

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA  
CONCENTRADORA DE Pb-Zn DE 400 TMD**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**MOISES IDELFONSO CORDOVA CASTILLO**

**PROMOCION 1998-I**

**LIMA - PERU**

**2009**

## II

### INDICE

<b>PROLOGO</b> .....	1
<b>CAPITULO I INTRODUCCION</b> .....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	3
1.4 ALCANCES.....	4
1.5 LIMITACIONES.....	4
<b>CAPITULO II MARCO TEORICO</b> .....	5
2.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	5
2.2 CODIGOS, REGULACIONES Y NORMAS.....	6
2.2.1 Códigos.....	6
2.2.2 Regulaciones.....	6
2.2.3 Normas.....	6
2.3 REQUERIMIENTOS Y CONSIDERACIONES GENERALES.....	7
2.3.1 Condiciones meteorológicas del lugar.....	7
2.3.2 Condiciones especiales.....	8
2.4 SUMINSTRO ELECTRICO.....	8
2.4.1 Voltajes nominales de distribución.....	9
2.4.2 Voltajes nominales de utilización.....	9
2.4.3 Suministro eléctrico para control.....	10
2.5 GABINETES ELECTRICOS.....	10
2.5.1 Centro de control de motores CCM.....	10
2.5.1.1 Barras.....	15

### III

2.5.1.2	Barra de tierra.....	15
2.5.1.3	Cubiertas.....	16
2.5.1.4	Interruptores.....	16
2.5.1.5	Arrancadores para motores.....	18
2.5.1.6	Contactores.....	19
2.5.1.7	Relé térmico.....	20
2.5.1.8	Transformador de control para arrancadores.....	21
2.5.1.9	Bandeja de soporte extraíble.....	21
2.5.1.10	Cableado de control.....	22
2.5.1.11	Transformadores de instrumentación y control.....	23
2.5.1.12	Condensadores.....	25
2.5.1.13	Paneles de distribución 120 voltios.....	25
2.5.1.14	Calefactores.....	26
2.5.1.15	Placa de características.....	26
2.5.1.16	Medición.....	27
2.5.1.17	Inspección.....	27
2.5.1.18	Pruebas de rutina.....	27
2.5.1.19	Pruebas completas.....	27
2.5.1.20	Reporte de pruebas.....	28
2.5.1.21	Transporte y almacenamiento.....	28
2.5.1.22	Instalación.....	29
2.5.1.23	Puesta en marcha.....	30
2.5.1.24	Pintura y terminación.....	31
2.5.2	Tableros principales de baja tensión en 480V.....	32
2.5.2.1	Requerimientos de diseño.....	32
2.5.2.2	Características nominales.....	33

## IV

2.5.2.3	Gabinete.....	34
2.5.2.4	Barras.....	35
2.5.2.5	Cableado.....	36
2.5.2.6	Dispositivos de protección.....	37
2.5.2.7	Accesorios.....	37
2.5.2.8	Instrumentos de medición .....	38
2.5.2.9	Transformadores de medida.....	41
2.5.2.10	Interruptores termo magnéticos en caja moldeada.....	42
2.5.2.11	Interruptores termo magnéticos en caja metálica.....	44
2.5.2.12	Placas.....	46
2.5.2.13	Acabado.....	46
2.5.2.14	Puesta a tierra.....	47
2.5.2.15	Accesorios.....	47
2.5.2.16	Repuestos.....	48
2.5.2.17	Inspección.....	48
2.5.2.18	Pruebas.....	48
2.5.2.19	Reporte de pruebas.....	50
2.5.2.20	Transporte y almacenamiento.....	50
2.5.2.21	Instalación.....	51
2.5.2.22	Puesta en marcha.....	52
2.5.3	Banco de condensadores de baja tensión 480V.....	54
2.6	TRANSFORMADORES.....	55
2.6.1	De potencia.....	55
2.6.2	De servicios auxiliares y alumbrado.....	57
2.7	CABLES.....	57
2.7.1	Caída de tensión .....	57

2.7.2	Cables de fuerza de baja tensión.....	58
2.7.3	Cables de alumbrado y tomacorrientes.....	58
2.7.4	Cables de media tensión para 10 kV.....	59
2.8	CUARTOS ELECTRICOS.....	59
<b>CAPITULO III DISEÑO ELECTRICO .....</b>		<b>62</b>
3.1	CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA.....	62
3.1.1	Sala eléctrica área de chancado.....	62
3.1.1.1	Centro de control de motores área de chancado.....	62
3.1.1.2	Tablero de distribución de sala eléctrica de chancado....	63
3.1.2	Sala eléctrica área de molienda.....	63
3.1.2.1	Centro de control de motores área de molienda.....	63
3.1.2.2	Centro de control de motores área de flotación plomo Plata.....	64
3.1.2.3	Centro de control de motores área de flotación zinc....	65
3.1.2.4	Centro de control de motores área de espesamiento y filtrado.....	66
3.1.2.5	Centro de control de motores área de servicios.....	67
3.1.2.6	Tablero de distribución principal de sala eléctrica de molienda.....	68
3.2	CALCULO DE CONDUCTORES.....	68
3.2.1	Selección del conductor por capacidad de Corriente.....	68
3.2.2	Selección del conductor por caída de tensión.....	72
3.3	DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA .....	75
3.4	UBICACIÓN DE PARARRAYOS.....	80
3.5	SELECCION DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO.....	81

3.5.1	Selección del banco de capacitores de la sala eléctrica del área de chancado .....	83
3.5.2	Selección del banco de capacitores de la eléctrica del área de molienda.....	85
3.6	DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE CHANCADO.....	87
3.7	DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE MOLIENDA.....	94
3.8	DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE FLOTACION PLOMO PLATA.....	97
3.9	DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE FLOTACION ZINC.....	99
3.10	DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE ESPESAMIENTO Y FILTRADO.....	101
	<b>CAPITULO IV LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>103</b>
4.1	LISTA DE EQUIPOS ELECTRICOS.....	103
	<b>CAPITULO V EVALUACION DE COSTOS .....</b>	<b>106</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>108</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>109</b>
	<b>PLANOS</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## PROLOGO

El presente informe establece los criterios para el desarrollo del diseño de las instalaciones eléctricas de una Planta Concentradora de Pb Zn a razón 400 TMD , mediante operaciones de molienda, clasificación, flotación, remolienda, espesamiento y filtrado.

El desarrollo del trabajo contiene:

Capítulo I, la introducción, antecedentes, justificación, planteamiento del problema, objetivo, metodología de trabajo, alcance y limitaciones.

Capítulo II, el marco teórico con la descripción técnica del proyecto y los criterios de diseño a tener en cuenta para los cálculos justificativos, se define las características generales del sistema eléctrico, como son el nivel de tensión, la potencia de cortocircuito y el diagrama unifilar, se especifica la necesidad de los equipos eléctricos para la construcción de las instalaciones eléctricas de la planta y del transformador de potencia, así como los equipos de control, medición, protección, servicios auxiliares y sistema de puesta a tierra, se muestra las especificaciones técnicas de los equipos instalados en la planta.

