/Mínima Frecuencia.
- Pérdida de Excitación.
- Falla de arranque.
- Pérdida de Red Pública.

Funciones de Medición:

- Medición de parámetros eléctricos de Red Pública y grupo electrógeno: voltios, corriente, potencia activa/reactiva, factor de potencia, frecuencia, energía activa ( no Incluye medición de energía reactiva, ni maxímetro)

Otra características:

- Display digital y teclado de programación frontal.
- Comunicación Serial Mod Bus.
  - Juego de relés auxiliares.
  - Selectores de Control.

### 1.5.4 Conexionado

Cableado de interconexión de circuito de control. Incluye materiales, mano de obra y dirección técnica. Se emplearán las zanjas ó ductos existentes.

**Notas:**

- 1.- Existe medición de corriente en celda de 10 KV y mando motor en interruptor 10 KV.

2.- El cliente informará a la empresa concesionaria de electricidad respecto a la operación en paralelo de los grupos electrógenos con su sistema eléctrico, a efectos de prevenir recierres y/o retornos de tensión durante el mantenimiento en líneas de distribución.

3.- No se incluye la opción de conexión automática de grupos electrógenos ante corte repentino de energía eléctrica de la red pública ( modo STAND BY).

4.- Las señales de tensión y corriente, se toman de los transformadores de medida 10 KV

5.- Se utilizará tensión auxiliar 24 Vcc. del banco de baterías de los Grupos Electrógenos.

## **1.6 Puesta en servicio de grupos electrógenos**

### **1.6.1 Precauciones**

Si se debe conectar el grupo electrógeno a un sistema de distribución de la red eléctrica, éste debe aislarse del sistema de distribución de la manera siguiente:

(a) Abriendo el interruptor principal en caso de un grupo electrógeno conectado provisionalmente al sistema, ó

(b) Utilizando un interruptor de dos posiciones de contacto ( transferencia) en caso de una conexión permanente al sistema.

No hacerlo puede resultar en daños personales ó muerte por descarga eléctrica.

La advertencia precedente no es pertinente cuando el grupo electrógeno y el sistema de distribución de la red están diseñados y aprobados por la empresa concesionaria de electricidad para operar en paralelo.

### **1.6.2 Instalación**

Todos los equipos eléctricos provistos por CATERPILLAR deben instalarse siguiendo las indicaciones del Manual de aplicación e instalación, y deben cumplir con los Códigos Eléctricos Nacionales y locales de la zona y del distrito, donde se opere el grupo electrógeno.

### **1.6.3 Conexión de los cables del generador**

#### **a. Conexiones a Tierra**

Los generadores conectados "en estrella" deberían tener el neutro conectado a tierra cuando se instala el grupo electrógeno.

Existen algunos casos en los cuales no es aconsejable conectar a tierra el hilo neutro. En éstas aplicaciones donde se han tomado medidas especiales ( circuitos protectores de fallo a tierra) para impedir tierras en los cables de fase, un cable neutro del generador que no esté conectado a tierra es aceptable.

#### **b. Unidades múltiples**

La operación de grupos electrógenos en paralelo, con todos los neutros conectados a tierra, puede hacer que una corriente parásita circule a través de las conexiones neutras.

Para eliminar la posibilidad de corrientes parásitas, conecte a tierra el neutro de un grupo electrógeno solamente.

Si se alternan grupos electrógenos en línea, se debe instalar un interruptor en el circuito neutro de conexión a tierra de cada grupo electrógeno, de tal modo de poder abrir todos los circuitos neutrós de conexión a tierra menos uno. Asegúrese de que el circuito neutro de conexión a tierra esté cerrado.

#### **1.6.4 Operación manual**

##### **(a) Arranque del Motor**

- Lleve a cabo todas las inspecciones previas al arranque.
- Haga girar y MANTENGA OPRIMIDO el Interruptor de Control del motor, en la posición de arranque del motor.

NOTA: El Interruptor de Control del motor determina el estado del Tablero de Control. En la posición AUTOMATIC ( Automático) ( hora 3), el motor arrancará automáticamente cuando se cierra el contacto de arranque remoto.

El motor se detendrá una vez abierto el contacto de arranque. Se programa un tiempo de enfriamiento ajustable para determinar un periodo de enfriamiento de 0 a 30 minutos antes de que se pare el motor.

En la posición MANUAL RUN ( Funcionamiento) ( hora 6), el motor arrancará y quedará en funcionamiento en tanto el interruptor de control del motor permanezca en ésta posición.

En la posición STOP ( Parada) ( hora 9), el solenoide de combustible detiene el motor.

En la posición OFF/RESET ( Desconexión/ Rearmado) ( hora 12), las luces de fallo vuelven a su estado original y el motor se detiene inmediatamente.

El interruptor de control del motor debe mantenerse en la posición de arranque hasta que la presión de aceite sea suficiente para desactivar (desarmar) el circuito de señales de fallo de presión de aceite. Justo cuando el interruptor se mantenga en ésa posición, el arranque se detendrá automáticamente cuando el interruptor de velocidad detecte la velocidad final de arranque.

- Cuando el motor arranque, suelte el interruptor. El interruptor es de resorte, y volverá a la posición RUN. El circuito de señales de fallo del motor ahora está funcionando ( activado). Si se produce un fallo, el motor se detendrá.

Deje el interruptor de control en la posición RUN hasta que se corrijan todas las condiciones de fallo.

NOTA: Para hacer arrancar nuevamente el motor después de una parada por avería, primero corrija la condición de fallo y luego coloque el interruptor de control en la posición

Parada – Rearmado ( stop – reset). A continuación efectúe el arranque siguiendo las indicaciones del paso 2.

- Una vez que el motor haya arrancado y sus sistemas estén estabilizados, aplique la carga.
- Regule la frecuencia del generador con el interruptor de control del motor ( Potenciómetro de Velocidad), ó perilla de control manual del regulador, con la finalidad de aumentar ó bajar la velocidad del motor.

#### (b) Parada del Motor

- Quite la carga al motor.
- Reduzca la velocidad del motor a marcha baja en vacío. Oprima el interruptor de control del regulador hasta alcanzar la marcha baja en vacío ó mueva la perilla de control manual del regulador hasta la posición de marcha baja en vacío.
- Mientras el motor se encuentra en marcha baja en vacío mida su nivel de aceite. El nivel de aceite debe mantenerse entre las marcas de Agregar y Lleno, en el lado de motor en funcionamiento, de la varilla medidora.
- Deje enfriar el motor mientras funciona a marcha baja en vacío (aproximadamente cinco minutos). Una vez enfriado el motor, haga girar el interruptor de control del motor hasta la posición Stop- Reset.

#### (c) Parada de Emergencia

Este botón es de color rojo y se usa para detener el motor sólo en caso de emergencia.

Si el interruptor de parada de emergencia fué utilizado para detener el motor, será necesario reposicionarlo. Para ello, tire hacia fuera y haga girar la perilla en la posición indicada.

Antes de hacer arrancar el motor, corrija el problema que produjo la parada de emergencia.

### **1.6.5 Operación automática**

Se emplea un sistema automático de arranque – parada cuando un motor debe arrancar sin atención del operador. El generador debe arrancar, tomar la carga, operar la carga y detenerse antes de desconectar la carga.

#### (a) Arranque del Motor

- Para hacer arrancar el motor sin atención del operador, la temperatura ambiente debe ser de por lo menos 20°C ( 70°F) ó la temperatura del agua de la camisa del motor debe ser de 32°C ( 90°F).

NOTA: Los calentadores de agua de las camisas pueden mantener ésta temperatura.



▪ El interruptor de control del motor debe estar en la posición de arranque automático. En ésta posición, el motor arrancará automáticamente cuando se cierran los contactos de arranque remotos. Cuando se usa junto con un interruptor de transferencia automática, se envía una señal al motor para que arranque y la carga se transfiere automáticamente cuando falla la energía de la red. Cuando se reanuda el suministro de energía de la red, el interruptor de transferencia automática también desconectará la carga, enfriará y detendrá el motor. En la posición de arranque automático, el motor se detendrá automáticamente si se ha reanudado el suministro de energía de red ó si el motor presenta una falla. El temporizador de enfriamiento opcional permitirá que el motor funcione sin carga a velocidad nominal antes de detenerse.

#### (b) Parada del Motor

Para detener el motor en forma manual utilizando el tablero de control de arranque/parada automática, coloque el interruptor de control del motor en la posición Stop. Si dicho interruptor se deja en la posición automática, el motor se detendrá automáticamente cuando se abran los contactos de arranque remotos y se complete el ciclo de enfriamiento. Los tableros de control tienen un dispositivo de demora de tiempo de enfriamiento, que permitirá que el motor funcione durante un lapso predeterminado antes de detenerse.

#### (c) Parada del motor causada por averías

El módulo de arranque- parada automática puede estar equipado con dispositivos protectores del motor. Las paradas protegerán al motor si se produce un desperfecto que provoque condiciones de baja presión de aceite, alta temperatura del refrigerante, exceso de velocidad del motor ó falla de arranque.

#### (d) Nuevo arranque del motor

Para arrancar nuevamente el motor después de una parada producida por una condición de falla, proceda de la manera siguiente:

1. Haga girar el interruptor de control del motor hasta la posición Stop.
2. Corrija la falla que ocasionó la parada.
3. Haga girar el interruptor de control del motor hasta la posición Rearmado.
4. Asegúrese de reposicionar los botones de parada de emergencia ubicados en el tablero de control del generador y en la caja de conexiones del motor.
5. Asegúrese de reposicionar el dispositivo de cierre de aire ubicado en la parte superior de la entrada de aire ( si lo tiene).
6. El sistema está listo para arrancar si el interruptor de control está colocado en Manual ó Automático.

### 1.6.6 Operación de un grupo en forma independiente

#### (a) Arranque inicial

Antes de la puesta en velocidad inicial, pruebe con un megóhmetro el devanado principal del estator.

Para ajustar el regulador de voltaje:

1. Quite el panel de acceso del extremo izquierdo del generador.
2. Afloje las tuercas de los controles de caída de voltaje, nivel de voltaje y ganancia de voltaje.
3. Haga girar el control de caída de voltaje en el sentido contrario al de las agujas del reloj hasta cero y ajuste la contratuerca.
4. Haga girar el control de ganancia de voltaje en el sentido contrario al de las agujas del reloj hasta cero, luego hágalo girar hasta alrededor de  $\frac{1}{4}$  del recorrido total en el sentido de las agujas del reloj.
5. Efectúe el mantenimiento requerido en el motor antes del arranque.
6. Haga arrancar el motor y déjelo calentar.
7. Aumente la velocidad del motor hasta la velocidad del régimen ( velocidad alta en vacío).
8. Observe la lectura del voltímetro. Si el voltaje deseado no es el indicado, regule el voltaje sin carga con el potenciómetro de control de nivel de voltaje.
9. Cierre el disyuntor de carga y aplique carga total en forma gradual. Ajuste el control del regulador hasta que aparezca la frecuencia nominal en el medidor de hertzios ( frecuencia).
10. Si la lectura del voltímetro aumenta con la carga completa aplicada, haga girar el potenciómetro de control de ganancia levemente en el sentido contrario al de las agujas del reloj. O si la lectura del voltímetro disminuye con la carga total aplicada, haga girar el potenciómetro levemente en el sentido de las agujas del reloj.
11. Desconecte la carga, ajuste el potenciómetro de control del nivel de voltaje si es necesario para obtener el voltaje deseado.
12. Aplique la carga, observe la lectura del voltímetro. Repita los pasos 9 al 11 hasta que el voltaje sin carga iguale al voltaje de plena carga.
13. Ajuste las contratuercas de todos los controles e instale el panel de acceso del generador.
14. El protector térmico instalado en los reguladores de voltaje se abrirá si se produce una corriente de campo excesiva. Reposicione el disyuntor.

#### (b) Arranque

1. Lleve a cabo todas las verificaciones preliminares de arranque del motor.

2. Asegúrese de que el disyuntor principal ó de línea esté abierto.
3. Haga arrancar el motor y deje que se caliente.
4. Ajuste al RPM de carga total.
5. Cierre el disyuntor principal.
6. Aplique la cargá. No trate de aplicar la carga total de una sola vez, más bien aplique la carga gradualmente para mantener la frecuencia del sistema en un nivel constante.
7. Reajuste la frecuencia nominal del regulador.

#### (c) Parada

1. Desconecte la carga gradualmente.
2. Abra el interruptor.
3. Deje el motor funcionando durante 5 minutos para que se enfríe.
4. Detenga el motor.

#### 1.6.7 Operación en paralelo

##### (a) Arranque inicial

Antes de intentar colocar unidades en paralelo, se deben verificar todas las unidades para cerciorarse que cumplan con los tres requisitos a continuación:

- La misma rotación de fase.
- La misma frecuencia de corriente alterna.
- El mismo ajuste de voltaje.

Si el motor pierde potencia, la otra unidad en paralelo intentará activar el motor y el generador. En lugar de salir, la potencia entra en el generador defectuoso, convirtiéndolo en un motor. Cuando esto ocurre, el Relé de Potencia Inversa se activará para detener el motor y el generador defectuosos.

Ajuste de frecuencia:

La velocidad de las unidades a ser conectadas en paralelo debe ser la misma.

La velocidad es proporcional a la frecuencia de corriente alterna.

1. Deje que cada equipo eléctrico funcione con carga (alrededor de 30 minutos)
2. Ajuste el control del regulador para alcanzar la frecuencia nominal con carga total.
3. Desconecte la carga y verifique la velocidad de marcha alta en vacío, que deberá ser aproximadamente 2 al 5 % por sobre la velocidad a plena carga.
4. Para obtener mejores resultados, repita los pasos 2 y 3 hasta que se cumpla la condición 2.

Ajuste de voltaje:

Los ajustes de nivel de voltaje y de caída de voltaje determinan la cantidad de corrientes parásitas entre los generadores. Los ajustes del regulador de voltaje cuidadosamente

equiparados reducirán las corrientes parásitas. Las cargas de factor de potencia de 0.8 (principalmente motores) requieren una caída de voltaje del generador de alrededor del 5%. La caída de voltaje se expresa como el porcentaje de cambio de voltaje de no carga a carga total. Utilice el mismo voltímetro para efectuar los ajustes en cada unidad a ser conectada en paralelo.

1. Ajuste el voltaje en la forma descrita para operación de unidad independiente, puesta en marcha inicial.
2. Con el motor funcionando en marcha alta en vacío, haga girar el control de caída de voltaje en el sentido de las agujas del reloj a la mitad del rango total. Si la carga excitada ha de ser el factor de potencia unitaria, ajuste el control de caída de voltaje de todos los generadores a la mitad del rango total y pase al paso 7. Si la carga excitada ha de ser normal (aproximadamente un factor de potencia de 0.8) pase al paso 3.
3. Reajuste el control de nivel de voltaje hasta que el voltaje sea un 5% superior a la deseada.
4. Aplique carga plena.

NOTA: Si un generador debe ser conectado en paralelo con otros generadores, la caída de voltaje de cada generador debe ser la misma para dividir en forma satisfactoria la carga reactiva.

5. Reajuste el control de caída de voltaje para obtener el voltaje deseado con carga total a un factor de potencia de 0.8.
6. Repita los pasos 3, 4 y 5 para cada generador a ser conectado en paralelo hasta que el voltaje de línea sea igual al nivel deseado a carga total y el voltaje sin carga sea de aproximadamente 5% por encima del voltaje nominal.
7. Conecte los generadores en paralelo y aplique la carga excitada. Verifique la corriente de salida del generador. Si la suma total de los amperios de cada generador individual excede en un 10% el total de amperios que van a la carga en carga total, ajuste los controles de caída de voltaje para distribuir la corriente proporcionalmente entre los generadores ( con poca carga se permite un cierto nivel de corriente parásita).  
No exceda la carga nominal de amperios en ningún generador.
8. Efectúe ajustes finales después de que los generadores conectados en paralelo hayan estado funcionando a carga total durante una hora ó mas.  
Ajuste las contratueras en todos los controles e instale la cubierta de acceso. Se ha cumplido la condición.

NOTA: Cuando los generadores están fríos puede haber un cierto nivel de corriente parásita.

(b) Arranque de unidades múltiples

Las unidades múltiples se hacen arrancar de la misma manera que las unidades independientes.