Capítulo III, en este capítulo se dimensiona por medio de cálculos justificativos los

equipos eléctricos.

Capitulo IV, en este ultimo capitulo se detalla el metrado, presupuesto integral de los materiales y equipos eléctricos.

Asimismo, se adjunta las conclusiones, planos y anexos.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El Perú posee el 16% de la reserva mineral del mundo. Es el sexto productor mundial de oro, el segundo de plata, el tercero de estaño y zinc, y cuarto de plomo y cobre. Gracias a ello, nuestro país es considerado como un importante destino para la inversión minera.

### **1.2 OBJETIVOS**

Elaborar el diseño eléctrico de una planta concentradora de Pb-Zn de 400 TMD, con el objeto de suministrar energía eléctrica a los diversos equipos instalados en la planta. Los criterios están basados en la práctica usual de instalaciones de este tipo que se desarrollan en el Perú y cumplen con las normas nacionales e internacionales.

### **1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

El Perú es un país minero por excelencia, y para la extracción del mineral es necesario la construcción de plantas industriales de extracción y procesamiento del mineral.

#### **1.4 ALCANCES**

Diseño de la malla a tierra de la planta industrial, diseño del cuarto eléctrico, cálculo del dimensionamiento de conductores, cálculo de la máxima demanda, dimensionamiento del tablero de centro de control de motores, diseño del tablero de distribución, dimensionamiento del tablero de servicios auxiliares, lista de materiales, y estimado de costos.

#### **1.5 LIMITACIONES**

Diseño del la subestación principal de 8. MVA, 30/10kV, diseño de los campamentos de empleados y obreros, y otras facilidades de la planta.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO**

Para energizar la nueva planta se requiere dos transformadores uno de 1000 kVA, y otro de 2500kVA, los cuales se ubicaran en el patio de transformadores, y tendrán una relación de transformación de 10 kV a 0.48 kV.

Se diseñara la malla a tierra, así como el sistema de protección atmosférica.

Se ubicaran dos cuartos eléctricos, tipo container, los cuales contendrá los equipos tales como los centros de control de motores, tableros de distribución, banco de capacitores, transformadores secos.

Los conductores del circuito de fuerza y de control se tenderán en bandejas porta cables a lo largo de toda la planta.

## 2.2 CODIGOS, REGULACIONES Y NORMAS

### 2.2.1 Códigos

El diseño eléctrico deberá cumplir con los requerimientos de los siguientes códigos:

NFPA 70 2008	The National Electrical Code (NEC)
CNE	Código Nacional de Electricidad Utilización 2006
CNE	Código Nacional de Electricidad Suministro 2001
ANSI C2-2000	The National Electrical Safety Code (NESC)
UBC	Uniform Building Code

### 2.2.2 Regulaciones

El diseño eléctrico deberá cumplir con los últimos requerimientos aplicables de las siguientes organizaciones

OSHA	U.S. Occupational Safety & Health Administration
MSHA	U.S. Mine Safety and Health Administration

### 2.2.3 Normas

Los componentes, materiales y equipamiento eléctrico deberán ser diseñados y probados de acuerdo a las últimas normas aplicables de las siguientes organizaciones:

AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ICEA	Insulated Cable Engineers Association.
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
NEMA	National Electric Manufacturer Association
NFPA	National Fire Protection Association
NTP	Normas Técnicas Peruanas

Adicionalmente a los códigos y normas mencionados el diseño estará conforme a las leyes o regulaciones de las autoridades locales del Perú.

## **2.3 REQUERIMIENTOS Y CONSIDERACIONES GENERALES**

### **2.3.1 Condiciones meteorológicas del lugar**

El área del Proyecto se ubica en el departamento de Lima, provincia de Oyón y distrito de Oyón. La provincia de Oyón se ubica en la parte noreste del departamento de Lima, su relieve es accidentado, la zona del proyecto, en su mayor parte se encuentra en el valle principal, el cual es bastante estrecho.

Condición	Valor	Unidad
Altitud sobre el nivel mar	4,255	msnm
Temperatura máxima del aire (para ambientes con equipo eléctrico)	30	°C
Temperatura mínima del aire	-10	°C
Velocidad del viento	120	Km/h
Zona sísmica	2	

### 2.3.2 Condiciones especiales

El diseño tomará en cuenta las siguientes condiciones ambientales específicas de la zona de implementación del proyecto.

- Todas las áreas no techadas del proyecto están sujetas frecuentemente a la presencia de partículas de polvo. Bajo esta consideración la sala de tableros se considera área limpia.
- Todas las áreas del proyecto están sujetas a la presencia de descargas Atmosféricas, lluvia, nieve, granizo, etc., para lo cual se debe contar con el equipamiento adecuado.

## 2.4 SUMINISTRO ELECTRICO

El suministro de energía eléctrica a las áreas comprendidas del proyecto, se efectuará desde la SE MALLAY (proporcionado por el cliente), de 8 MVA, 30/10 kV la cual se encontrara ubicada en el patio de transformadores, entre las coordenada

(Norte 8818364, Este 295867) y (Norte 8818357, 295885), del cual saldrá un alimentador en 10kV hacia las celdas metal clad de media tensión, a partir de las cuales se alimentará en 10 kV a dos transformadores de distribución de 1000kVA y 2500 kVA, en 10/0.48 kV, para la planta de chancado y molienda, tal como se muestra en el plano N° IE-01, diagrama unifilar general.

#### **2.4.1. Voltajes nominales de distribución**

480V, 3 fases, 3 hilos, 60Hz, neutro sólidamente a tierra para distribución de fuerza para equipos, alimentadores y tomacorrientes para maquinas de soldar de 63 A o 100 A.

230 V, trifásico, 4 hilos, 60Hz para sistema de iluminación planta, artefactos fluorescentes y tomacorrientes cuarto eléctrico. Se deben balancear las cargas de alumbrado.

#### **2.4.2. Voltajes nominales de utilización**

460V, 3 fases, 3 hilos, 60Hz, neutro sólidamente a tierra para distribución de fuerza para equipos, alimentadores y tomacorrientes para maquinas de soldar.

220 monofásicos, 2 hilos, 60Hz para artefactos de iluminación, y tomacorrientes.

### **2.4.3 Suministro eléctrico para control**

La tensión de control para propósitos generales, incluido motores y calefactores que utilizan controladores (arrancadores) con contactores será de 120V, 1 fase, 2 hilos, 60Hz.

## **2.5 GABINETES ELECTRICOS**

### **2.5.1 Centro de control de motores CCM**

Los centros de control de motores serán de ejecución NEMA 12 con empaquetadura o equivalente, estarán constituidos por celdas metálicas verticales; de construcción modular completamente cerrados, autosoportados, de frente muerto, con cubículos extraíbles de interruptores y otros equipos. Accesibles por el frente incluyendo las conexiones de los cables alimentadores y con la posibilidad de poderlos recibir tanto por el techo como por el piso del panel, y ensamblados de modo que formen una unidad rígida a la cual se le pueda agregar paneles futuros por ambos extremos.

Las dimensiones de las celdas verticales no deberán ser mayores a: 508 mm. (20") de ancho x 533 mm. (21") de profundidad, 2286 mm. (90") de alto y no deberá contener más de seis arrancadores de combinación. Básicamente estará constituido por un bastidor de perfiles angulares o de plancha doblada y de barreras y cubiertas laterales empernadas.

El ancho de las celdas podrá ser mayor de 20" en los casos en que por razones de las dimensiones del equipamiento interior solicitado (arrancadores "soft - start") sea necesario incrementar dicha dimensión. De darse el caso, las dimensiones finales deberán ser indicadas claramente en la oferta.

Las celdas metálicas verticales deberán ser divididas por medio de barreras metálicas, en los siguientes compartimientos separados entre sí:

- a. Un compartimiento horizontal superior.
- b. Un compartimiento horizontal inferior.
- c. Un compartimiento vertical posterior.
- d. Un compartimiento para los cubículos de los arrancadores de combinación, transformador, condensador o cualquier otro tipo de implemento.
- e. Un compartimiento para cada interruptor de circuito
- f. Un compartimiento para cables de conexión.

El compartimiento horizontal superior deberá ser dividido por medio de barreras deslizables en dos secciones. En la sección posterior se colocarán las barras principales de fuerza; en la sección anterior se tendrá espacio libre para cableado entre secciones. El compartimiento horizontal superior deberá ser accesible por el frente mediante puertas con tornillos de fijación de 90°, y por la parte posterior mediante placas removibles.

El compartimiento vertical posterior se encuentra ubicado en la parte posterior de cada panel vertical. En él se colocarán las barras verticales que unen cada arrancador de combinación o interruptor de transformador o condensador, con las barras principales ubicadas en el compartimiento horizontal superior.

Deberá tener una barrera aislante de poliéster reforzado con fibra de vidrio o algún otro material equivalente, que cubra las barras verticales y proteja al usuario contra contactos accidentales, aún en el caso de que los arrancadores de combinación se encuentren fuera de su cubículo. Esto aplica para cubículos de reserva vacíos. Cada cubículo de ingreso a los CCM debe tener una mica de protección similar.

Utilizará aisladores de poliéster reforzado con fibra de vidrio o algún otro material equivalente para soportar a las barras verticales y horizontales.

El compartimiento para los arrancadores de combinación de una misma celda vertical, deberá ser dividido por medio de barreras horizontales en cubículos independientes, dentro de los cuales se coloquen los arrancadores de combinación.

Cada cubículo deberá tener una puerta de acceso de plancha de acero, con pestaña en los 4 lados. Las tablas de torque de barras deben estar adheridos a las puertas de los cubículos (mínimo una tabla por sección).

Las puertas se montarán en dos bisagras removibles del tipo Pin, que permitan extraer cualquier puerta de un panel vertical, sin perturbar a las puertas adyacentes.

Las puertas deberán tener un mínimo de dos seguros de cierre de 90° de giro, con indicación visual de su posición.

La puerta de cada cubículo deberán estar mecánicamente enclavadas con la manija de operación de los interruptores, a fin de impedir que la puerta pueda ser abierta mientras el motor está energizado, y que el motor pueda ser energizado con la puerta abierta. Este seguro podrá ser desbloqueado por el personal autorizado.

El diseño de cada cubículo debe considerar el radio de curvatura del cable de fuerza que ingresa al cubículo.

La puerta de cada arrancador deberá permitir que la lámpara de señalización sea observada desde el exterior sin afectar el desmontaje de dicha puerta y sin afectar la hermeticidad del CCM.

La manija de operación de cada interruptor deberá tener las facilidades necesarias para poderla fijar con candado en la posición desconectado "off".

Todo cubículo debe estar identificado con una placa acrílica remachada de acuerdo al código del proyecto. Los cubículos de reserva deben venir con placas en blanco

Cada panel vertical deberá tener un solo compartimento vertical para los cables de conexión, que se extienda desde el compartimento horizontal superior hasta el compartimento horizontal inferior. Por este compartimento saldrán los cables de fuerza y control que van a las bomeras ubicadas en el compartimento horizontal superior.

Su puerta de acceso deberá ser de fácil extracción y deberá tener por lo menos dos seguros de cierre de 90° de giro con indicación visual de su posición.

La zona destinada al paso de cables de fuerza deberán estar provista con seguros para amarrar los cables de fuerza y control que ingresan a los cubículos.

El paso de los cables entre este compartimento y los cubículos de los arrancadores o interruptores se hará a través de borneras enchufables para los cables de control; y de ventanas o perforaciones convenientemente protegidas para los cables de fuerza.

El cableado interno deberá estar identificado de acuerdo al código de colores del proyecto.

En la sección de llegada se deberá acondicionar además del interruptor de llegada y equipo de medición, cualquiera otros interruptores de circuito que sea posible acomodar en los espacios libres.

Se deberá considerar un 20% de cubículos de reserva de cada potencia existente.

Todos los accesorios del CCM debe enviarse con su respectiva identificación y planos de montaje.

### 2.5.1.1 Barras

Las barras principales horizontales y las verticales deberán ser de cobre electrolítico de alta conductividad. Ambas barras deberán ser adecuadamente apuntaladas para soportar los esfuerzos mecánicos producidos por una corriente de cortocircuito simétrica mínima de 65,000 amperios a 480 voltios.

Las barras principales tendrán una capacidad mínima de 2500 Amp. Según esquemas unifilares , mientras que cada sección vertical tendrán barras de 600 Amp. de capacidad mínima.

Las barras principales horizontales y verticales serán acabadas con baño de plata. Las verticales serán aisladas y se proveerán shuters para aislamiento. El punto de contacto de las barras y los cubiculos deberan estar provista de grasa de contactos ( conductiva). El proveedor suministrara suficiente compuesto conductor para el ensamblaje del CCM. (Penetrox o similar)

El calentamiento de las barras no deberá exceder de 65°C sobre una temperatura ambiente de 30°C.

### 2.5.1.2 Barra de tierra

La barra de tierra deberá ser de cobre electrolítico de alta conductividad. Deberá correr a lo largo del compartimento horizontal inferior o superior. Esta barra se conectará el cable de tierra de cada circuito derivado, conforme se indica en los diagramas unifilares. La barra debe venir preparado con agujeros de 1/2 "en cada extremo para su conexión a tierra.

### 2.5.1.3 Cubiertas

Los Centros de Control de Motores (CCM) deberán ser apropiados para montaje interior, ejecución NEMA 12 con empaquetadura , con posibilidad de poder recibir sus cables alimentadores por el piso, los circuitos derivados a los motores saldrán por el techo o piso.