#### (c) Conexión en Paralelo de Unidades múltiples

Las unidades pueden conectarse en paralelo sin carga ó conectarse en paralelo con otras unidades con carga. Para conectar en paralelo dos ó mas unidades se deben cumplir las condiciones siguientes:

- La misma rotación de fase.
- El mismo nivel de voltaje.
- La misma caída de voltaje.
- La misma frecuencia.
- Las tensiones deben estar en fase.

Las primeras tres condiciones se han cumplido en la puesta en marcha inicial para operación en paralelo.

1. Arrancar la unidad a ser conectada en paralelo.
2. Conectar el equipo de sincronización ( sincronoscopio).
3. Después que el motor haya estado funcionando durante unos minutos, colocarlo en velocidad sincrónica ( en la misma frecuencia que la unidad en la línea). La aguja del sincronoscopio comenzará a girar.
4. Utilizando el control del regulador, ajuste la velocidad del motor hasta que la aguja del sincronoscopio gire muy lentamente.
5. La aguja del sincronoscopio se coloca en hora 12 cuando las tensiones de las dos unidades están en fase. En éste punto cierre rápidamente el disyuntor mientras la aguja esté en ésta posición.
6. Utilice los controles del regulador para distribuir la carga de KW entre los motores.
7. Una vez estabilizada la temperatura del generador ( aproximadamente 01 hora), ajustar el control de caída de cada generador de tal modo de distribuir la carga reactiva y limitar las corrientes parásitas. Una caída menor ( moviendo el control hacia la izquierda) aumenta la corriente reactiva conducida por el generador.

La frecuencia de la unidad entrante debería ser levemente mayor que la frecuencia de línea. Esto permitirá que la unidad entrante asuma parte de carga en lugar de aumentar la carga del sistema.

#### (d) División de carga – caída de Velocidad

Una vez que dos unidades han sido conectadas en paralelo la distribución de la carga entre ellas es determinada por el ajuste del control del regulador. Si dos unidades de la misma capacidad y las mismas características de regulador tienen el mismo ajuste del control del regulador, distribuirán la carga en forma equitativa.

Para transferir la carga de un motor a otro, proceder de la manera siguiente: La carga total no debe exceder la capacidad del motor.

1. Aumente el control de velocidad del regulador de una de las unidades para aumentar la carga.
2. Reduzca el control de velocidad del regulador de la otra unidad para disminuir la carga en esa unidad.
3. Aumente ó disminuya el control de velocidad del regulador de ambas unidades para cambiar la frecuencia del sistema.

#### (e) Corrientes parásitas

Cuando dos unidades estén conectadas en paralelo se producen corrientes parásitas. Estas corrientes no están haciendo un trabajo útil, pero fluyen entre los generadores. Determinando el amperaje total del generador y restando el amperaje que va a la carga, se puede determinar la corriente parásita.

Las corrientes parásitas son producidas por las diferencias de voltaje entre las dos unidades.

Con generadores fríos, la corriente parásita puede ser de hasta el 25% de los amperios nominales. La corriente parásita es parte de la corriente total del generador que no debe exceder el régimen de amperaje.

A medida que se calientan los generadores, las corrientes parásitas disminuirán.

Las lecturas del amperímetro deben disminuir levemente, pero las lecturas del medidor de voltaje deben mantenerse constantes.

#### (f) Operación en Paralelo de los Reguladores

▪ La combinación más simple de reguladores para equipos eléctricos consiste en que cada regulador tenga aproximadamente una característica de caída de velocidad del 3%. Si se requiere una frecuencia constante de no carga a carga total, se puede ajustar un regulador para operación isócrona. Ésto se denomina "unidad principal".

Para que todas las unidades en paralelo acepten toda su parte de carga que les corresponde, se requieren los ajustes de regulador siguientes:

- La misma velocidad de carga total.
- La misma velocidad de marcha alta en vacío ( sin carga) en el caso de reguladores ajustados para operación con caída de velocidad.
- Controles del regulador ajustados en la posición de marcha alta en vacío de tal modo de disponer de la gama total de regulador.
- La operación de un regulador isócrono conectado en paralelo con reguladores con caída de velocidad requiere técnicas especiales.

▪ Se puede operar en paralelo cualquier cantidad de equipos eléctricos. Sin embargo, solo se puede ajustar un regulador del grupo para operación isócrona salvo en los casos especiales de reguladores electrónicos con distribución automática de carga.

#### (g) Reguladores electrónicos

##### Regulador electrónico 2301:

El sistema de control del regulador electrónico 2301 consiste en un control de regulador electrónico 2301, un actuador, un captador magnético y un preregulador opcional.

El sistema del regulador electrónico 2301 proporciona un control preciso de la velocidad del motor y distribución automática de carga.

##### Regulador electrónico 2301A:

El regulador electrónico 2301A se usa para efectuar un control exacto de la velocidad del motor y para distribución de carga de KW.

El sistema mide constantemente la velocidad del motor y efectúa las correcciones necesarias al ajuste de combustible del motor mediante un actuador conectado al sistema de combustible.

#### (h) Parada

Para desconectar un generador de la línea proceder así:

1. Verificar la carga. Debe ser menor que la capacidad nominal de las unidades restantes.
2. Asegurarse de que el neutro de una de las unidades restantes esté conectado a tierra.
3. Desconectar la carga de la unidad saliente en la forma descrita DIVISION DE CARGA. El amperaje nunca puede llegar a cero debido a las corrientes parásitas.
4. Abra el disyuntor.
5. Deje enfriar el motor durante 5 minutos.
6. Detenga el motor.

### 1.7 Mantenimiento de grupos electrógenos de 1000 KW

Los costos de Operación y Mantenimiento se analizarán en el Capítulo II.

En el acápite 1.6 Puesta en Servicio de grupos electrógenos de 1000 KW, se analizó la operación de grupos electrógenos en forma Manual, Automática, Independiente y en Paralelo con otras unidades.

El fabricante CATERPILLAR da las siguientes recomendaciones para el Mantenimiento de un grupo electrógeno CAT 3512, 1800 RPM:

Utilice las horas, los intervalos ó los litros de combustible, lo que ocurra primero.

#### 1.7.1 Diariamente

VERIFICAR NIVELES:

Aceite de Motor.

Refrigerante de Motor.

Lubricador de Arranque Neumático.

Aceite de Regulador Woodward UG8 (si así equipado).

DRENAR EL AGUA:

Tanque de aire.

INSPECCIONAR MOTOR:

Fugas.

Conexiones flojas.

VERIFICAR:

Indicador de Servicio del filtro de aire.

presión diferencial del filtro de combustible.

presión diferencial del filtro de aceite.

LUBRICAR:

Collar de cambio del embrague.

Cojinete del eje de engranaje.

#### **1.7.2 Cada 50 Horas**

INSPECCIONAR/ REEMPLAZAR:

Vástagos galvanizados.

#### **1.7.3 Cada 125 Horas**

LUBRICAR:

Cojinete de embrague.

VERIFICAR/ AJUSTAR:

Embrague.

#### **1.7.4 Cada 250 Horas ( NOTA A )**

OBTENER:

Análisis APA (NOTA A)

REEMPLAZAR:

Aceite de motor (NOTA A)

Filtros de aceite (NOTA A)

INSPECCIONAR/ VERIFICAR:

Aletas de radiador.

Nivel de electrolito de las baterías.

Correas.

Mangueras.

LIMPIAR:

Baterías.



**AÑADIR:**

Acondicionador de refrigerante.

**LUBRICAR:**

Impulsor de Ventilador.

**DRENAR EL AGUA:**

Tanque de combustible.

**VERIFICAR/ AJUSTAR:**

Sincronización de inyectores, ajuste de válvulas y rotadores ( sólo al primer cambio de aceite: NOTA A )

**1.7.5 Cada 1000 Horas****INSPECCIONAR/ VERIFICAR:**

Dispositivos de protección del motor.

**LUBRICAR:**

Activador neumático de regulador.

**LIMPIAR:**

Respiradero del cárter.

Filtro primario de combustible.

Aceite de regulador Woodward UG8 ( si así equipado).

**1.7.6 Cada 2000 Horas****VERIFICAR/ AJUSTAR:**

Ajuste de válvulas.

**INSPECCIONAR/ VERIFICAR:**

Turbocargadores.

Montajes de motor.

Amortiguador.

Rotadores de válvulas.

**1.7.7 Cada 4000 Horas****INSPECCIONAR, REACONDICIONAR O INTERCAMBIAR SI ES NECESARIO:**

Compresor de aire.

Motor de arranque eléctrico.

**LIMPIAR Y ENJUAGAR:**

Sistema de enfriamiento y añadir acondicionador.

Precargar.

**LUBRICAR.**

Cojinete de generador SR4 ( si así equipado).

**1.7.8 Cada 6000 Horas**

INSPECCIONAR/ REACONDICIONAR O INTERCAMBIAR SI ES NECESARIO:

Alternador.

Bomba de agua.

Arranque neumático.

Turbo cargadores.

**1.7.9 Cada 7500 Horas**

PROBAR:

Inyectores de combustible.

REEMPLAZAR:

Termostato.

**1.7.10 Reacondicionar cada 15000 Horas ò 2,914.758 litros de combustible**

INSPECCIONAR/ REACONDICIONAR O INTERCAMBIAR SI ES NECESARIO.

Culata de cilindros.

Bielas.

Camisas de cilindros.

Pistones.

Turbocargadores.

Bomba principal de aceite.

Bomba de prelubricación.

Bomba de transferencia de combustible.

Bomba de sumidero.

Seguidores de válvulas.

Inyectores de combustible.

Regulador de combustible.

Pasadores de articulación.

INSPECCIONAR:

Cigüeñal.

Árbol de levas.

Cojinetes de árbol de levas.

Amortiguador de vibraciones del cigüeñal.

Mecanismo del sistema de combustible.

Tren de engranajes.

Cojinetes del tren de engranajes.

Planchas espaciadoras.

La alineación de la unidad impulsada.

**LIMPIAR/ PROBAR:**

Enfriador de aceite.

Núcleo de posenfriador.

**INSTALAR NUEVOS:**

Anillos.

Cojinetes de bancada.

Cojinetes de biela.

Rotadores de válvulas.

Sellos de cigüeñal.

**OBTENER:**

Análisis de refrigerante.

**Nota A:** Con la capacidad optativa mayor del sumidero de 307 litros, éstas recomendaciones se deben llevar a cabo a las 500 Horas. Con una capacidad mayor de sumidero de 613 litros, éstas recomendaciones se deben llevar a cabo a las 1000 horas. Refiérase a la guía de operación y Conservación para el intervalo correcto de cambio de aceite de su motor.

## **CAPITULO II EVALUACIÓN ECONÓMICA**

### **2.1 Situación actual**

La energía eléctrica de alimentación a la Planta Industrial, se suministra desde la Sub Estación de Distribución No. 1778, en 10 KV de Edelnor, ubicada en las instalaciones propias de la Planta Industrial, y está conectada al Sistema Interconectado.

La potencia máxima contratada al concesionario es de 4,000 KW y en Horas Punta la potencia contratada es de 2,800 KW.

El horario de Consumo de Energía de la Planta Industrial en Horas Punta es: 18.30 p.m. a 21.00 p.m., ó sea 2.5 horas por día, y, 26 días al mes.

En el ANEXO C presentamos el Plano de Disposición de la Casa de Máquinas (Plano N° EG.121.01), en donde se encuentran ubicados los tres (03) grupos electrógenos CATERPILLAR, Modelo 3512, 1000 KW, 220V, los Tableros Eléctricos de Control, Protección, Paralelo y de Transferencia Automática, correctamente instalados de acuerdo a lo solicitado por el fabricante.

### **2.2. Costo de la utilización de un grupo electrógeno**

#### **(a) Costo del Equipamiento**

Costo de 01 grupo electrógeno CAT 3512: US\$ 170,000.00 ( ver ANEXO E)

Costo de 01 Tablero Eléctrico de Control, Protección, Paralelo y de Transferencia para G.E. CAT 3512, 1000 KW, 220 V: aprox. US\$ 15,000.00 ( ver TABLA N° 2.1, de ANEXO B)

Costo de la Instalación Electromecánica de 01 G.E. CAT 3512, 1000 KW, 220 V: aprox. US\$ 15,000.00 ( ver TABLA N° 2.2 de ANEXO B).

#### **(b) Costo de Mantenimiento y Operación**

Costo de Operación: de la TABLA N° 2.3 del ANEXO B, tenemos lo siguiente:

<b>Costo Total</b>	<b>US\$ 3'751,600.00</b>
<b>Costo Total/ Hora</b>	<b>US\$ 93.79</b>
<b>Costo Total/ Kw-h</b>	<b>US\$ 0.10421</b>

Costo de Mantenimiento: de la TABLA N° 2.4 del ANEXO B, tenemos lo siguiente:

Costo Total	US\$ 396.400.00
Costo Total/ Hora	US\$ 9.91
Costo Total/ Kwh	US\$ 0.01101

Los resultados de estos análisis de costo están basados en suposiciones específicas con respecto al uso del motor, prácticas de mantenimiento, partes y costo de mano de obra.

Los resultados cambiarán si éstas suposiciones son alteradas.

(c) Costo por Kw.-h del grupo electrógeno Caterpillar, modelo 3512, 1000 KW, 1800 RPM

Nombre del cliente	PLANTA INDUSTRIAL
Fecha	ABRIL 2002
Precio de Venta	US\$ 170,000
Modelo	3512 TA, 1800 RPM
Potencia de placa	1000 KW
Actual KW solicitado	900 (90% LOAD)
Horas de operación por año	1,000
Numero total de años	40
Costo de combustible ( \$/GAL)	\$ 1.20
Costo del aceite ( \$/GAL)	\$ 8.00
Intervalo cambio de aceite ( HS)	500
Consumo de combustible por hora	64.4 gal., 244 lts.

Cuadro de Costos Comparativos:

Costos del grupo electrógeno como factor de selección.

Los factores ó componentes directos del costo del grupo electrógeno son:

Depreciación

Combustible

Lubricantes

Mantenimiento general

a) Depreciación

Existen tres tipos de depreciación aplicables:

- Depreciación contable: Nuestra legislación permite depreciar máximo un 10% anual, en 10 años recuperamos la inversión.
- Depreciación por " vida útil" ó en horas: Un grupo electrógeno de 1,800 RPM se repara tres veces económicamente cada 10,000 horas en promedio, su potencial será de 40,000 horas. Si el grupo electrógeno trabajara 8,000 horas al año su periodo de vida útil lo alcanzará en 5 años y no en "10" ( depreciación contable). En el caso opuesto si el

mismo grupo electrógeno trabajara 2,000 horas al año, el "potencial" de vida en años será "20 años" y no "10".

- Depreciación de " mercado" considera un valor de "recuperación" ó reventa del grupo electrógeno.

Para el análisis del costo/h., ó costo/Kw-h ó proyección de costos totales, se trata de proyectar el análisis a "N" años, donde "N" es la vida útil estimada en función a las horas de uso anual.

Ejemplo: En el caso del grupo electrógeno que trabaja 1,000 horas, el periodo de análisis sería 40 años. Si el grupo electrógeno es de 1,000 KW, pero trabaja a 900 KW promedio y su precio fuera de US\$ 200,000, ( incluyendo tablero de transferencia e instalación electromecánica) podemos calcular:

Precio	US\$ 200,000
Periodo	40 años
Horas/año	1,000
Total horas	40,000
Costo/ horas	$200,000/40,000 = \$5/\text{hora}$
Carga media	900 KW
Costo / Kw-h	$5/900 = \text{US\$ } 0.00556/\text{Kw-h}$

En este caso hemos considerado una depreciación al 100% sin valor de reventa. Si este mismo grupo electrógeno se vendiera a las 8,000 horas se considerará una depreciación neta de :

$( \text{US\$ } 200,000 - \text{valor de reventa} ) / 40,000 \text{ horas.}$

#### b) Combustible

El factor de mayor costo es combustible, para averiguar el consumo específico real del grupo electrógeno, se procede así:

$\$/\text{gal} = 1.20$

Consumo (gal/h) = 64.4

Pot. solicitada Grupo Electrónico: 900 KW

$\text{Costo / Kw-h} = ( 64.4 \times 1.2 ) / 900 = 0.08587 \text{ } \$/\text{Kw-h}$

#### c) Lubricantes

El costo por lubricantes tiene el componente siguiente:

Costo de lubricantes por CAMBIO:

Capacidad del carter / Periodo de cambio:

$100 \text{ galones} / 500 \text{ horas} = 0.2 \text{ gal} / \text{h}$

Costo/Kw-h: ( precio del galón aceite: US\$ 8 )

$8\$/\text{gal} \times 0.2 \text{ gal/h} \times 1/900 \text{ KW} = 0.00178 \text{ } \$/\text{Kw-h}$

#### d) Mantenimiento general

Para el cálculo de costo exacto por Kw-h, es necesario un análisis minucioso de cada acción de mantenimiento, reparación de componentes y/o reparaciones parciales o totales, incluyendo frecuencia (horas), costo de repuestos y mano de obra.