### 2.5.1.4 Interruptores

Los interruptores deberán ser: tripolares, en aire, en caja moldeada y para una tensión nominal de aislamiento de 600 V, según ANSI.

Los interruptores deberán ser idóneos para la protección de circuitos a motores (Tipo MCP – Motor Circuit Protector) y de fuerza y alumbrado (termomagnéticos) con una corriente nominal tal como se solicita en los planos.

El disparo será con unidad termo-magnética para capacidades nominales menores a 200 Amp. y con unidad basada en microprocesador con características de tiempo inverso y disparo instantáneo para capacidades nominales de 200 Amp. y mayores. La operación será mediante palanca externa con mecanismo de apertura y cierre independiente de la fuerza del operador y de disparo mecánico libre. El disparo automático del interruptor deberá ser claramente indicado por la posición de la palanca.

Los contactos deberán ser de aleación de plata y la extinción del arco deberá hacerse en cámaras adecuadas. Estará provisto de botón exterior para ejercitar el disparo del interruptor.

La capacidad de interrupción garantizada, no deberá ser inferior a 65 KA simétricos eficaces, a 4255 m.s.n.m. y con 480 V. corriente alterna, según NEMA AB-1. La propuesta deberá incluir la documentación que ampare el cumplimiento de este requisito.

Cada unidad de disparo basada en microprocesador consistirá de tres (03) sensores de corriente, unidad de disparo y bobina de disparo. La unidad de disparo utilizará la tecnología basada en microprocesador para proveer funciones de protección de tiempo-corriente ajustables.

La capacidad nominal de cada interruptor estará definida por unidades conectables (ratings plugs). Las unidades conectables serán fijas ó ajustables según se indique. Dichas unidades deben de ser excluyentes; es decir que no podrán ser isertadas unidades de marcos (frames) superiores en marcos de menor capacidad nominal. Así mismo , no se podrá operar el interruptor con la unidad conectable fuera de su ubicación.

La coordinación del sistema se deberá lograr mediante el ajuste y forma de las curvas tiempo-corriente basadas en microprocesador que se indican a continuación

- a. Ajuste de tiempo largo (mediante la unidad conectable (rating plug)) y del retardo.
- b. Ajuste de tiempo corto y retardo mediante formado de curvas selectivas.
- c. Ajuste instantáneo.

La unidad basada en microprocesador deberá tener memoria térmica para proveer protección contra calentamiento acumulado cuando ocurren sucesivas y consecutivas condiciones de sobrecarga.

#### 2.5.1.5 Arrancadores para motores

Los arrancadores de los motores deberán ser del tipo combinación, constituido por los siguientes componentes:

- a. Un interruptor tripolar en aire.
- b. Un contactor magnético.
- c. Un relé tripolar bimetálico de sobrecarga.
- d. Un transformador de control.
- e. Una o más borneras enchufables para los circuitos de control.
- f. Una bandeja o cubículo soporte extraíble para la colocación de los componentes listados.
- g. En los arrancadores para motores de 50 HP y mayores, se deberá instalar un transformador de corriente encapsulado en resina epóxica, de 2.5 VA, clase 3, relación según necesidad, y un amperímetro de aproximadamente 72 x 72 mm.
- h. Un piloto luminoso: Rojo-motor en marcha; Verde-motor parado y listo con tensión de control.
- i. Un pulsador para la reposición del relé de sobrecarga.

- j. Deberan de poseer sensor de falla a tierra

#### 2.5.1.6. Contactores

Los contactores deberán ser para una tensión nominal de aislamiento de 1000 V, según ANSI.

La capacidad nominal de conducción de corriente de los contactores estará de acuerdo con las normas listadas en 2.1.2 para la potencia del motor.

El fabricante garantizará la capacidad nominal de conducción a 4255 m.s.n.m. El tamaño mínimo de contactor aceptado, es de 12A en categoría AC3.

Los contactores ofertados deberán tener como mínimo la siguiente vida eléctrica a 4255 m.s.n.m.

HP	<u>Vida Eléctrica Mínima</u>
de 10 a 100	2'000,000 de operaciones
más de 100	650,000 de operaciones

Las ofertas deberán incluir la documentación que ampare el cumplimiento de este requisito.

La bobina de los contactores deberá ser para:120 V - 60 HZ.

El rango de variación de la tensión nominal de la bobina, de todos los contactores, deberá poder variar entre 0.85 y 1.1 de su valor nominal, sin que abra el contactor.

Los contactores deberán tener tres (3) contactos auxiliares: 1 NC y 2 NA además del contacto de auto-mantenimiento. Los contactores deberán ser apropiados para:

Tensión de operación	120 Volts.
Intensidad Térmica Nomin.	10 A.
Intensidad de conmutación	3 A.

Cuando en un diagrama de control se requieran contactos auxiliares adicionales a los solicitados, el fabricante deberá incluir los relés auxiliares necesarios para cumplir tal requerimiento. Estos relés auxiliares deberán cumplir las condiciones nominales de voltios y amperios solicitados.

#### 2.5.1.7 Relé térmico

Todos los arrancadores de combinación para motores deberán tener un relé térmico de sobrecarga, con un elemento bimetálico en cada fase, con compensación por variación de temperatura ambiente entre 24° C y 12° C, y con protección diferencial.

Las características de disparo de los relés térmicos de caldeo directo, deberá ser para un grado de inercia T II/5 S, según VDE 0660/4.62; es decir

con un tiempo de retardo superior a cinco (5) segundos, a partir del estado frío, para una intensidad de disparo de seis veces la intensidad de ajuste.

El rango de ajuste de los relés deberá abarcar como mínimo entre 90% y 115% de la corriente nominal del motor.

#### 2.5.1.8 Transformador de control para arrancadores

Todos los arrancadores de combinación para motores deberán tener un transformador de control, monofásico, seco, 60 HZ, de 460/120 volts. con fusibles de protección en los dos terminales primarios y en uno del secundario, el otro terminal secundario, se conectará a tierra.

Los transformadores de control deberá tener una potencia mínima, igual al doble de la potencia requerida por la bobina del contactor y demás equipos del arrancador a 4255 m.s.n.m. y con una temperatura ambiente de 24°C.

#### 2.5.1.9 Bandeja de soporte extraíble

La bandeja de soporte extraíble deberá ser de plancha de acero. Deberá tener rieles de deslizamiento que permitan su fácil extracción y colocación y un pestillo de fijación a su compartimento, accionado por resorte que permita la colocación de un candado de seguro. Deberá tener también un seguro o sistema que impida su extracción cuando el interruptor está en la posición conectado "on".

En la parte posterior se colocarán los contactos de conexión a las barras verticales. Estos contactos deberán ser del tipo enchufables de

autoalineamiento, con base de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Las bandejas deberán ser enchufables, hasta 40 HP inclusive.

Las bandejas deberán tener tres posiciones de operación: Conectada, prueba y desconectada. En la posición de prueba deberá poder permanecer dentro del cubículo con la puerta abierta y la bomera de control conectada. En las posiciones de prueba y desconectado se la podrá fijar con candado para evitar su extracción o conexión.

#### 2.5.1.10 Cableado de control

El cable de control será de cobre cableado, monofásico, de un calibre no menor a 2.5 mm<sup>2</sup> (14 AWG) clase 600 volts., con aislamiento de cloruro de polivinilo para su calentamiento de 75°C, THW.

Los terminales de conexión serán del tipo ojal con mordaza de agarre pre-aisladas. Todos los cables de control deberán ser identificados en ambos extremos con etiquetas permanentemente marcadas de acuerdo a los planos.

El cableado de control de todos los arrancadores deberá ser en 120 VCA.

En la puerta del cubículo de cada arrancador se colocará el piloto luminoso y el botón de reposición del relé térmico.

La lámpara y el botón de reposición deberá ser a prueba de polvo salpicadura de agua.

Las borneras enchufables de control de cada arrancador deberá tener la cantidad de bornes que se indica en los diagramas, cableados en función del tipo de arrancador.

En general, los centros de control de motores serán Clase I y cableado tipo B, según NEMA, con las borneras de fuerza y control ubicadas en el compartimento horizontal superior ó inferior según la salida de cables de fuerza y control a las cargas. Los cables debe ser identificados con marcas permanentes (termocontraibles).

#### 2.5.1.11 Transformadores de instrumentación y control

Cuando se indiquen, los transformadores de control para suministro eléctrico a instrumento (TAX) que se indiquen en los diagramas unifilares deberán cumplir con los siguientes requerimientos de diseño y construcción:

Normas de Fabricación	:	ANSI
Potencia a 4255 m.s.n.m	:	5 y 100 kVA
Tipo	:	Seco
Fases	:	Una
Aislamiento Clase	:	F
Relación de transformación	:	480/120 V

Número de arrollamientos:

- a.      Primario        :        Uno de 480 V
- b.      Secundario     :        Uno de 120 V

Elevación media de temperatura en los arrollamientos de 40°C medida por variación de resistencia o por medio de una termocupla < 115°C

Elevación de temperatura en el punto más caliente de los arrollamientos sobre un ambiente de 40°C < 145°C

Prueba de tensión aplicada a frecuencia industrial durante un minuto: Entre arrollamientos y entre arrollamiento y tierra 4.0KV más de 500VA

Prueba de tensión inducida durante 7200 ciclos tensión nominal de cada arrollamiento

La eficiencia de los transformadores deberan ser como minimo las indicadas en la tabla 4-2, de la norma NEMA TP-1-2002

Single-Phase		Three-Phase	
kVA	Efficiency	kVA	Efficiency
15	97.7	15	97.0
25	98.0	30	97.5
37.5	98.2	45	97.7
50	98.3	75	98.0
75	98.5	112.5	98.2
100	98.6	150	98.3
167	98.7	225	98.5
250	98.8	300	98.6
333	98.9	500	98.7
—	—	750	98.8
—	—	1000	98.9

#### 2.5.1.12 Condensadores

Cuando se indique, los condensadores deberán ser trifásicos con aislamiento no inflamable, para una tensión nominal de 480 volts. 60 Hz. Deberán tener fusibles y resistencia de descarga y estarán montados en una bandeja soporte fija.

Los condensadores serán instalados conformando bancos trifásicos agrupados en las secciones verticales del CCM no necesariamente en módulos adjuntos al del motor asociado.

La conexión o desconexión de cada banco de condensadores estará asociados a la operación del correspondiente motor. Por lo tanto, deberán incluirse los enlaces de control correspondientes que se indiquen en los planos.

#### 2.5.1.13 Paneles de distribución 120 voltios

Cuando se indiquen , los paneles de distribución de 120 V para control deberán ser de frente muerto, con cubierta para montaje interior NEMA 1A y puerta frontal con bisagras, pestañas, empaquetaduras y seguros giratorios para montaje fijo dentro del CCM y con dos barras principales de cobre de igual sección: dos fases más neutro. Apropriados para operar en un sistema monofásico de 120 volts. de dos conductores, a 4255 m.s.n.m.

Los interruptores serán termo-magnéticos de montaje fijo entre dos fases y clase 120 volts., para una corriente nominal de 15 amperes y con una

capacidad de interrupción no menor a 5000 amperes simétricos eficaces a 4256 m.s.n.m. y 120 volts. CA. El número de interruptores requerido en cada panel se indica en los diagramas unifilares.

#### 2.5.1.14 Calefactores

En cada panel vertical se instalarán uno o más calefactores anti-condensación ubicado en el compartimento horizontal inferior de la capacidad adecuada y controlados por un termostato regulable.

Los calefactores anti-condensación estarán equipados con sistema de control termostático y señalización de los estados de operación del mismo mediante lámparas indicadoras. Incluirá protección contra Sobrecorriente. Se alimentarán de fuente externa a la tensión de 220 VCA.

#### 2.5.1.15 Placa de Características

Las placas de características serán de acero inoxidable con la inscripción en relieve o estampada, en idioma español, adheridas a los motores mediante pasadores del mismo material y en lugar fácilmente accesible, y en ellas figurará como mínimo la siguiente información:

Fabricante, tipo, N° de serie y año de fabricación

Capacidad nominal

Tensión y frecuencia nominal

#### 2.5.1.16 Medición

Los CCM estarán provistos de un sistema de medición y protección multifunción con facilidades de comunicación con el sistema de supervisión de planta.

El protocolo de comunicación será RS 485, Modbus RTU.

#### 2.5.1.17 Inspección

El vendedor deberá permitir el ingreso y dar facilidades todas las veces que sea razonablemente necesarias al Comprador o a su inspector autorizado, para que inspeccione y examine todos los equipos componentes y materiales durante la fabricación y ensamble, a fin de asegurar la conformidad de los materiales, trabajo y acabado a los requerimientos de esta especificación y a los planos aprobados por el comprador.

#### 2.5.1.18 Pruebas de rutina

Las pruebas de rutina en los talleres del fabricante serán ejecutadas de acuerdo a los requerimientos de las normas emitidas por las instituciones que se refieren en 2.1.2

#### 2.5.1.19 Pruebas completas

Además de las pruebas de rutina se realizarán las siguientes:

Pruebas de aislamiento.

Pruebas de operación mecánica.

Operación eléctrica y control de alambrado.

Continuidad y aislamiento de cables.

Secuencia de fases.

#### 2.5.1.20 Reporte de pruebas

Después de las pruebas y antes de la entrega, el vendedor deberá proporcionar tres (3) copias de cada uno de los reportes de pruebas firmado por un representante responsable, como prueba del cumplimiento con los requerimientos de pruebas de esta especificación.

#### 2.5.1.21 Transporte y almacenamiento

El transporte de los equipos se hará con los equipos provistos de embalaje que será hecho a base de madera seca conformando cajas totalmente cerradas o jaulas debidamente reforzadas para permitir el izaje con pato o grúa.