Sin embargo para propósitos de estimar costos, podemos sugerir lo siguiente:

Cada reparación general equivale a un 33% de la depreciación estimada.

Ejemplo: Costo de depreciación 0.00556 \$/Kw-h

Reparaciones :  $3 \times 0.33 \times 0.00556 = 0.00551$  US\$/Kw-h

Mantenimiento equivale al 50% del costo de reparación:  $0.0055 \times 0.5 = 0.00275$  \$/Kw-h

Componentes equivalen al 50% del costo de reparación :  $0.0055 \times 0.5 = 0.00275$  \$/Kw-h

Sumando: mantenimiento + componentes + reparaciones = 0.01101 \$/Kw-h, se denomina factor de MANTENIMIENTO "G" (General), el resumen de costos se muestra en el cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1: Costo de utilización de un grupo electrógeno.**

PRECIO VENTA	0.00556 \$/Kw-h	5.33%
COMBUSTIBLE	0.08587	82.40%
LUBRICANTES	0.00178	1.71%
MANTENIMIENTO "G"	0.01101	10.57%
<b>TOTAL</b>	<b>0.10421 US\$/ Kw-h</b>	<b>100%</b>

### 2.3 Ahorro del costo de energía en horas punta.

a) Costo del uso de energía del grupo electrógeno en horas punta por mes

Potencia:  $2,800 \times 0.10421$  \$/Kw-h = 291.788 US\$/ h

$291.788$  US\$/ h  $\times$  2.5 h/ día  $\times$  26 días = **US\$ 18,966.00**

Energía :  $2,800$  Kw  $\times$  2.5 h/ día  $\times$  26 días = 182,000 Kw-h

b) Costo del uso de energía del concesionario en horas punta por mes

Del Cuadro Resumen de facturas del ANEXO A, tenemos:

Precio unitario promedio por potencia contratada de 2.800 KW por mes en Horas Punta:

S/ 36.45 / KW

Precio unitario promedio por consumo de Energía Activa por mes en Horas Punta:

S/ 0.1481 / KW-h

Potencia :  $2,800$  KW  $\times$  S/ 36.45/ KW = S/ 102,060.00

Energía :  $182,000$  Kw-h  $\times$  S/ 0.1481/Kw-h = S/ 26,954.20

Total S/ 129,014.20

Tipo de cambio: US\$ 1.00 = S/ 3.50

Total = US\$ 36,861.00

c) Ahorro estimado

Por mes: US\$ 36,861 – US\$ 18,966 = US\$ 17,895

Por año: US\$ 17,895 x 12 meses = US\$ 214,740

d) Tiempo de recuperación de Inversión

Suministro e Instalación de 03 grupos electrógenos y Tableros de control, paralelo y transferencia automática:

03 X US\$ 200,000 = US\$ 600,000 (Inversión)

US\$ 600,000 / 17,895 US\$/mes = 33.5 meses (aprox.)

Tiempo de recuperación Inversión: 02 años, 09 meses.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES:**

1. Con la finalidad de disminuir el precio de las tarifas eléctricas, las empresas concesionarias deben profundizar sus estudios tendientes a la reducción de las pérdidas en la transmisión y distribución de energía eléctrica, las cuales pueden realizarse con inversiones moderadas.
2. Tomando criterios acertados para el uso racional de energía eléctrica apoyados en el uso de grupos electrógenos, podemos reducir los costos de inversión, operación y mantenimiento, de la Planta Industrial.
3. Un criterio bastante acertado en la toma de decisión para utilizar los grupos electrógenos, es considerar las ventajas técnico – económicas que pueden ofrecer los distribuidores de estos equipos ( FERREYROS S.A.A.) , como es el suministro de repuestos que respalden la inversión efectuada.
4. Del estudio realizado podemos observar que el utilizar grupos electrógenos en Horas Punta permite un ahorro sustancial en el costo de la energía eléctrica, como en nuestro caso, utilizando los grupos electrógenos ya existentes.

### **RECOMENDACIONES:**

1. Es recomendable realizar estudios detallados en lo que se refiere al consumo de energía eléctrica de las diferentes Plantas Industriales del país para conocer: sus potenciales de mejora en el uso racional de energía eléctrica y las posibilidades de ahorro en sus costos de operación.
2. Los grupos electrógenos que fueron adquiridos para casos de emergencia pueden ser utilizados para auto generar energía eléctrica, no solo en función de las Horas Punta, sino en horas en las cuales las características de los procesos productivos nos permitan la modulación del diagrama de carga para mantener los límites de Potencia Contratada.

## **ANEXOS**

### **ANEXO A:**

Facturas del Concesionario de energía Eléctrica (Enero a Diciembre 2001), para la Planta Industrial.

### **ANEXO B: TABLAS**

TABLA N° 1.1: Consumo de energía Activa y Potencia Contratada en Horas Punta de la Planta Industrial, con sus respectivos precios unitarios por mes, de todos los meses del año 2001.

TABLA N° 2.1: Costo del Tablero de Control, Paralelo y de Transferencia, para un G.E. CAT 3512, 1000 KW, 230V.

TABLA N° 2.2: Costo de la instalación Electromecánica de un Grupo Electrónico CAT 3512, 1000 KW, 230V.

TABLA N° 2.3: Costo de Operación de un Grupo Electrónico CAT 3512, 1000KW.

TABLA N° 2.4: Costo de Mantenimiento de un Grupo Electrónico CAT 3512, 1000 KW, 230V.

### **ANEXO C: PLANOS**

EG.122.01: Diagrama Unifilar Eléctrico de la Planta Industrial.

EG.121.01: Plano de disposición de los Grupos Eléctricos en la Casa de Fuerza de la Planta Industrial.

### **ANEXO D: FIGURAS**

FIGURA 01: presión que ejerce un G.E. sobre el área de los soportes (resilientes antivibratorios) en que se apoya.

FIGURA 02: Diseño de una base de cimentación de hormigón para un G.E.

FIGURA 03: instalación Electromecánica de un G.E.

FIGURA 04: Uso de técnicas para aislar el ruido producido por un G.E.

FIGURA 05: Sistema de escape de gases de un G.E.: tubería corta.

FIGURA 06: Sistema de escape de gases de un G.E.: tubería larga.

FIGURA 07: Sistema de ventilación de un G.E.

FIGURA 08: Ducto de evacuación de aire caliente del radiador de un G.E.

FIGURA 09: Sistema de combustible de un G.E.

FIGURA 10: Sistema de arranque eléctrico de un G.E.

### **ANEXO E:**

Presupuesto del distribuidor FERREYROS S.A.A. por un Grupo Electrónico CAT 3512, 1000 KW, 230 V.

**ANEXO A**

**FACTURAS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA Y POTENCIA**

**CONTRATADA DE LA PLANTA INDUSTRIAL – AÑO 2001**

Señores **ALICORP S.A.**  
**Atención** ALEJANDRO PALACIOS  
**Cargo** JEFE DE COMPAÑIAS  
**Dirección Cliente** AV. ARGENTINIDAD 4283 4895 Y PUNTO FINE EN EL CARRETERO ALTA  
**Dirección Cobranza** AV. ARGENTINIDAD 4895 CARRETERO DE LA LIGUA Y ALTA EN PUNTO FINE  
**RUC** 20100055237

**Fecha de Emisión** 01/02/2001  
**Fecha de Expiración** 15/02/2001  
**Fecha de Inicio de Cobranza** 01/02/2001  
**Fecha de Fin de Cobranza** 30/02/2001  
**Fecha de Emisión de Factura** 27/02/2001  
**Fecha de Cierre de Cuenta** 15/02/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

**Tarifa** LIBRE  
**Potencia Máxima Contratada** 4000.00  
**Potencia Contratada Horas Punta** 2800.00  
**Código de Alimentador** K-10  
**Sub Estación de Distribución** 1778  
**Ruta Lectura** 60.002.0037

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demanda Las Respostadas (DAR)	2.632.00	3.992.00
Energía Activa (EAWH)	267.432.00	1.744.408.00
Energía Reactiva (EVARH)	46.632.25	450.110.25
Máxima Demanda Leída (MVL)		

**LECTURAS ACTUALES**   **LECTURAS ANTERIORES**   **CONSUMOS**   **CONSUMOS A FACTURAR**   **PRECIO UNITARIO**   **IMPORTE TOTAL**

CARGO FIJO MENSUAL			11,40
CARGO POR MANTENIMIENTO			83,33
ALUMBRADO PUBLICO			173,18
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	2.800,00	36.0400	100.812,00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA - HORAS PUNTA	1.200,00	9.0100	10.812,00
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA	267.432,00	0.1570	41.880,82
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA	1.744.409,00	0.0954	166.418,82
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>			<b>320.378,36</b>
<b>IGV</b>			<b>57.887,87</b>
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>			<b>378.042,98</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION RECAMBIOSABLE (COTA B)	16.549,05		-118,10
DEUDA ANTERIOR			0,02

63601001

**FECHA DE EMISIÓN:** 31/ENE/2001   **VENCIMIENTO:** 15/FEB/2001   **TOTAL A PAGAR S/:** \*\*\*\*\*377,926.87

**MENSAJE AL CLIENTE:**  
 Les informamos que del 01 de Febrero al 31 de Marzo del 2001, el horario de Atención para realizar los pagos en nuestros Centros de Servicios será de Lunes a Viernes de 8:15 am a 5:00 pm y los días sábados de 9:15 am a 1:00 pm.

**Nº CLIENTE:** 0114243   **Nº RECIBO:** CL-3840   **TARIFA:** LIBRE   **FECHA DE EMISIÓN:** 31/ENE/2001   **VENCIMIENTO:** 15/FEB/2001   **TOTAL A PAGAR S/:** \*\*\*\*\*377,926.87

edelnor



**DATOS DEL SUMINISTRO**

Señores : ALCORP S.A.  
 Atención : ALEJANDRO PALACIOS  
 Cargo : JEFE DE COMPRAS  
 Dirección Cliente : AV. ARGENTINACAR 420 4495 CARMEN DE LA LEGUA CALLAO CA  
 Dirección Cobranza : AV. ARGENTINACAR 4895 CARMEN DE LA LEGUA CALLAO CARMEN DE  
 B.I.C. : 2010093327

**FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO**

Fecha de Inicio : 15/03/2001  
 Mes de Inicio : FEBRERO 2001  
 Fecha de Lectura Anterior : 10/02/2001  
 Fecha de Lectura Actual : 27/02/2001  
 Fecha de Próxima Lectura : 30/03/2001  
 Fecha de Próximo Vencimiento : 15/04/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

Tarifa : LIBRE  
 Potencia Máxima Contratada : 4000.00  
 Potencia Contratada Horas Punta : 2800.00  
 Código de Alimentador : K-10  
 Sub Estación de Distribución : 1778  
 Fecha Lectura : 80.002.0032

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (KW)	2.690.00	4.080.00
Energía Activa (KW.H)	250.663.00	1.560.826.00
Energía Reactiva (KVAR.H)	44.113.50	363.184.78
Máxima Demanda Leída (KW)		

**ENERGÍA Y DEMANDA**

LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
----------------	------------------	------------	--------	----------	---------------------	-----------------	---------------

CARGO FIJO MENSUAL							11.48
CARGO POR MANTENIMIENTO							83.33
ALUMBRADO PUBLICO							162.87
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA				2.800.00	36.0400	100.812.00	
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA				1.200.00	9.0100	10.812.00	
EXCESO POTENCIA REGISTRADA FUERA PUNTA				80.00	9.0100	720.80	
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA				250.663.00	0.1570	39.354.06	
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA				1.560.826.00	0.0934	148.883.72	
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>							<b>300.819.97</b>
I.G.V.							84.185.80
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>							<b>355.085.80</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 9/57							-118.10

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

28/FEB/2001

15/MAR/2001

\*\*\*\*\*354,989.48

**MENSAJES AL CLIENTE**

Les Informamos que del 01 de Febrero al 31 de Marzo del 2001, el horario de Atención para realizar los pagos en nuestros Centros de Servicios será de Lunes a Viernes de 8:15 am a 5:00 pm y los días sábados de 9:15 am a 1:00 pm

**Nº CLIENTE:**

**Nº RECIBO:**

**TARIFA:**

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

0 114 24

CL-3923

LIBRE

28/FEB/2001

15/MAR/2001

\*\*\*\*\*354,989.48

edelnor

0114243 7 035496946 15 03 2001 7



0114243 7 035496946 15 03 2001 7

Señores : ALCORP S A  
 Atención : ALEJANDRO PALACIOS  
 Cargo : JEFE DE COMPRAS  
 Dirección Cliente : AV ARGENTINACAR 4781 4885 CARMEN DE LA LEGUIA CALLE ARGENTINACAR  
 Dirección Cobranza : AV ARGENTINACAR 4885 CARMEN DE LA LEGUIA CALLE ARGENTINACAR  
 R.U.C. : 2010095237

Historia de Boletines : 16 MAR 2001  
 Mes de Facturación : MAR 2001  
 Fecha de Lectura Anterior : 27/02/2001  
 Fecha de Lectura Actual : 03/03/2001  
 Fecha de Próxima Lectura : 27/03/2001  
 Fecha de Próximo Vencimiento : 15/05/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES:**

Tarifa : LIBRE  
 Potencia Máxima Contratada : 4000 00  
 Potencia Contratada Horas Punta : 2800 00  
 Código de Alimentador : K-10  
 Sub Estación de Distribución : 1770  
 Ruta Lectura : 80 002 0032

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (kW)	2 768 00	4 080 00
Energía Activa (kWh)	278 568 00	1 680 712 00
Energía Reactiva (kVArh)	51 158 25	416 882 00
Máxima Demanda Leída(kW)		

**ENERGÍA Y DEMANDA**

LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
----------------	------------------	------------	--------	----------	---------------------	-----------------	---------------

CARGO FIJO MENSUAL							11,48
CARGO POR MANTENIMIENTO							63,33
ALUMBRADO PUBLICO							162,87
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA				2 800 00	36 7200		102 816,00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA				1 200 00	9 1800		11 016,00
EXCESO POTENCIA REGISTRADA FUERA PUNTA				60 00	9 1800		850,80
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA				278 568 00	0 1623		45 211,80
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA				1 680 712 00	0 0968		165 718,20
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>							<b>325 848,95</b>
I.G.V.							58 598,89
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>							<b>384 148,84</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 10/57							-120,00

**FECHA DE EMISIÓN:**

**VENCIMIENTO:**

**TOTAL A PAGAR \$/:**

31/MAR/2001

16/ABR/2001

\*\*\*\*\*384,028.84

**MENSAJES AL CLIENTE:**

**Nº CLIENTE**

**Nº RECIBO**

**TARIFA**

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR \$/:**

0114243

CL-4007

LIBRE

31/MAR/2001

16/ABR/2001

\*\*\*\*\*384,028.84

**edelnor**

0114243 7 038402894 16 04 2001 K



0114243 7 038402894 16 04 2001 K

DATOS DEL SUMINISTRO		FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO	
Señora	: ALICORP S.A.	Fecha de Recibo	: 15/05/2001
Atención	: ALEJANDRO PALACIOS	Fecha de Facturación	: 15/05/2001
Cargo	: JEFE DE COMPRAS	Fecha de Lectura Anterior	: 15/05/2000
Dirección Cliente	: AV. ARGENTINA 4895 CARMEN DE LA LEGUA CALLE 10 CA	Fecha de Lectura Actual	: 20/05/2001
Dirección Cobranza	: AV. ARGENTINA 4895 CARMEN DE LA LEGUA CALLE 10 CA	Fecha de Próxima Lectura	: 30/05/2001
R.U.C.	: 20100053237	Fecha de Próxima Verificación	: 15/06/2001

DATOS TÉCNICOS COMERCIALES		CONSUMO DE ENERGÍA		
Tarifa	: LIBRE			
Potencia Máxima Contratada	: 4000 00	Horas Punta	Fuera Punta	
Potencia Contratada Horas Punta	: 2800 00	Demandas Registradas (KW)	2 764 00	4 128,00
Código de Alimentador	: K-10	Energía Activa (KWH)	229 937 00	1 503 074,00
Sub Estación de Distribución	: 177R	Energía Reactiva (KVARH)	37 758 75	358 188,50
Fecha Lectura	: 80.002-0032	Máxima Demanda Leída(KW)		

ENERGÍA Y DEMANDA	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PAGO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
-------------------	----------------	------------------	------------	--------	----------	---------------------	---------------	---------------

CARGO FIJO MENSUAL								11,48
CARGO POR MANTENIMIENTO								83,33
ALUMBRADO PÚBLICO								148,68
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA				2 800 00		37 0100		103 628,00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA				1 200 00		9 2500		11.100,00
EXCESO POTENCIA REGISTRADA FUERA PUNTA				128 00		9 2500		1.184,00
ENERGÍA ACTIVA EN HORAS PUNTA				229 937 00		0 1828		37.387,78
ENERGÍA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA				1 503 074 00		0 0988		148 503,71
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>								<b>302 027,82</b>
I.G.V.								84 388,01
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>								<b>386 415,83</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 11/57								-120,24

FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
30/ABR/2 001	15/MAY/2001	***356,272.59

MENSAJES AL CLIENTE

N° CLIENTE	N° RECIBO	TARIFA	FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
0114243	CL-4092	LIBRE	30/ABR/2001	15/MAY/2001	*****356,272. 9

**edelnor**

0114243 7 035627259 15 05 2001 0



0114243 7 035627259 15 05 2001 0



**DATOS DEL SUMINISTRO**

Valores : ALCORP S.A.  
 Atención : ALVARO PALACIOS  
 Cargo : JEFE DE COLECCIÓN  
 Dirección Cliente : AV. ARGENTINACAR 4201 4805 CARMEN DE LA LEGUA CALLEJO CA  
 Dirección Cobertura : AV ARGENTINACAR 4201 4805 CARMEN DE LA LEGUA CALLEJO CA  
 R.U.C. : 20100055237

**FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO**

Hora de Inicio : 01/11/78  
 Mes de Facturación : MAYO 2001  
 Fecha de Lectura Anterior : 29/04/2001  
 Fecha de Lectura Actual : 30/05/2001  
 Fecha de Próxima Lectura : 29/06/2001  
 Fecha de Próxima Vencimiento : 15/07/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

Tarifa : LIBRE  
 Potencia Máxima Contratada : 4000 00  
 Potencia Contratada Horas Punta : 2800 00  
 Código de Alimentador : K-10  
 Sub Estación de Distribución : 1778  
 Ruta Lectura : 80.002.0032

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (KW)	2 620 00	4 092,00
Energía Activa (KWH)	258 134 00	1 742 222,00
Energía Reactiva (KVAR.H)	40 906 50	415 484,00
Máxima Demanda Lelda(KW)		

**ENERGÍA Y DEMANDA**

	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
CARGO FIJO MENSUAL								11,00
CARGO POR MANTENIMIENTO								83,00
ALUMBRADO PUBLICO								148,60
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA					2 800 00	36 6100		102.608,00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA					1 320 00	9 1500		12.078,00
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA					258 134 00	0 1492		39 513,00
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA					1 742 222 00	0 0991		172.654,20
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>								<b>325.978,05</b>
I.G.V.								<b>58.078,23</b>
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>								<b>384.056,28</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE (C/10TA 1257)								<b>-120,00</b>

**FECHA DE EMISIÓN**

31/MAY/2001

**VENCIMIENTO**

15/JUN/2001

**TOTAL A PAGAR \$/.**

\*\*\*\*\*38 4534.88

**MENSAJES AL CLIENTE**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicio es de 8:15 a 17:00 horas (Lunes a Viernes) y de 9:15 a 13:00 horas (Sábados).  
 Afiliase a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial

**Nº CLIENTE**

0114243

**Nº RECIBO**

CL-4178

**TARIFA**

LIBRE

**FECHA DE EMISIÓN**

31/MAY/2001

**VENCIMIENTO**

15/JUN/2001

**TOTAL A PAGAR \$/.**

\*\*\*\*\*384,534.88

edelnor

0114243 7 038453468 15 06 2001 7



011-42-43 7 03 84 534 68 06 2001 7

**FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO**

**Empresa:** ALICORP S.A.  
**Atención:** ALEJANDRO PALACIOS  
**Cargo:** JEFE DE COMIDAS  
**Dirección Cliente:** AV. ARGENTINA/CAR 426 4895 CARMEN DE LA LEGUIA CALLE 11  
**Dirección Cobranza:** AV. ARGENTINA 4895 CARMEN DE LA LEGUIA CALLE 11 NIVEL 11  
**R.U.C.:** 20100053237

**Fecha de Emisión:** 30 JUN 2001  
**Mes de Facturación:** JUNIO 2001  
**Fecha de Lectura Anterior:** 30/05/2001  
**Fecha de Lectura Actual:** 29/06/2001  
**Fecha de Próxima Lectura:** 30/07/2001  
**Fecha de Próxima Vencimiento:** 15/07/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

**Tarifa:** LIBRE  
**Potencia Máxima Contratada:** 4120 00  
**Potencia Contratada Horas Punta:** 2800 00  
**Código de Alimentador:** K-10  
**Sub Estación de Distribución:** 1778  
**Rule Lectura:** 60-002 0032

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (kW)	2 660 00	4 124 00
Energía Activa (kWh)	259 301 00	1 705 010 00
Energía Reactiva (kVArh)	49 680 90	401 746 80
Máxima Demanda UeldatKW		

**ENERGÍA Y DEMANDA**

**LECTURA ACTUAL**

**LECTURA ANTERIOR**

**DIFERENCIA**

**FACTOR**

**CONSUMOS**

**CONSUMOS A FACTURAR**

**PRECIOS UNITARIOS**

**IMPORTE TOTAL**

CARGO FIJO MENSUAL			11,88
CARGO POR MANTENIMIENTO			83,88
ALUMBRADO PÚBLICO			164,82
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	2 800 00	36 6400	102.592,00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA	1 320 00	9 1800	12.091,20
EXCESO POTENCIA REGISTRADA FUERA PUNTA	4 00	27 4800	109,92
ENERGÍA ACTIVA EN HORAS PUNTA	259 301 00	0 1488	38 683,99
ENERGÍA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA	1 705 010 00	0 0991	188.988,48
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>			<b>322.563,82</b>
<b>I.G.V.</b>			<b>68.085,03</b>
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>			<b>380.648,85</b>
EVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 1357			-120,80

**FECHA DE EMISIÓN:**

**VENCIMIENTO:**

**TOTAL A PAGAR S/.**

30/JUN/2001

16/JUL/2001

\*\*\*\*\*380,527.95

**MENSAJES AL CLIENTE.**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicio es de 8:15 a 17:00 horas (Lunes a Viernes) y de 9:15 a 13:00 horas (Sábados).  
 Afíliase a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial.

**Nº CUENTE:**

**Nº RECIBO:**

**TARIFA:**

**FECHA DE EMISIÓN:**

**VENCIMIENTO:**

**TOTAL A PAGAR S/.**

0114243

CL-4265

LIBRE

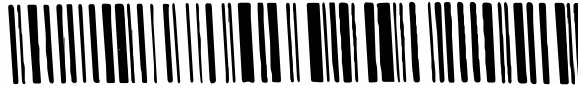
30/JUN/2001

16/JUL/2001

\*\*\*\*\*380,527.95

**edelnor**

0114243 7 038052795 16 07 2001 8



0114243 7 038052795 16 07 2001 8

Señora : ALCORP SA  
 Atención : ALEJANDRO PALACIOS  
 Cargo : JEFE DE COMPRAS  
 Dirección Cliente : AV. ARGENTINACAB 4200 4995 CAVIEN DE LA LEGUA CALLAO CA  
 Dirección Cobranza : AV. ARGENTINACAB 4200 4995 CAVIEN DE LA LEGUA CALLAO CAVIEN DE  
 R.U.C. : 2010003237

Unidad Medida : CL 4351  
 Mes de Facturación : JULIO 2001  
 Fecha de Lectura Anterior : 20/07/2001  
 Fecha de Lectura Actual : 30/07/2001  
 Fecha de Próxima Lectura : 30/08/2001  
 Fecha de Próximo Vencimiento : 15/09/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

Tarifa : LIBRE  
 Potencia Máxima Contratada : 4120.00  
 Potencia Contratada Horas Punta : 2800.00  
 Código de Alimentador : K-10  
 Sub Estación de Distribución : 1778  
 Ruta Lectura : 80-002-0032

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (kW)	2 704.00	4 180.00
Energía Activa (kWh)	254 522.00	1 690 823.00
Energía Reactiva (kVArh)	50 832.00	412 089.78
Máxima Demanda Leída (kW)		

ENERGÍA Y DEMANDA	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
-------------------	----------------	------------------	------------	--------	----------	---------------------	-----------------	---------------

CARGO FIJO MENSUAL								11.88
CARGO POR MANTENIMIENTO								83.89
ALUMBRADO PÚBLICO								184.82
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	2 800.00 ✓					38 8400 ✓		102 892.00 ✓
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA	1 320.00 ✓					9 1800 ✓		12 081.30 ✓
EXCESO POTENCIA REGISTRADA FUERA PUNTA	60.00 ✓					27 4800 ✓		1 848.00 ✓
ENERGÍA ACTIVA EN HORAS PUNTA	254 522.00 ✓					0 1488 ✓		37 872.87 ✓
ENERGÍA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA	1 690 823.00 ✓					0 0991 ✓		187 580.88 ✓
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>								<b>322 005.38 ✓</b>
IGV								57 060.86
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>								<b>379 066.31</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 1457			165					-120.80

FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
31/JUL/2001	15/AGO/2001	*****379,845.71

**MENSAJES AL CLIENTE**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicios es de 8:15 a 17:00 horas (Lunes a Viernes) y de 9:15 a 17:00 horas (Sábados).  
 Afílese a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial

Nº CLIENTE	Nº RECIBO	TARIFA	FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
0114243	CL-4351	LIBRE	31/JUL/2001	15/AGO/2001	*****379,845.71

0114243 7 037984571 15 08 2001 0



edelnor

**DATOS DEL SUMINISTRO**

**Señores** : ALICORP S.A.  
**Atención** : ALEJANDRO PINACIOS  
**Cargo** : JEFE DE COMPAÑIAS  
**Dirección Cliente** : AV. ARGENTINACAR 4201 4495 CARMEN DE LA LEGUIA CALLE 4  
**Dirección Cobranza** : AV. ARGENTINA 4695 CARMEN DE LA LEGUIA CALLE 4 PABILLON  
**R.U.C.** : 20100053237

**FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO**

**Fecha de Emisión** : 31/AGO/2001  
**Fecha de Lectura** : 17/SET/2001  
**Fecha de Lectura Anterior** : 30/07/2001  
**Fecha de Lectura Actual** : 30/07/2001  
**Fecha de Última Lectura** : 29/07/2001  
**Fecha de Próximo Vencimiento** : 15/09/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

**Tarifa** : LIBRE  
**Potencia Máxima Contratada** : 4200 00  
**Potencia Contratada Horas Punta** : 2800 00  
**Código de Alimentador** : K-10  
**Sub Estación de Distribución** : 1778  
**Ruta Lectura** : 60-002-0032

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (kVA)	2 608 00	4 072 00
Energía Activa (kWh)	258 659 00	1 783 706 00
Energía Reactiva (kVArh)	58 794 00	482 988 25
Máxima Demanda (Leak)kW		

**ENERGÍA Y DEMANDA**

**LECTURA ACTUAL**

**LECTURA ANTERIOR**

**DIFERENCIA**

**FACTOR**

**CONSUMOS**

**CONSUMOS A FACTURAR**

**PRECIO UNITARIO**

**IMPORTE TOTAL**

CARGO FIJO MENSUAL			11.80
CARGO POR MANTENIMIENTO			63.85
ALUMBRADO PUBLICO			187.80
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	2 800 00	36 6400	102 592.00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA	1 400 00	9 1600	12 824.00
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA	258 659 00	0 1468	36 488.48
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA	1 761 706 00	0 0991	174 783.28
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>			<b>328 930.82</b>
<b>I.G.V.</b>			<b>59 207.31</b>
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>			<b>388 138.13</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLO SAHLE CUOTA 15/57			-120.80

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

31/AGO/2001

17/SET/2001

\*\*\*\*\*388,017.53

**MENSAJES AL CLIENTE**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicios es de 8:15 a 17:00 horas (lunes a viernes) y de 9:15 a 11:00 horas (Sábados).  
 Afiliarse a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial.

**Nº CLIENTE**

**Nº RECIBO**

**TARIFA**

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

0114243

CL-4438

LIBRE

31/AGO/2001

17/SET/2001

\*\*\*\*\*388,017.53

ed eh or

0114243 7 038801753 17 09 2001 4



0114243 7 03880175 317 09 2001 4



**DATOS DEL SUMINISTRADO**

Señores : ALCORP S.A.  
 Atendón : ALEJANDRO PALACIOS  
 Cargo : JEFE DE COMPRAS  
 Dirección Cliente : AV. ARGENTINA/CAR 420 4995 CARMEN DE LA LECTUA CALLE 4  
 Dirección Cobranza : AV. ARGENTINA 4995 CARMEN DE LA LECTUA CALLE 4 CARMEN DE LA LECTUA  
 R.U.C. : 7010003327

**FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO**

Número de Facturas : 71 4578  
 Mes de Facturación : SE 11/2001  
 Fecha de Lectura Anterior : 30/09/2001  
 Fecha de Lectura Actual : 29/10/2001  
 Fecha de Próxima Lectura : 30/10/2001  
 Fecha de Próximo Vencimiento : 15/11/2001

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

Tarifa : LIBRE  
 Potencia Máxima Contratada : 4200 00  
 Potencia Contratada Horas Punta : 2800 00  
 Código de Alimentador : K-10  
 Sub Estación de Distribución : 1778  
 Ruta Lectura : 80-002-0032

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (kW)	7 578 00	4 104,00
Energía Activa (kW h)	249 384 00	1 665 370,00
Energía Reactiva (kVAr h)	50 793,00	422 818,28
Máxima Demanda Leída (KW)		

ENERGÍA Y DEMANDA	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
-------------------	----------------	------------------	------------	--------	----------	---------------------	-----------------	---------------

CARGO Fijo MENSUAL								11,88
CARGO POR MANTENIMIENTO								83,88
ALUMBRADO PUBLICO								187,00
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA					2 800 00		36 6400	102 592,00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA					1 400 00		9 1800	12 824,00
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA					249 384 00		0 1488	37 100,34
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA					1 665 370 00		0 0991	168 038,17
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>								<b>317 808,41</b>
I.G.V.								87 204,97
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>								<b>378 010,38</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 1657								-120,00

FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
3 0/SE/200 1	15/OCT/2001	*****374,889.78

**MENSAJES AL CLIENTE**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicio es de 8:15 a 17:00 horas (Lunes a Viernes) y de 9:15 a 13:00 horas (Sábados).  
 Afíliase a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial

Nº CLIENTE	Nº RECIBO	TARIFA	FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
0114243	CL-4526	LIBRE	30/SE/2001	15/OCT/2001	*****374,889.78

**edelnor**



Atención: ALEJANDRO PALACIOS  
 Cargo: JEFE DE COMPAÑAS  
 Dirección Cliente: AV. ARGENTINA 4895 CARMEN DE LA LEGUA CALLE 40  
 Dirección Cobranza: AV. ARGENTINA 4895 CARMEN DE LA LEGUA CALLE 40  
 R.U.C.: 20100055237