En todos los casos, la base del embalaje deberá consistir de una parihuela para facilitar el manipuleo del bulto y evitar que cualquier aniego pueda afectar su almacenamiento.

El almacenamiento de los equipos se hará en lugares preferentemente cubiertos y si por alguna razón aceptada sea necesario tenerlos temporalmente al aire libre, se deberá asegurar de proteger los equipos contra los efectos de la lluvia y polvo.

#### 2.5.1.22 Instalación

Los centros de control de motores serán instalados sobre su base perfectamente alineada y nivelada según la posición final del equipo a ser accionado.

Antes de su instalación se deberá verificar la correspondencia de la potencia de las cargas con el equipamiento del cubículo.

Luego de instalados los Centros de Control de Motores, el Contratista deberá revisar y, de ser necesario, retocar la pintura que pudiera haber sido dañada durante el proceso de instalación.

Todos los equipos deberán ser sometidos a las pruebas respectivas luego de la instalación antes de ser energizados.

Luego de culminada la instalación, se harán las siguientes inspecciones de lo instalado:

- Verificar placa de datos nominales.
- Verificar condición física y mecánica exterior.
- Asegurarse de que los caminos de ventilación están libres de obstrucciones y que las superficies de transferencia del calor estén limpias de aceite, suciedad, etc.
- Verificar anclajes, alineamientos y puesta a tierra.
- Verificar todas las conexiones eléctricas fuerza, medición y control debidamente identificadas, conectadas y ajustadas.
- Verificar limpieza general.

#### 2.5.1.23 Puesta en marcha

Para la puesta en marcha del equipo, se deberán efectuar antes las siguientes pruebas eléctricas:

- Verificar funcionalidad de los calentadores (heaters)
- Verificar la operatividad del circuito de control sin fuerza conectada.

- Medición de la resistencia de contacto de todas las conexiones empemadas utilizando ohmímetro de baja resistencia.
- Medición de la resistencia de aislamiento.
- Hacer una prueba del sentido de rotación de motores conectados.

#### 2.5.1.24 Pintura y terminación

Las superficies metálicas serán sometidas a tratamiento anticorrosivo de fosfatizado por inmersión en caliente el cual deberá consistir básicamente de los siguientes pasos:

- ✓ Desengrase alcalino a 95°C.
- ✓ Enjuague con agua.
- ✓ Desoxidado con ácidos.
- ✓ Enjuague con agua.
- ✓ Fosfatizado de zinc a 85°C.
- ✓ Enjuague con agua.
- ✓ Sellado con inhibidor.
- ✓ Secado en estufa.

El acabado será con tres (3) capas de base anticorrosiva y tres (3) capas de pintura epóxica color gris. Cada capa aplicada deberá tener un espesor mínimo de 2.0 Mils.

## **2.5.2 Tableros principales de baja tensión en 480V**

### **2.5.2.1 Requerimientos de diseño**

Los tableros serán del tipo auto soportado conformado básicamente por un cuerpo o panel de acometida y los de distribución. Tendrán un juego de barras que suministra energía a todas las cargas del sistema.

El compartimiento de acometida recibirá por la parte inferior la conexión de un alimentador. Alojará la medición y el interruptor principal.

Los compartimientos de distribución alojarán los interruptores de alimentación a las cargas (alimentadores) desde las cuales saldrán los alimentadores por la parte superior del tablero.

El compartimiento de distribución alojará los interruptores de alimentación a las cargas (alimentadores) desde las cuales saldrán los alimentadores por la parte inferior del tablero.

El diseño de tableros de distribución será tal que soporte movimientos sísmicos según 2.1.3.1 sin sufrir daño permanente, deformación significativa permanente o cualquier defecto operativo que resulte en destrucción de la celda o de cualquier otro equipo conectado a la misma. El proveedor incluirá en el suministro cualquier indicación o accesorios para la adecuada fijación del tablero al piso de la sala eléctrica.

#### 2.5.2.2 Características nominales

Las capacidades nominales serán las siguientes:

Descripción	
Voltaje de Distribución	480V
Voltaje de Utilización	460V
Clase de Tensión	600V
Fases	3
Conductores	3
Neutro	A tierra
Frecuencia	60Hz
Capacidad al Cortocircuito Sim.	65kA

Estas capacidades nominales deberán ser derrateadas por el fabricante para asegurarse de que sean efectivas a 4,255 m.s.n.m

### 2.5.2.3 Gabinete

Los tableros consistirán de las secciones metálicas verticales requeridas unidas entre sí conformando un ensamble rígido. Los lados y la parte posterior del tablero serán cubiertos con coberturas metálicas removibles empemadas. Las cubiertas ó puertas abisagradas frontales serán a base de plancha doblada. Se proveerá una adecuada ventilación dentro del tablero.

La estructura y coberturas serán preparados utilizando perfiles y planchas metálicas de dimensiones no menores que 1 ½" x 1 ½" x ¼" para los perfiles y de 2.5mm de espesor para las planchas.

Todas las secciones del tablero estarán alineadas por la parte posterior. Todos los interruptores serán instalados en cubículos que incluyan además el respectivo equipamiento de operación y medición que se solicita en los planos. Todos los interruptores así como las conexiones deberán ser accesibles y desmontables desde el frente, de tal forma de poder montar el tablero contra la pared.

Todo el conjunto deberá estar provisto de cáncamos de izaje.

El tablero deberá tener suficiente rigidez y consistencia para soportar los esfuerzos impuestos por el transporte, manipuleo y operación sin deformaciones notables ni otros daños.

El gabinete, incluidas puertas y paneles deben ser capaces de soportar la presión interna creada por las corrientes de cortocircuito máximas especificadas, dentro del gabinete sin generar daño al personal de

operaciones. Se proveerán además, barreras metálicas para evitar transferencia de gases de ionización entre compartimientos.

Los gabinetes que requieran ventilación serán del tipo autoventilado.

Todas las placas de cerramientos que requieren ser removidas para instalación o mantenimiento deberán estar equipadas con manubrios para manipuleo o ganchos de autosostenimiento. En todos los casos, las placas no deben de exceder 1.1m<sup>2</sup> de superficie o 27 Kgs de peso, excepto aquellas que sean abisagradas ó empernadas y no permita su separación.

Los gabinetes no tendrán protuberancias ni bordes angulosos tales como: los extremos de tornillos de fijación hacia el exterior, de canaletas al interior del gabinete o hacia cualquier espacio de acceso para instalación, operación o mantenimiento.

Los tableros serán del tipo metal enclosed con gabinetes para uso interior NEMA 1 con empaquetadura. Se instalarán dentro de la sala eléctrica.

Estará conformado por una estructura totalmente cerrada y auto soportado.

Tendrá acceso totalmente frontal para todas las conexiones.

#### 2.5.2.4 Barras

Todas las barras serán de cobre plateado. Las barras tendrán una capacidad nominal que se indica en los planos y serán dimensionadas considerando una sobre elevación de temperatura de 55°C y una temperatura ambiente de 40°C.