Max de Facturación: 15/11/2001  
 Fecha de Lectura Anterior: 29/10/2001  
 Fecha de Lectura Actual: 30/10/2001  
 Fecha de Próxima Lectura: 29/11/2001  
 Fecha de Próxima Facturación: 15/12/2001

**DATOS TÉCNICOS/COMERCIALES**

**CONSUMO DE ENERGÍA**

Tarifa: LIBRE  
 Potencia Máxima Contratada: 4200.00  
 Potencia Contratada Horas Punta: 2800.00  
 Código de Alimentador: K-10  
 Sub Estación de Distribución: 1778  
 Ruta Lectura: 00 002 0032

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (KW)	2 568.00	4 048.00
Energía Activa (KWh)	253 204.00	1 757 836.00
Energía Reactiva (KVarh)	47 329.50	443 041.50
Máxima Demanda Leída(KW)		

**ENERGÍA Y DEMANDA**

**LECTURAS ACTUALES**

**LECTURAS ANTERIORES**

**DIFERENCIA**

**FACTOR**

**CONSUMOS**

**CONSUMOS A FACTURAR**

**PRECIOS UNITARIOS**

**IMPORTE TOTAL**

CARGO FIJO MENSUAL			11.00
CARGO POR MANTENIMIENTO			63.85
ALUMBRADO PUBLICO			187.50
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA	2 800.00	36 1900	101 332.00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA	1 400.00	0 0500	12 670.00
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA	253 204.00	0 1494	37 828.86
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA	1 757 636.00	0 0994	174 709.02
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>			<b>326 782.80</b>
I.G.V.			68 820.87
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>			<b>385 603.47</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 12757			-120.97

Edelnor S.A.  
 M. JUSTAUNAU

63600001  
 67689  
 Compensada N°

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

31/OCT/2001

15/NOV/2001

\*\*\*\*\*385,482.50

**MENSAJES AL CLIENTE**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicios es de 8:15 a 17:00 horas (Lunes a Viernes) y de 9:15 a 13:00 horas (Sábados).  
 Afíliase a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial

**Nº CUENTE**

**Nº RECIBO**

**TARIFA**

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

0114243

CL-4614

LIBRE

31/OCT/2001

15/NOV/2001

\*\*\*\*\*385,482.50

edelnor

0114243 7 038548250 15 11 2001 0



0114243 7 038548250 15 11 2001 0

**FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO**

**Senores** : **ALVARO PALACIOS**  
**Atención** : **ALEJANDRO PALACIOS**  
**Cargo** : **JEFE DE COMPRAS**  
**Dirección Cliente** : **AV. ARGENTINA/CAB 47A1 405 CARMEN DE LA LEGUA CALLAO**  
**Dirección Cobranza** : **AV. ARGENTINA 4695 CARMEN DE LA LEGUA CALLAO CARMEN**  
**R.U.C.** : **20100051237**

**Fecha de Emisión** : **30/11/2001**  
**Mes de Expiración** : **16/12/2001**  
**Fecha de Lectura Anterior** : **30/10/2001**  
**Fecha de Lectura Actual** : **29/11/2001**  
**Fecha de Próxima Lectura** : **30/12/2001**  
**Fecha de Próxima Cobranza** : **15/01/2002**

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

**CONSUMO DE ENERGÍA**

**Tarifa** : **LIBRE**  
**Potencia Máxima Contratada** : **4200 00**  
**Potencia Contratada Horas Punta** : **2000 00**  
**Código de Alimentador** : **K-10**  
**Sub Estación de Distribución** : **1778**  
**Fecha Lectura** : **00-002 0032**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Respetivas (kW)	2 652.00	4 204.00
Energía Activa (kWh)	258 249.00	1 731 570.00
Energía Reactiva (kVArh)	61 956.00	508 065.25
Máxima Demanda y Energía (kW)		

**ENERGÍA Y DEMANDA**

**LECTURA ACTUAL**

**LECTURA ANTERIOR**

**DIFERENCIA**

**FACTOR**

**CONSUMOS**

**CONSUMOS A FACTURAR**

**PRECIO UNITARIO**

**IMPORTE TOTAL**

CARGO FLO MENSUAL									11.88
CARGO POR MANTENIMIENTO									83.88
ALUMBRADO PUBLICO									187.00
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA				2 000.00		36 1900			101 332.00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA				1 400.00		9 0500			12 070.00
EXCESO POTENCIA REGISTRADA FUERA PUNTA				4.00		27 1500			108.00
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA				258 249.00		0 1235			31 893.78
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA				1 731 570.00		0 0865			153 244.74
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>									<b>299 491.88</b>
I.G.V.									93 908.88
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>									<b>353 400.88</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 18/57									-107.70

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

30/NOV/2001

17/DIC/2001

\*\*\*\*\*353,292.85

**MENSAJES AL CLIENTE**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicio es de 8:15 a 17:00 horas (Lunes a Viernes) y de 9:15 a 11:00 horas (Sábados).  
 Afiliarse a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial.  
 Cliente posee modalidad débito por Cuenta BANCO DE CREDITO DEL PERU.

**Nº CLIENTE**

**Nº RECIBO**

**TARIFA**

**FECHA DE EMISIÓN**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

0 142 31

CL-4704

LIBRE

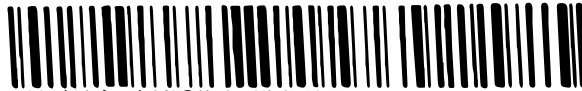
30/NOV/2001

17/DIC/2001

\*\*\*\*\*353,29 2.85

**edelnor**

01142437035329285 17 12 2001 2



01142437035329285 17 12 2001 2

**DATOS DEL SUMINISTRO**

Señores : **ALCOP S.A**  
 Atención : **ALEJANDRO PALACIOS**  
 Cargo : **JEFE DE COMPRAS**  
 Dirección Cliente : **AV. APURIMACAS 4701 4495 CARMEN DE LA LEGUIA CALLAO**  
 Dirección Cobranza : **CALLE OCEANION 860 017 PISO 11 SAN ISIDRO LIMA SAN DIEGO**  
 R.U.C. : **20100033237**

**FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO**

Tipo de Servicio : **21 2354**  
 Mes de Facturación : **ENE/ENE/2002**  
 Fecha de Lectura Anterior : **29/11/2001**  
 Fecha de Lectura Actual : **30/12/2001**  
 Fecha de Próxima Lectura : **30/01/2002**  
 Fecha de Próximo Vencimiento : **15/02/2002**

**DATOS TÉCNICOS COMERCIALES**

Tarifa : **LIBRE**  
 Potencia Máxima Contratada : **4200 00**  
 Potencia Contratada Horas Punta : **2800 00**  
 Código de Alimentador : **K-10**  
 Sub Estación de Distribución : **1778**  
 Ruta Lectura : **80-002-0032**

**CONSUMO DE ENERGÍA**

	Horas Punta	Fuera Punta
Demandas Registradas (KW)	7 600 00	4 118 00
Energía Activa (KWH)	223 712 00	1 457 897 00
Energía Reactiva (KVAR H)	47 682 75	388 870 25
Máxima Demanda Leída(KW)		

**ENERGIA Y DEMANDA**

**LECTURA ACTUAL**

**LECTURA ANTERIOR**

**DIFERENCIA**

**FACTOR**

**CONSUMOS**

**CONSUMOS A FACTURAR**

**PRECIO UNITARIO**

**IMPORTE TOTAL**

CARGO Fijo MENSUAL									11.88
CARGO POR MANTENIMIENTO									83.89
ALUMBRADO PUBLICO									187.80
POTENCIA CONTRATADA HORAS PUNTA			2 800 00			36 0700			100 898.00
DIFERENCIA DE POTENCIA CONTRATADA FUERA DE PUNTA Y HORAS PUNTA			1 400 00			9 0100			12 814.00
ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA			223 712 00			0 1213			27 138.27
ENERGIA ACTIVA EN FUERA DE PUNTA			1 457 897 00			0 0685			128 732.31
<b>SUBTOTAL MES ACTUAL</b>									<b>289 721.48</b>
<b>L.Q.V.</b>									<b>48 549.80</b>
<b>TOTAL MES ACTUAL</b>									<b>318 271.34</b>
DEVOLUCION CONTRIBUCION REEMBOLSABLE CUOTA 19/57									-107.48

*163,200*

**FECHA DE EMISION**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

31/DIC/2001

15/ENE/2002

\*\*\*\*\*318,163.88

**MENSAJES AL CLIENTE**

El horario de atención para pagos en nuestros Centros de Servicio es de 8:15 a 17:00 horas (Lunes a Viernes) y de 9:15 a 13:00 horas (Sábados)  
 Afíliase a nuestro sistema de cargo en cuenta, contacte a su Ejecutivo Comercial  
 Cliente posee modalidad débito por CtaCte BANCO DE CREDITO DEL PERU

**Nº CLIENTE**

**Nº RECIBO**

**TARIFA**

**FECHA DE EMISION**

**VENCIMIENTO**

**TOTAL A PAGAR S/.**

0114243

CL-47 94

LIBRE

31/DIC/2001

15/ENE/2002

\*\*\*\*\*318,163.88

**edelnor**

0114243 7 031016388 15 01 2002 1



0114243 7 031016388 15 01 2002 1



**ANEXO B**

## TABLAS

**TABLA N° 1.1 CUADRO RESUMEN DE FACTURAS DEL CONSUMO DE ENERGIA Y DEMANDA DE LA PLANTA INDUSTRIAL**

	Pot.Max.Contr. (KW)	Pot.Contr.HP (KW)	Dem.Reg.HP (KW)	P.U.Dem.Reg.HP (\$/ KW)	Energ.Act.HP (KW-H)	P.U.Energ.Act.HP (\$/ KW-H)	P.T.Dem.HP (\$/.)	P.T.Energ.Act.HP (\$/.)	Total HP (\$/.)
<b>ENERO</b>	4,000	2,800	2,632	36.04	267,432	0.1570	100,912	41986.82	142,898.82
<b>FEBRERO</b>	4,000	2,800	2,696	36.04	250,663	0.1570	100,912	39354.09	140,266.09
<b>MARZO</b>	4,000	2,800	2,768	36.72	278,568	0.1623	102,816	45211.59	148,027.59
<b>ABRIL</b>	4,000	2,800	2,764	37.01	229,937	0.1626	103,628	37387.76	141,015.76
<b>MAYO</b>	4,120	2,800	2,620	36.61	258,136	0.1492	102,508	38513.89	141,021.89
<b>JUNIO</b>	4,120	2,800	2,660	36.64	259,301	0.1488	102,592	38583.99	141,175.99
<b>JULIO</b>	4,120	2,800	2,704	36.64	254,522	0.1488	102,592	37872.87	140,464.87
<b>AGOSTO</b>	4,200	2,800	2,608	36.64	258,659	0.1488	102,592	38488.46	141,080.46
<b>SETIEMBRE</b>	4,200	2,800	2,528	36.64	249,384	0.1488	102,592	37108.34	139,700.34
<b>OCTUBRE</b>	4,200	2,800	2,568	36.19	253,204	0.1494	101,332	37828.68	139,160.68
<b>NOVIEMBRE</b>	4,200	2,800	2,652	36.19	258,249	0.1235	101,332	31893.75	133,225.75
<b>DICIEMBRE</b>	4,200	2,800	2,600	36.07	223,712	0.1213	100,996	27136.27	128,132.27
<b>PROMEDIO</b>	4,113	2,800	<b>2,650</b>	<b>36.45</b>	253,481	<b>0.1481</b>	102,067	37,613.88	139,680.88

**Del CUADRO RESUMEN podemos concluir que son necesarios 03 Grupos Electr6genos de 1,000 KW cada uno, con un factor de carga de 0.9 lo que resulta un total de 2,700 KW que cubre la demana promedio real de la Planta Industrial en Horas Punta (HP) de 2,650 KW**

**TABLA N° 2.1: TABLERO DE CONTROL, PROTECCIÓN, PARALELO Y TRANSFERENCIA**

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Venta US\$</b>
1	Sumin. e inst. accesorios	1	Global	10,386.00
2	Celda Toma Tensión 10 KV	1	Unidad	5,386.00
3	Panel de Control	1	Unidad	27,131.00
4	Cableado interconex.control	1	Global	2,577.00

**COSTO TOTAL POR 03 TABLEROS DE CONTROL US\$ 45,480.00**

**COSTO TOTAL POR 01 TABLERO DE CONTROL US\$ 15160**

**TABLA N° 2.2: INST. ELECTROM. DE 01 GRUPOELECTRÓGENO CAT 3512, 1000KW, 220V.**

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Venta US\$</b>
1	Base de cimentación	1	Unidad	1,800.00
2	Montaje y Fijación	1	Unidad	400
3	Sistema gases de escape	1	Global	1,200
4	Sistema de combustible	1	global	2,400
5	Sistema de ventilación	1	Global	800
6	Sistema de arranque	1	Unidad	800
7	Sistema eléctrico y de tierra	1	Global	7,200

**COSTO TOTAL INST. ELECTROM. 01 G.E. CAT 3512, 1000 KW: US\$**

**14,600.00**

**TABLA N° 2.3: COSTO OPERACIÓN DE 01 GRUPO ELECTRÓGENO CAT 3512**

	<b>Costo US\$</b>	<b>Costo US\$/H</b>	<b>Costo US\$/KWH</b>	<b>Total %</b>
<b>Precio de Venta</b>	200,000	5	0.00556	5.33%
<b>Combustible</b>	3,091,200	77.28	0.08587	82.40%
<b>Aceite</b>	64,000	1.6	0.00178	1.71%
<b>Mantenimiento General</b>	396,400	9.91	0.01101	10.57%
<b>COSTO TOTAL US\$</b>	<b>3,751,600</b>	<b>93.79</b>	<b>0.10421</b>	<b>100%</b>

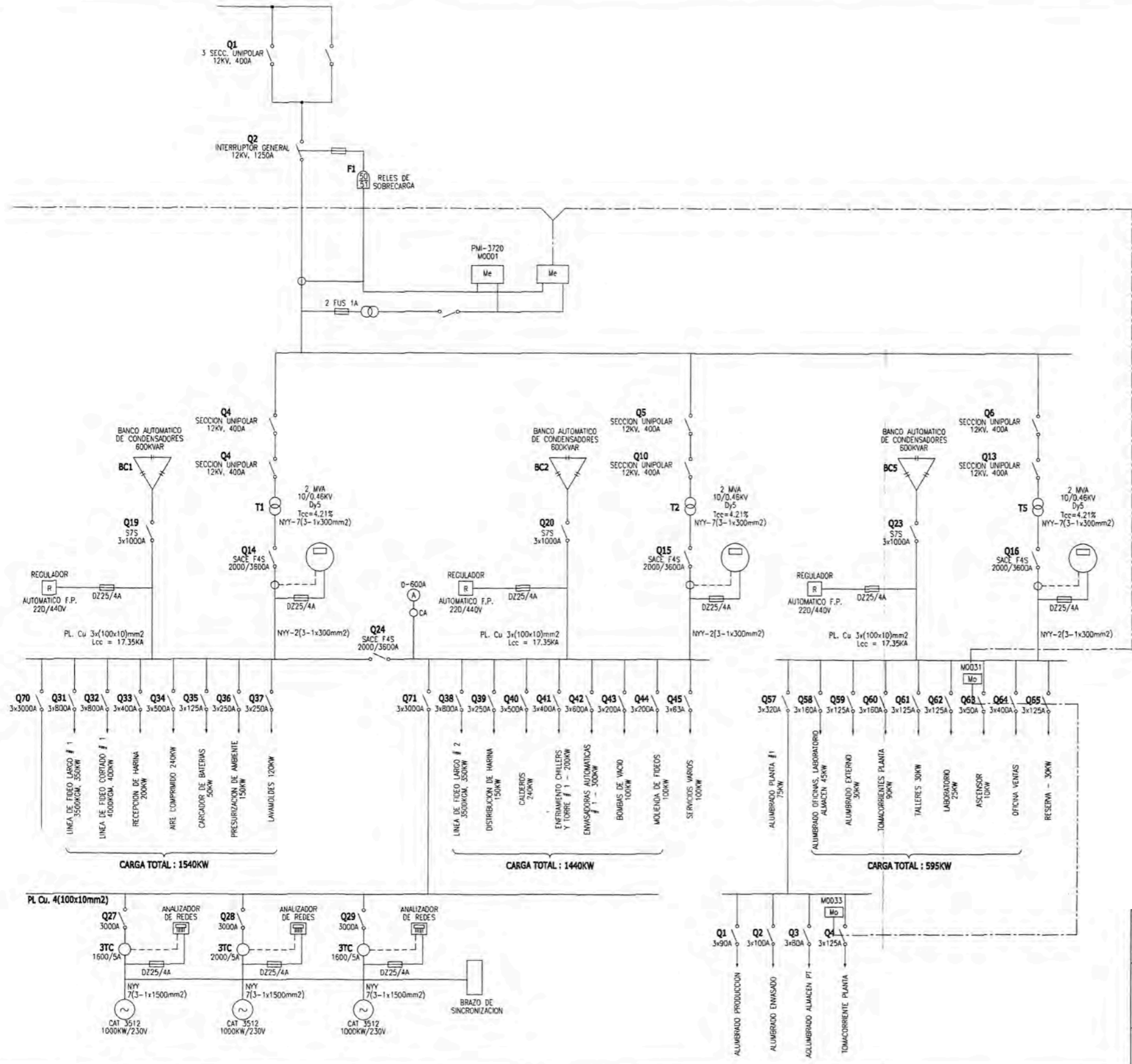
**TABLA N° 2.4: COSTO MANTENIMIENTO GENERAL DE 01 GRUPO ELECTRÓGENO CAT 3512**

	<b>Costo US\$</b>	<b>Costo US\$/H</b>	<b>Costo US\$/KWH</b>	<b>% DEPRECIACION</b>
<b>Depreciación</b>	200,000	5	0.00556	
<b>Examen y Reparación</b>	198,000	4.95	0.00550	99.00%
<b>Componentes</b>	99,000	2.48	0.00275	49.50%
<b>Mantenimiento</b>	99,000	2.48	0.00275	49.50%
<b>COSTO TOTAL US\$</b>	<b>396,000</b>	<b>9.91</b>	<b>0.01101</b>	