Se deberá incluir una barra de tierra a todo lo largo del tablero, fijada firmemente a cada sección vertical. Esta barra será dimensionada según Normas y estará equipada con un terminal de cable 70mm<sup>2</sup> (2/0AWG).

Toda la ferretería utilizada para las fijaciones será de alta resistencia y de acabado zincado-plateado. La unión entre barras será firmemente asegurada mediante el uso de arandelas de presión.

Las barras verticales deberán estar provistas de separadores que eviten que, en caso de falla, los gases que se generan puedan contagiar las fallas a las barras sanas.

Las barras deberán ser soportadas y fijadas para soportar una corriente de 65kA simétricos.

#### 2.5.2.5 Cableado

Se deberá proveer todo el cableado menor, bloques de fusibles y bloque de terminales que se requiera dentro del tablero. Todos los componentes utilizados tales como bloques de fusibles, relés, pulsadores, interruptores, etc., deberán ser adecuadamente identificados en concordancia con las designaciones que se les asigne en los diagramas de cableado.

Se deberán proveer terminales para el lado de entrada y de las cargas, los mismos que serán adecuados para la conexión de cables de cobre con aislamiento de 90°C y para los calibres que se indican en los planos.

Todo el cableado de control será debidamente agrupado y fijado mediante cintillos de nylon (tie raps), debiendo conectarse mediante terminales aislados adecuados a los bloques terminales ó a los dispositivos instalados en el tablero. Todos los secundarios de transformadores de corriente serán cableados hacia borneras terminales provistas de dispositivos que permitan cortocircuitar dichos secundarios cuando no tienen carga conectada. El cableado hacia el exterior deberá terminar en bloques de borneras terminales debidamente identificadas. El cableado de control estará provisto de marcadores de cable en cada uno de sus extremos.

#### 2.5.2.6 Dispositivos de protección

Los tableros estarán provistos, en la llegada y para cada circuito, de dispositivos de protección y operación conformados por interruptores termomagnéticos.

Para rangos hasta 2500A se utilizarán interruptores termomagnéticos del tipo en caja moldeada con las capacidades que se indiquen en los planos. Serán de ejecución fija, para capacidades mayores de 2500Amp, se utilizarán interruptores del tipo en caja metálica (power circuit breakers).

#### 2.5.2.7 Accesorios:

Se deberán proveer por lo menos un (1) contacto auxiliar N.A. y un (1) contacto NC para los interruptores de los circuitos que se indican en los

planos. Se incluirá el cableado hacia borneras para conexión externa, debidamente identificadas.

Donde se indique en los esquemas unifilares , los interruptores estarán equipados con disparo por bajo voltaje.

El tablero estará provisto de calentadores anticondensación con sistema de control termostático y señalización de los estados de operación del mismo mediante lámparas indicadoras. Incluirá protección contra sobrecorriente. Se alimentarán de fuente externa a la tensión de 220 VCA.

Todos los interruptores vendrán equipados con bobina de disparo, debidamente cableados y/o dotados del suministro eléctrico que sea necesario para su operación.

#### 2.5.2.8 Instrumentos de medición

Donde se indique en los planos se incluirá un sistema de medición cuyos medidores se alojarán en la puerta abisagrada. Incluirá medidores y transformadores de medida.

El instrumento electrónico multifunción deberá tener las siguientes características:

- ✓ Medición real de valores RMS hasta 31ava armónica.
- ✓ Medición de frecuencia, corriente, tensión, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, demanda de potencia, factor de potencia, energía acumulada, energía reactiva

acumulada, distorsión total de armónicos (THD) para corriente y tensión.

- ✓ Operación a temperatura entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $70^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Tendrá sistema de memoria no volátil para almacenar los parámetros registrados aún en el caso de falla de suministro. Cualquier sistema de batería u otro dispositivo será accesible desde el frente sin tener que remover el instrumento.

El medidor tendrá una precisión de 0.5% en tensión y corriente con bajas y plenas cargas.

Estará equipado con display frontal que permitirá acceso a los valores mínimos y máximos de:

- ✓ Valor RMS de corriente por fase y promedio trifásico.
- ✓ Tensión, fase-fase, fase-neutro y promedio trifásico.
- ✓ Potencia activa, por fase y total trifásico.
- ✓ Potencia reactiva, por fase y total trifásico.
- ✓ Potencia aparente, por fase y total trifásico.
- ✓ Factor de potencia.
- ✓ Frecuencia.
- ✓ Demanda de corriente, por fase y promedio trifásico.
- ✓ Demanda de potencia activa total trifásica.
- ✓ Demanda de potencia reactiva total trifásica.

- ✓ Demanda de potencia aparente total trifásica.
- ✓ Energía activa y reactiva acumulada.
- ✓ THD, corriente y reactiva acumulada.

Deberá estar equipado con reset y ajuste frontal de los siguientes parámetros:

- ✓ Corriente pico de demanda.
- ✓ KW y KVA pico de demanda.
- ✓ Energías MWH y MVARh.
- ✓ Relación de transformación de corriente (CT).
- ✓ Relación de transformación de tensión (PT).
- ✓ Tipo de sistema de distribución.
- ✓ Intervalos de demanda.
- ✓ Watt-hora por pulso.

Deberá estar equipado puerto de comunicaciones RS-485 accesible desde el exterior pero debidamente protegido para mantener el grado de hermeticidad de la unidad.

Deberá tener la capacidad de almacenar los datos registrados e históricos en memoria no volátil.

Deberá tener alarmas de eventos definibles por el usuario:

- ✓ Sobre y baja corriente.
- ✓ Sobre y baja tensión.
- ✓ Desbalance de corriente.
- ✓ Pérdida de fase.
- ✓ Desbalance de tensión.
- ✓ Sobre THD.
- ✓ Caídas de corriente.
- ✓ Caídas de tensión.

#### 2.5.2.9 Transformadores de medida

Los transformadores de corriente y tensión serán del tipo encapsulados en resina sintética, con una capacidad mecánica y térmica igual a la de la celda donde se instalarán.

Los transformadores deberán ser dimensionados y fabricados para un nivel de tensión no menor al del interruptor.

La carga de cada transformador deberán ser determinados por el proveedor y cumplir conforme con las normas IEC o ANSI / IEEE equivalentes. Deberá incluir por lo menos un 20% de capacidad de reserva.

Los bornes secundarios de los transformadores de corriente deberán tener puentes de cortocircuito para el transporte.

Los transformadores de tensión deberán tener fusibles de potencia limitadores de corriente incorporados en el lado de alta tensión. En el lado de baja tensión llevarán también fusibles de protección.

Cada transformador deberá tener su propia conexión a la barra de tierra. Los transformadores toroidales, deberán tener un diámetro interior no menor a 180mm (7").