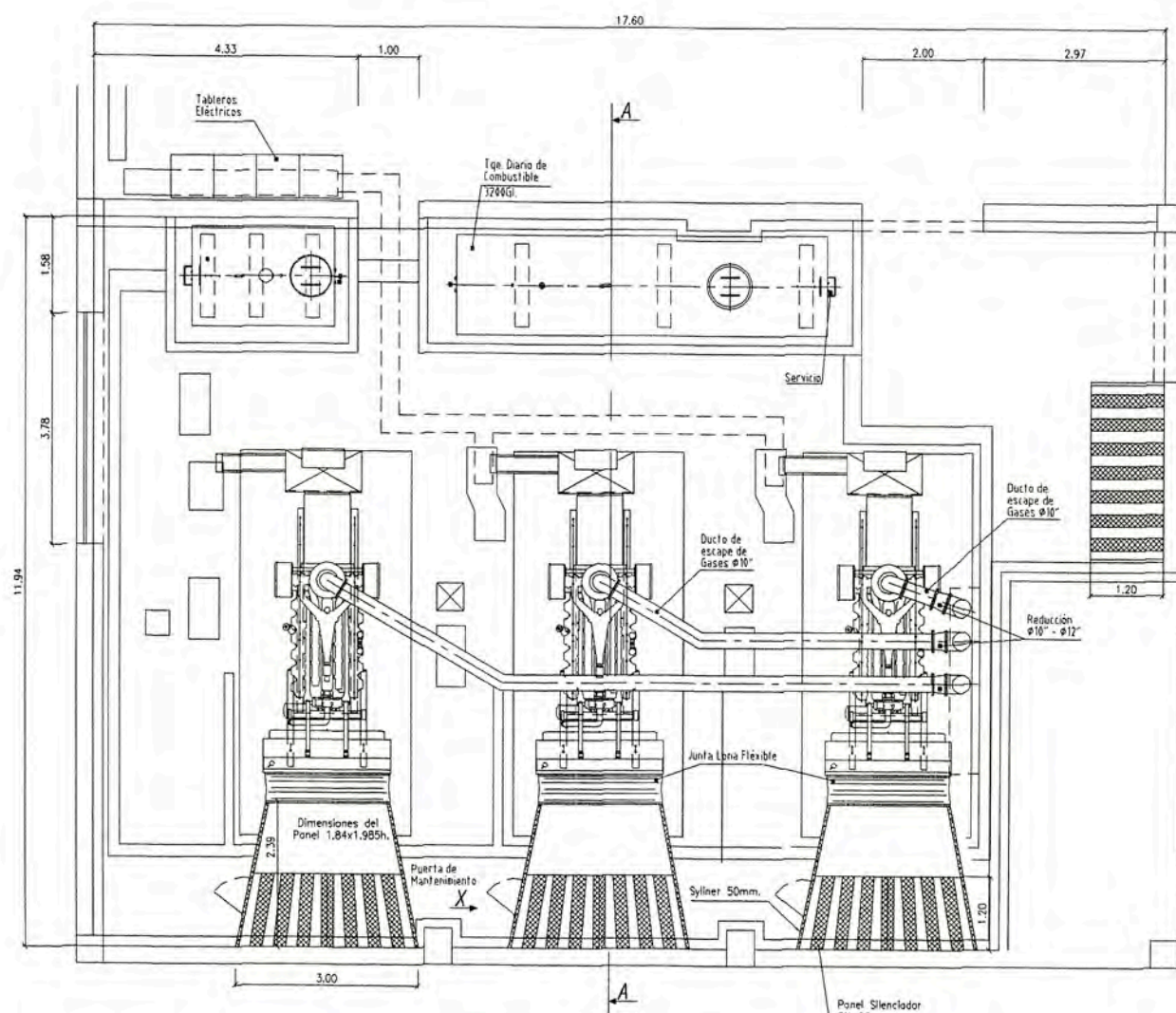
**ANEXO C**



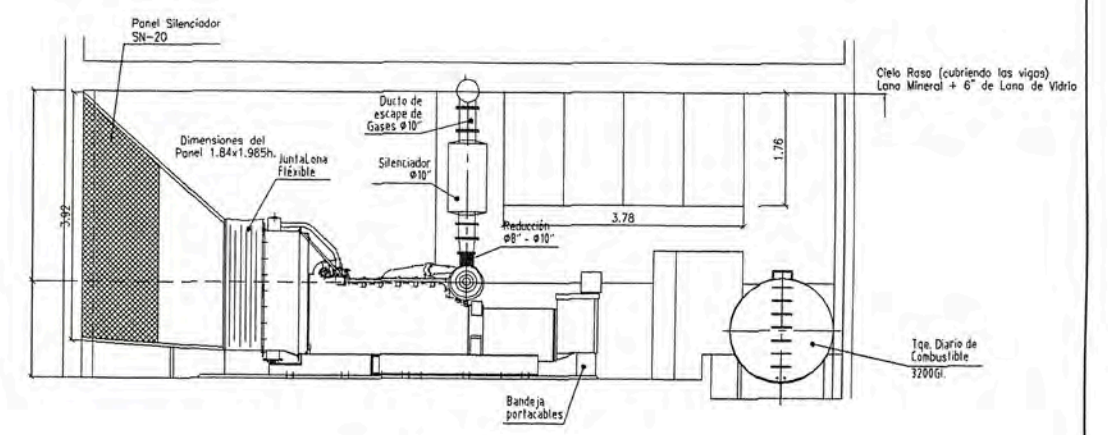
## **PLANOS**



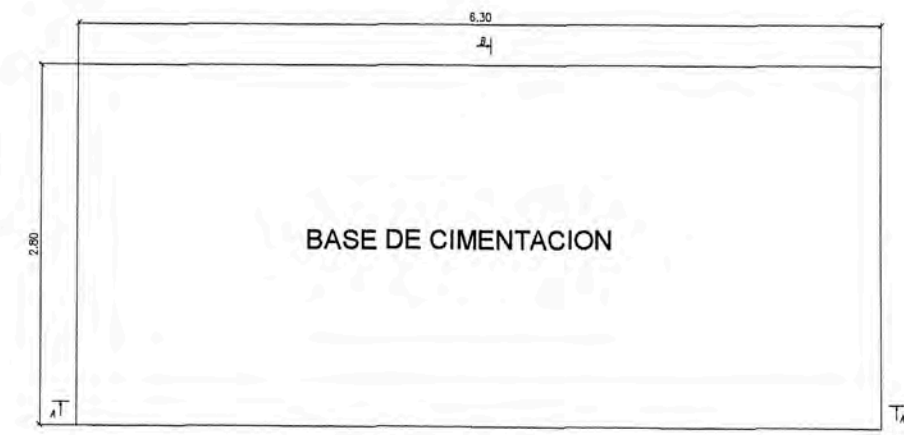
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		<b>DIAGRAMA UNIFILAR ELECTRICO</b>	



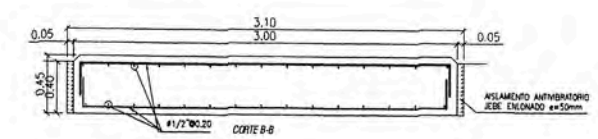
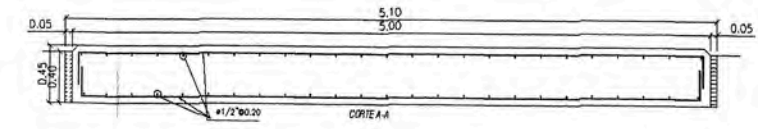
VISTA DE PLANTA



CORTE A-A  
Escala 1:75



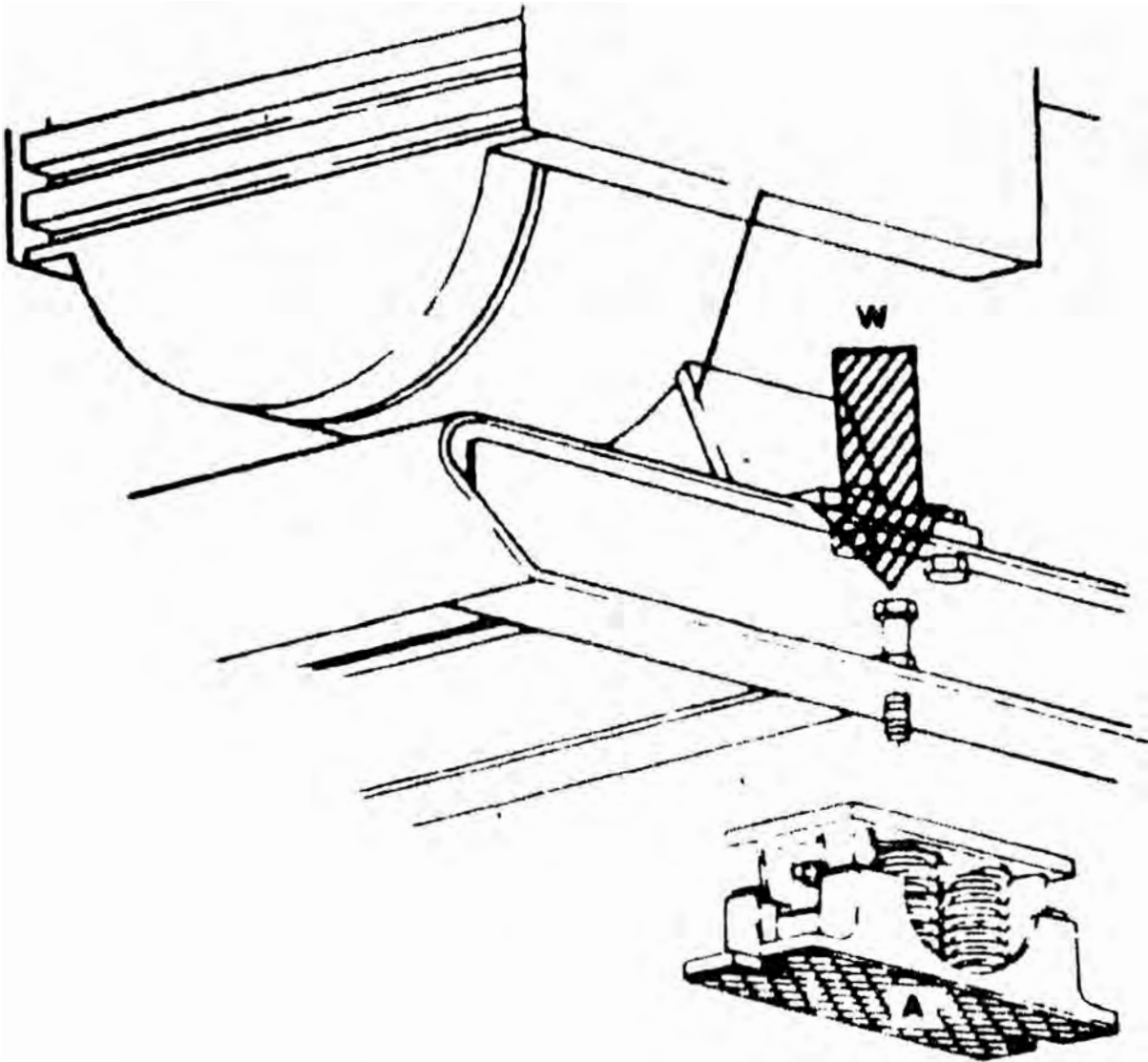
BASE DE CIMENTACION



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA			
<b>CASA DE FUERZA</b> INSTALACION ELECTROMECANICA DE 03 GGEE CATERPILLAR MODELO 3512 100KW, 220V, 1800RPM			
AUTOR	ESCALA	FECHA	LÁMINA
ALFREDO PAREDES	SE	01/10/02	EG.121.01

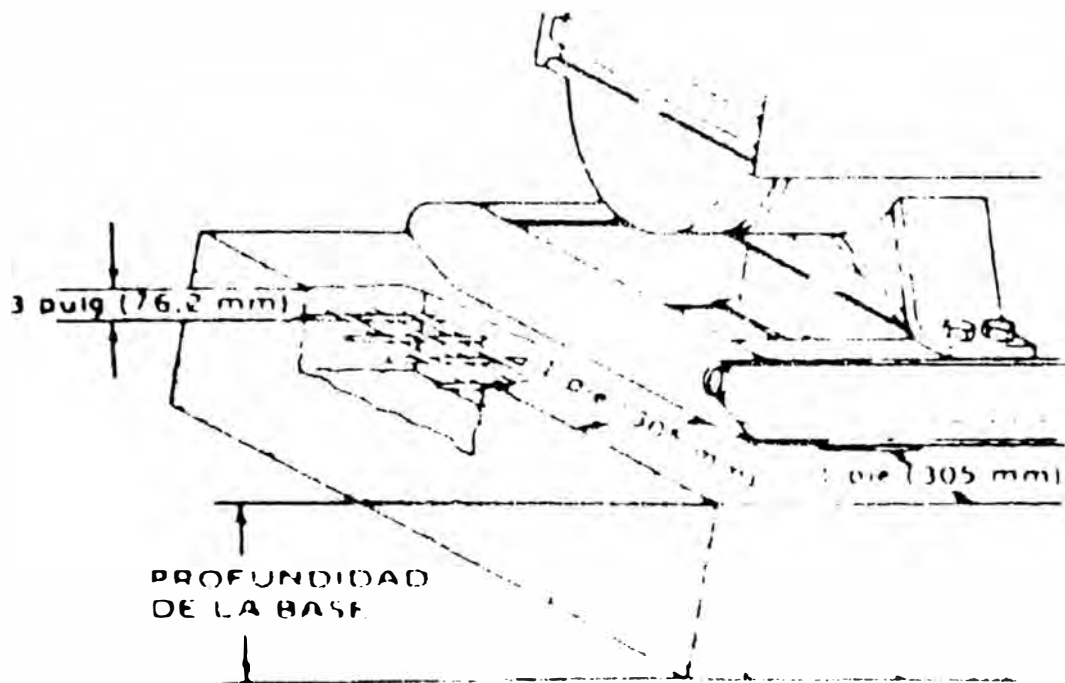
**ANEXO D**

## **FIGURAS**

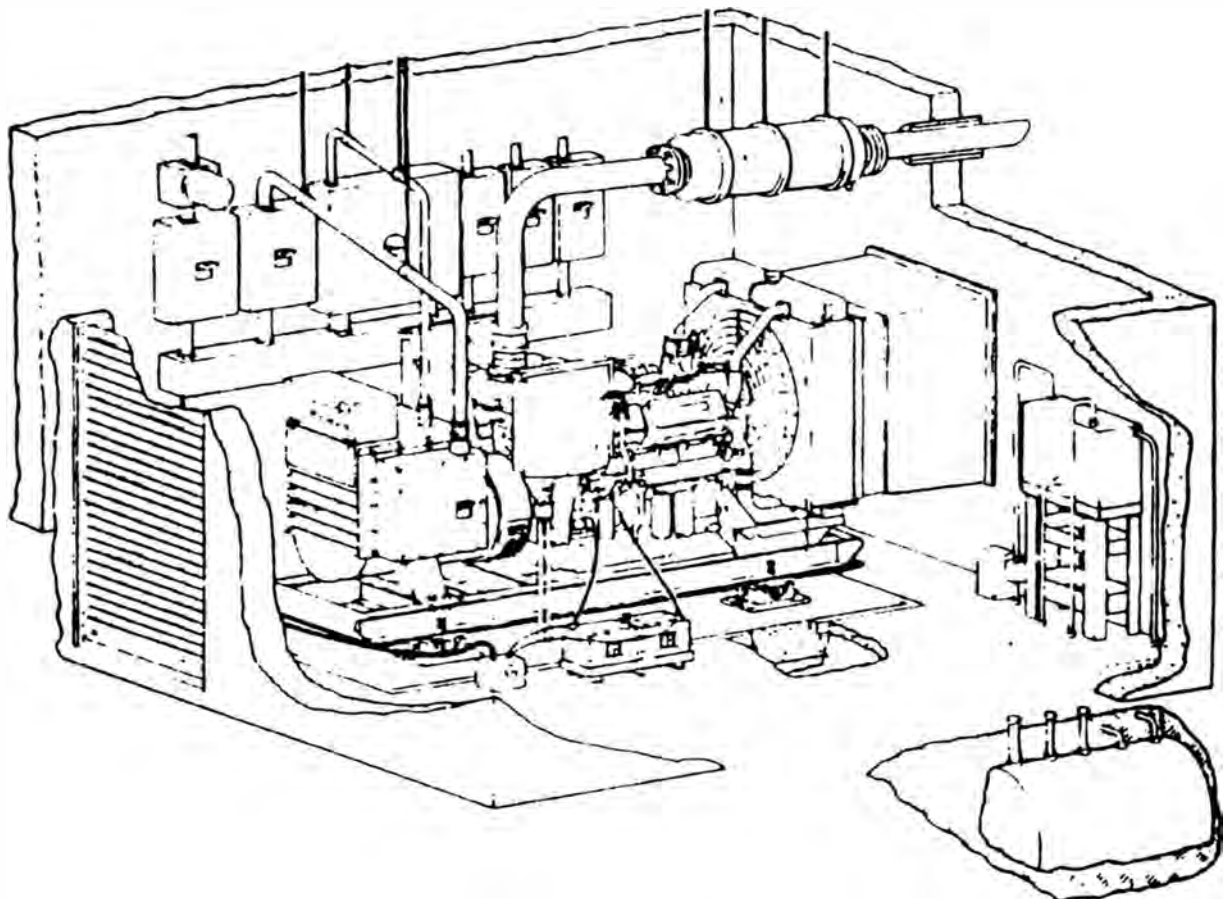


$$P \text{ (lb/pulg}^2\text{)} = \frac{W \text{ (libras)}}{A \text{ (pulgadas}^2\text{)}}$$

**FIGURA 01** : PRESION QUE EJERCE EL GRUPO ELECTROGENO SOBRE EL AREA DE LOS SOPORTES (RESILENTE ANTIVIBRATORIOS) EN QUE SE APOYA

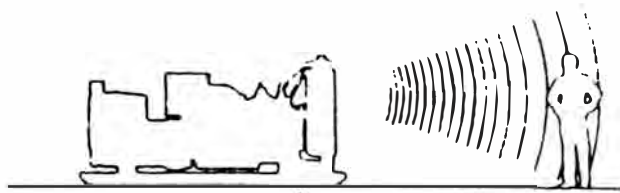


**FIGURA 02 : DISEÑO DE UNA BASE DE HORMIGON**



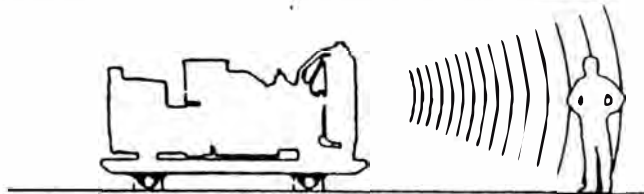
**FIGURA 03 : INSTALACION ELECTROMECANICA DE UN GRUPO ELECTROGENO**

**Disminución  
aproximada  
del nivel de  
sonido dB(A)**



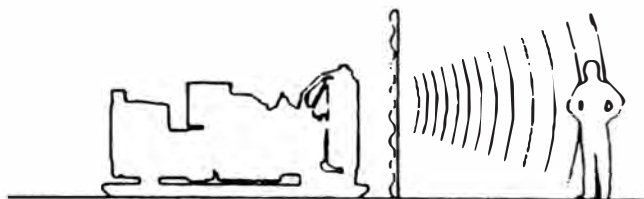
**Máquina  
original**

**0**



**Aisladores  
de vibración**

**2**



**Amortiguador**

**5**



**Material de  
absorción  
unicamente**

**5**



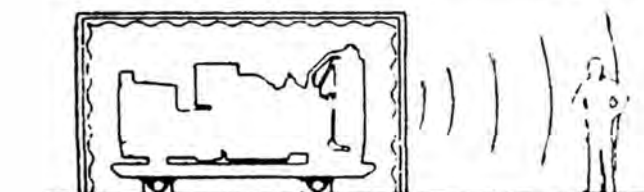
**Encierro rígido,  
cerrado**

**15-20**



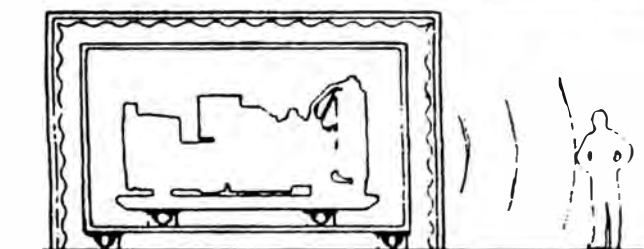
**Encierro y  
aisladores**

**25-30**



**Encierro,  
absorción y  
aisladores**

**35-40**



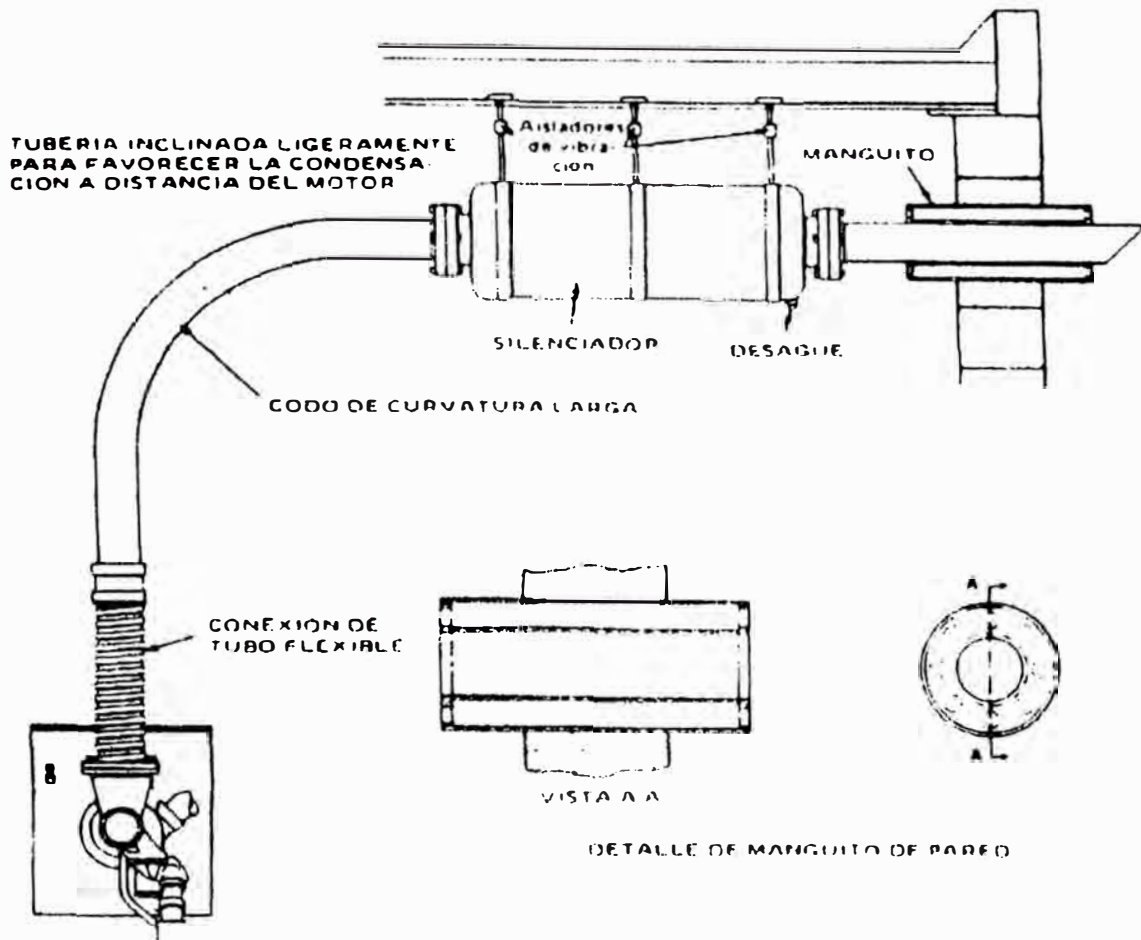
**Encierro de  
pared doble,  
absorción y  
aisladores**

**60-80**

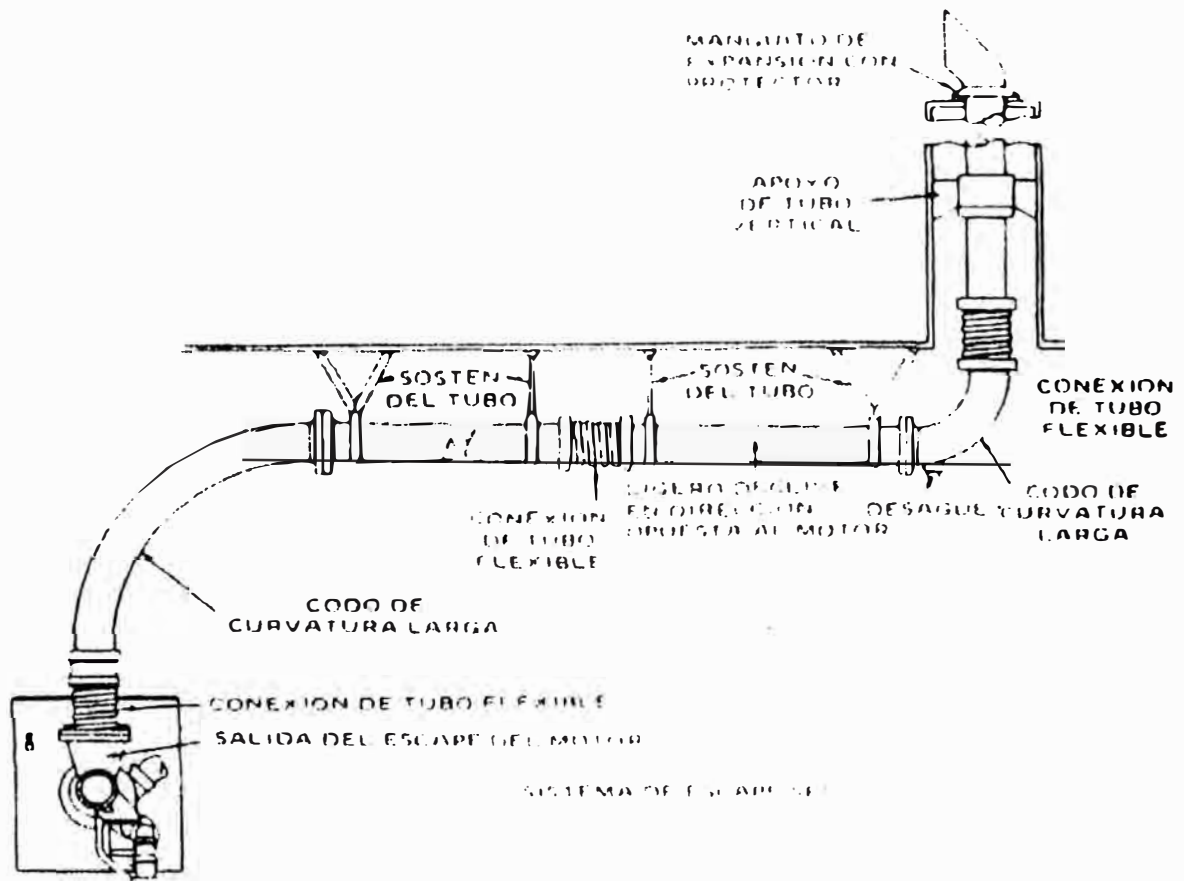
**FIGURA 04 : USO DE TECNICAS PARA AISLAR EL RUIDO**



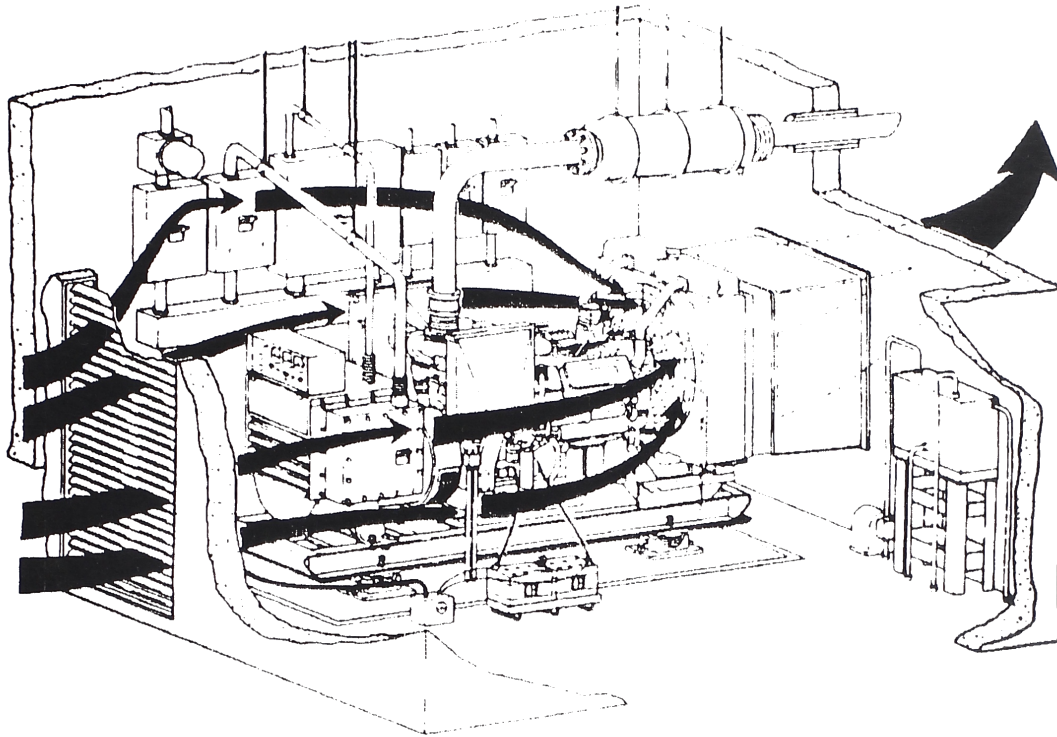
## TUBERIAS DE ESCAPE



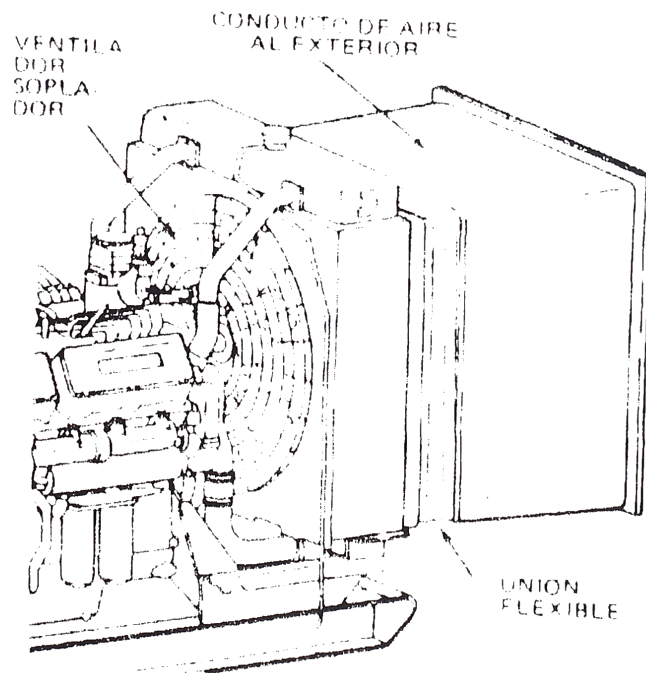
**FIGURA 05 : TUBERIA CORTA**



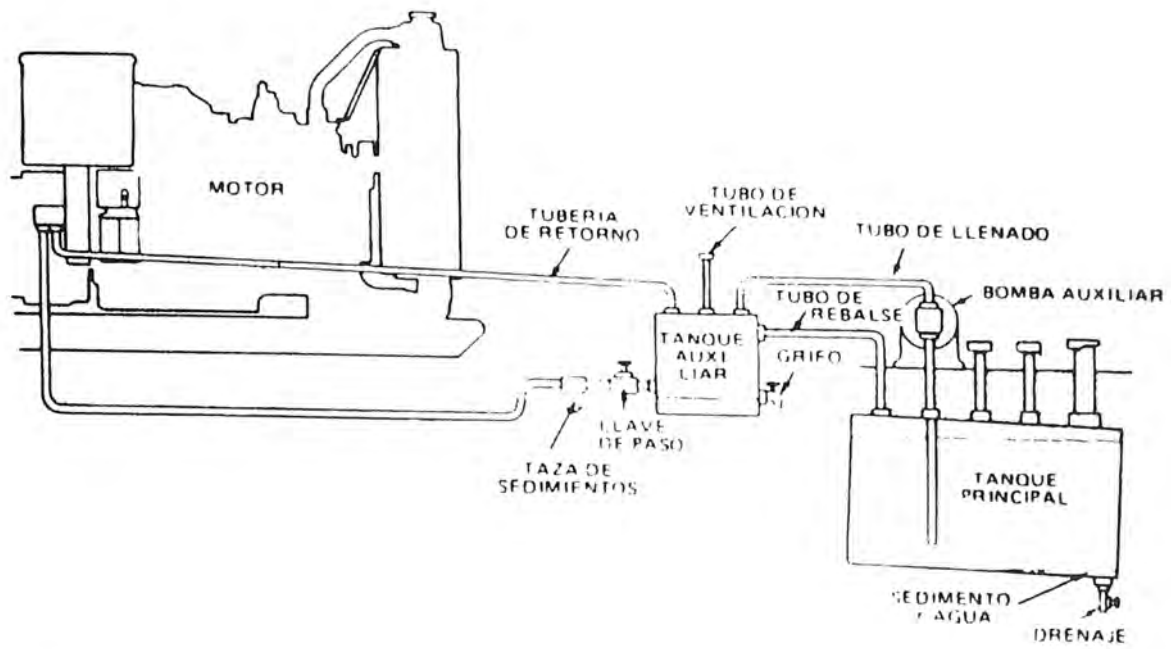
**FIGURA 06 : TUBERIA LARGA**



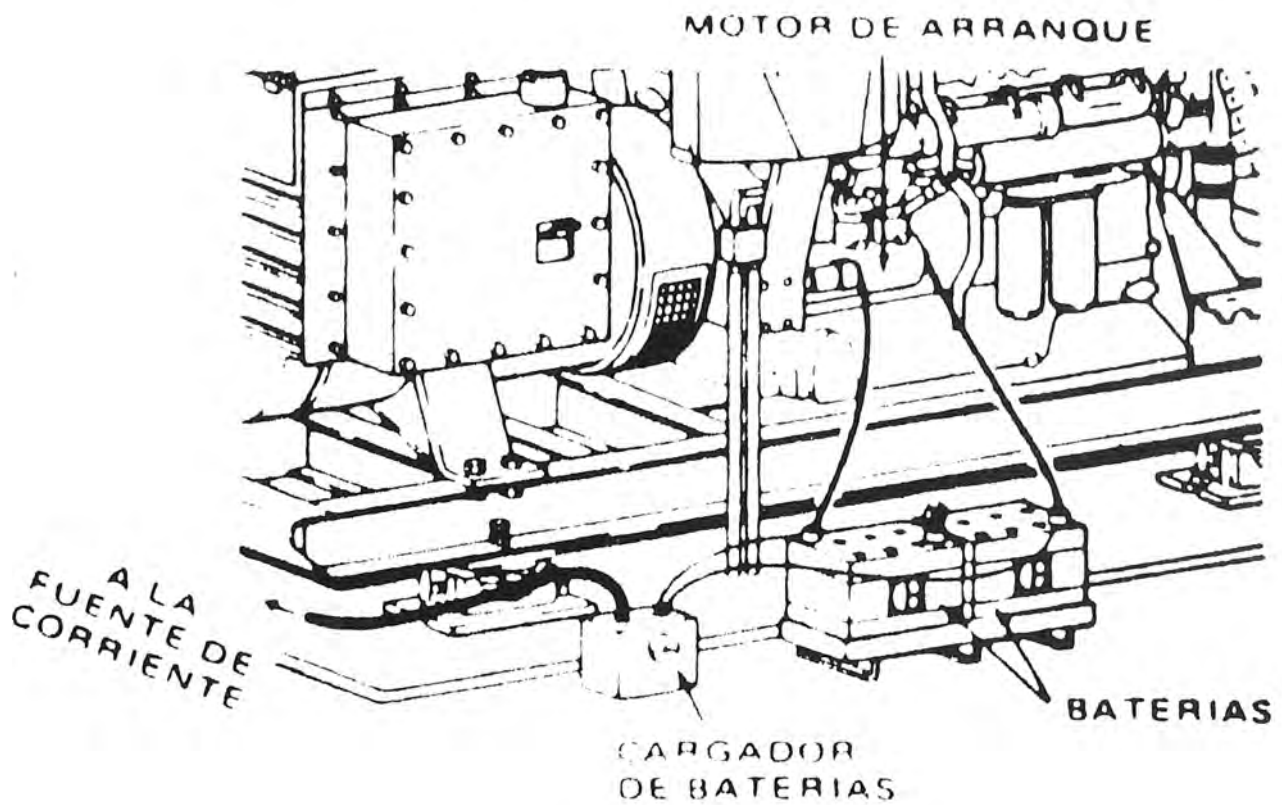
**FIGURA 07 : VENTILACION DE UNA SALA DE GRUPO ELECTROGENO**



**FIGURA 08 : DUCTO DE EVACUACION DE AIRE ACALIENTE DEL RADIADOR DEL GRUPO ELECTROGENO**



**FIGURA 09 : SISTEMA DE COMBUSTIBLE PARA UN GRUPO ELECTROGENO**



**FIGURA 10 : ARANQUE ELECTRICO POR BATERIAS DE UN GRUPO ELECTROGENO**

**ANEXO E**

**COTIZACION DEL GRUPO ELECTROGENO CATERPILLAR**

Lima,  
Cotización No.

Señores  
**FIANSA**  
Ciudad.-

Atención : Ing. Alfredo Paredes

Ref : Grupo Electrónico Caterpillar 3512

En referencia a su solicitud, les hacemos llegar nuestra oferta indicativa por el siguiente equipo:

**UN (01) GRUPO ELECTRÓGENO CATERPILLAR 3512 / 240 - 480 V / 1800 RPM / 60 HZ.**

Fabricado y ensamblado en la planta de Caterpillar en Griffin, Georgia / USA, este grupo eléctrico **está** compuesto de un motor diesel de 12 cilindros en "V", ciclo de cuatro tiempos con inyección **directa**, turboalimentado y con post-enfriador, acoplado directamente a un generador Caterpillar SR4B, de un **solo** cojinete, sin escobillas y con excitación de magneto permanente.

Con las siguientes características:

**3512MUI, 60HZ, 1800 RPM PGS**

**Potencia Prime = 1000 kW, Potencia Continua = 890 kW**

Motor = 3512, Gobernador = 2301A, Aspiración = DITA

Sistema de Refrigeración = JWAC, Radiador = 35 CV

Radiador Ambiente = Mínimo 43 C (110F) 200 m (660 ft) en Potencia Prime

Generador Arreglo= 144-1754, Frame = 693, No. de cojinetes = 1

Tipo de Arrollamiento Generador = RW, No. de Bobinas = 12, Paso = 7222

Aumento de Temp Gen : Prime & Continua = 105 C

**Admisión de aire**

Filtro de aire, elemento simple tipo canastilla con indicadores de servicio

**Panel de control**

Panel de control **EMCP II+**, con la siguiente configuración:

Control en 24 Volt DC

**NEMA 12, IP44**, protegido contra el polvo

Puerta de acceso con cerradura

Montado en la caja de terminales del generador

UL 508A certificado

Luces de iluminación del panel

Interruptor de control de arranque/parada automática

Potenciómetro de ajuste de voltaje

Medición AC en las 3 fases, RMS verdadero

Panel digital para los siguientes parámetros:

**RPM**

Horas de operación

Presión de aceite



Temperatura del refrigerante

Voltaje DC

Voltaje L-L, Voltaje L-N, Fase, Amps, Hz, kW, kVA, kVAR, kWhr, % kW, FP

Paradas de emergencia con luces indicadoras para:

Baja presión de aceite

Alta temperatura del refrigerante

Sobrevelocidad

Parada de emergencia

Exceso de arranques

Funciones programables de protección por relés

Bajo y sobre voltaje

Baja y sobre frecuencia

Potencia inversa

Sobre corriente (de fase y total)

Nivel de kW

3 LEDs indicadores de reserva (programables)

Alarma y desconexión por bajo nivel de refrigerante

Alarma y desconexión por alta temperatura del refrigerante

4 entradas de reserva de alarma y desconexión

\*Módulo de alarmas, provee luces indicadoras (LEDs) y alarma audible para anunciar alarmas por alta y baja temperatura del refrigerante, baja presión de aceite, bajo voltaje DC, sistema no en automático y bajo nivel de combustible (con un interruptor de nivel provisto por el cliente). Dos LEDs adicionales para otras entradas, para ser implementadas por el cliente.

#### **Sistema de refrigeración**

Radiador 35/CV con ventilador y mando, diseñado para ambientes hasta 43°C/110°F

Guardas de ventilador y fajas

Línea de drenaje de refrigerante con válvula

Sensores de nivel de refrigerante

Refrigerante Caterpillar de servicio pesado

\*Interruptor de nivel de refrigerante

#### **Sistema de gases de escape**

Múltiple de escape tipo seco

Conexiones embridadas de escape

\*Flexible de escape de 203 mm (8 pulg)

\*Brida expansora de escape de 8 a 14 pulg.

\*Silenciador modular de 14 pulg., 18 dBA.

#### **Sistema de combustible**

Filtros secundarios de combustible

Enfriador de combustible

Líneas flexibles de combustible

Bomba de cebado de combustible

\*Filtro primario de combustible

\*Filtro separador de agua

#### **Generador y accesorios**

Caterpillar SR4B, trifásico, sin escobillas, de polo saliente

Excitación de imán permanente



12 bobinas, 240-480 V reconectable  
Regulador digital de voltaje (DVR) con sensado en 3 fases  
Aislamiento clase H  
Aumento de temperatura clase F a 40°C (105°C prime/130°C standby)  
Kit de operación en paralelo  
Detectores de temperatura en los arrollamientos  
Resistencias calefactoras, 220-240 VAC, 900 W

#### **Sistema de control**

Gobernador Woodward 2301A isócrono  
\*Módulo de reparto de carga

#### **Sistema de lubricación**

Aceite lubricante  
Bomba de aceite de tipo engranajes  
Enfriador integral de aceite  
Filtro de aceite y varilla  
Líneas de drenaje de aceite con válvula  
Manguera eliminadora de humos

#### **Sistema de montaje**

Rieles de acero estructural para montaje del conjunto motor/generador/radiador, 330 mm (13 in)  
Resilentes antivibratorios

#### **Sistema de arranque y carga**

Alternador de carga de 45 Amp  
Motor de arranque eléctrico, 24 VDC  
Rack de baterías con cables  
Interruptor de desconexión de baterías  
\*Calentador de agua de camisas, 120-240 V monofásico, 6 kW

#### **General**

Pintura amarillo Caterpillar  
Servicio del lado derecho  
Volante y alojamiento SAE No. 00  
Rotación estándar SAE  
Literatura en español, 02 juegos:  
Manual de operación y mantenimiento  
Manual de partes  
Diagramas eléctricos  
Garantía estándar Caterpillar 12 meses

#### **CONDICIONES COMERCIALES:**

**Valor de Venta Almacén**

**US\$ 168,610.00**  
**Agregar el 18% de IGV correspondiente**

**Plazo y lugar de entrega**

**18 semanas en nuestro almacén de Lima, por confirmar, después de recibida su orden de compra y definidas las condiciones de pago.**





Forma de pago \_\_\_\_\_ por confirmar.

**Nota :** Los precios y plazos de entrega son referenciales y no constituyen un compromiso a firme, siendo válidos los vigentes a la fecha de entrega.

Sin otro particular y a la espera de su amable orden, quedamos de Uds.

Atentamente,

**Ing. Gonzalo Valera C.**  
Gerente de Ventas  
Motores Caterpillar

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- CATERPILLAR INC., "GUIA DE SELECCIÓN DE GRUPOS ELECTROGENOS", CAT LEBX 5048 (USA), 1995.
- 2.- CATERPILLAR INC., "MANUAL DE INSTALACIONES DE GRUPOS ELECTROGENOS", CAT LEBX 3377 (USA), 1995
- 3.- CATERPILLAR INC., "MANUAL DE OPERACIÓN Y MATENIMIENTO DE GRUPOS ELECTROGENOS", CAT SSBU 6103 (USA), 1990
- 4.- FIANSA S.A., "TABLEROS ELECTRICOS", EDITORIAL DISEÑO STAFF COMUNICACIONES S.A. (TRUJILLO), 1989
- 5.- WOODWARD GOVERNOR COMPANY, "REGULADOR DE VELOCIDAD ELECTRONICO MODELO 2301 A", CORPORATE HEADQUARTERS (USA), 1987
- 6.- WOODWARD GOVERNOR COMPANY, "MODULO DE CONTROL ELECTRONICO PARA PARALELO ENTRE GRUPOS ELECTROGENOS Y CON LA RED PUBLICA MODELO EGCP 2", CORPORATE HEADQUARTERS (USA), 2000
- 7.- FERREYROS S.A.A., "SEMINARIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE GRUPOS ELECTROGENOS", EDITORIAL NEGMANN, 2006
- 8.- FIANSA S.A., "INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS DE GRUPOS ELECTROGENOS", EDITORIAL DISEÑO STAFF COMUNICACIONES S.A. (TRUJILLO), 1992
- 9.- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD, "LEY DE CONCESIONES ELECTRICAS Y REGLAMENTO, D.L. N° 25844, D.S. N° 009-93-EM", EDITORIAL EL PERUANO, 2006 (ACTUALIZADO)
- 10.- COMISION DE TARIFAS ELECTRICAS, "RESOLUCION DE TARIFAS ELECTRICAS N° 015-95 P/CTE", EDITORIAL EL PERUANO, 1995
- 11.- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD, "CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD", EDITORIAL EL PERUANO, 2006 (ACTUALIZADO)