Clase de precisión de 0.5 para servicio de medición

#### 2.5.2.10 Interruptores termomagnéticos en caja moldeada

La operación será mediante palanca externa con mecanismo de apertura y cierre independiente de la fuerza del operador y de disparo mecánico libre. El disparo automático del interruptor deberá ser claramente indicado por la posición de la palanca. Los contactos deberán ser de aleación de plata y la extinción del arco deberá hacerse en cámaras adecuadas. Estará provisto de botón exterior para ejercitar el disparo del interruptor.

Tendrán una capacidad de ruptura mínima tal como se indica en los planos del proyecto.

Los interruptores en caja moldeada tendrán unidades de disparo termomagnético con características de tiempo inverso y basadas en microprocesador.

Cada unidad de disparo basada en microprocesador consistirá de tres (03) sensores de corriente, unidad de disparo y bobina de disparo. La unidad de disparo utilizará la tecnología basada en microprocesador para proveer funciones de protección de tiempo-corriente ajustables. Incluirá opción de protección contra fallas a tierra, por baja tensión y retardo del disparo.

La capacidad nominal de cada interruptor estará definida por unidades conectables (ratings plugs). Las unidades conectables serán fijas ó ajustables según se indique. Dichas unidades deben de ser excluyentes; es decir que no podrán ser insertadas unidades de marcos (frames) superiores en marcos de menor capacidad nominal. Asimismo, no se podrá operar el interruptor con la unidad conectable fuera de su ubicación.

La coordinación del sistema se deberá lograr mediante el ajuste y forma de las curvas tiempo-corriente basadas en microprocesador que se indican a continuación

- ✓ Ajuste de tiempo largo (mediante la unidad conectable (rating plug)) y del retardo.
- ✓ Ajuste de tiempo corto y retardo mediante formado de curvas selectivas.
- ✓ Ajuste instantáneo.

La unidad basada en microprocesador deberá tener memoria térmica para proveer protección contra calentamiento acumulado cuando ocurren sucesivas y consecutivas condiciones de sobrecarga.

Donde se omita el ajuste instantáneo, la unidad de disparo estará provista de opción de by-pass de dicha función.

#### 2.5.2.11 Interruptores termomagnéticos en caja metálica

Los interruptores mayores de 2500A, como es el interruptor principal, serán del tipo en caja metálica (power circuit breakers) en ejecución fija.

Estos interruptores serán de operación manual y estarán dotados con su dispositivo de carga, switch de control o pulsador de apertura y cierre, lámparas indicadoras, etc. Cualquier requerimiento de tensión auxiliar será tomado internamente del tablero mediante respectivos transformadores de control.

Tendrán una capacidad de interrupción mínima tal como en los planos del proyecto.

El interruptor principal estará provisto de unidades de disparo termo magnéticas con características de tiempo inverso y basadas en microprocesador.

Cada unidad de disparo basada en microprocesador consistirá de tres (3) sensores de corriente, unidad de disparo y bobina de disparo. La unidad de disparo utilizará la tecnología basada en microprocesador para proveer funciones de protección de tiempo corriente ajustables. Incluirá opción de protección contra fallas a tierra, por baja tensión y retardo del disparo.

La capacidad nominal de cada interruptor estará definida por unidades conectables (ratings plugs). Las unidades conectables serán fijas ó ajustables según se indique. Dichas unidades deben de ser excluyentes; es decir que no podrán ser insertadas unidades de marcos (frames) superiores en marcos de menor capacidad nominal. Asimismo, no se podrá operar el interruptor con la unidad conectable fuera de su ubicación.

La coordinación del sistema se deberá lograr mediante el ajuste y forma de las curvas tiempo-corriente basadas en microprocesador que se indican a continuación.

Todos éstos interruptores tendrán ajuste de disparo de retardo largo y del tiempo.

El interruptor principal tendrá ajustes individuales para disparo de retardo corto y del tiempo; debiendo incluir además curvas ajustables plana.

El interruptor principal tendrá ajustes individuales para disparo instantáneo.

La unidad basada en microprocesador deberá tener memoria térmica para proveer protección contra calentamiento acumulado cuando ocurren sucesivas y consecutivas condiciones de sobrecarga.

La unidad de disparo, mediante el uso de LED'S y sus correspondientes baterías, deberá señalar cuando se haya producido un disparo hasta que el operador restablezca la condición normal mediante el correspondiente botón de reposición. Se deberá incluir botón de prueba del estado de las baterías.

La unidad de disparo deberá incluir panel de prueba incorporado, provisto de selector y pulsador de prueba. El selector deberá permitir al operador seleccionar los valores de corriente de prueba del rango de ajustes disponibles. Las funciones básicas de protección no se deberán ver afectadas durante las operaciones de prueba. El interruptor deberá poder ser probado en el modo “disparo” o “no disparo”. Se incluirá, como accesorio del tablero, un módulo auxiliar que permita probar la unidad de disparo mediante una fuente externa de 220V.

#### 2.5.2.12 Placas

Se deberán prever las siguientes placas de identificación en idioma español:

- ✓ Para la identificación del Tablero de Distribución Principal.
- ✓ Para identificar cada circuito.

Las placas serán de aluminio o plástico laminado, de fondo blanco y letras negras fijadas con tornillos o remaches y deberán ser sometidas a la aprobación del propietario.

#### 2.5.2.13 Acabado

Las superficies metálicas serán sometidas a tratamiento anticorrosivo de fosfatizado por inmersión en caliente el cual deberá consistir básicamente de los siguientes pasos:

- ✓ Desengrase alcalino a 95°C.
- ✓ Enjuague con agua.
- ✓ Desoxidado con ácidos.
- ✓ Enjuague con agua.
- ✓ Fosfatizado de zinc a 85°C.
- ✓ Enjuague con agua.
- ✓ Sellado con inhibidor.
- ✓ Secado en estufa.

El acabado será con tres (3) capas de base anticorrosiva y tres (3) capas de pintura epóxica color gris. Cada capa aplicada deberá tener un espesor mínimo de 2.0 Mils.

#### 2.5.2.14 Puesta a tierra

Todo el conjunto deberá estar equipado con sus respectivas barras y/o terminales para conexión a tierra.

Las facilidades para conexión a tierra deberán permitir la conexión de un cable calibre 4/0 AWG ( 107 mm<sup>2</sup>) en cada extremo del tablero

#### 2.5.2.15 Accesorios

El Proveedor deberá incluir en su oferta todos los accesorios necesarios para la correcta operación de los equipos,. Adicionalmente incluirá:

- ✓ Bornera de control para cablear todos los contactos auxiliares y / o bobinas de operación.
- ✓ Facilidad de aplicación de candado al manubrio de operación cada interruptor.

#### 2.5.2.16 Repuestos

El postor deberá incluir en su oferta un listado detallado de repuestos recomendados para un período de 24 meses de operación después de la puesta en marcha. Incluirá además repuestos que estimen necesarios para las pruebas y puesta en marcha.

#### 2.5.2.17 Inspección

El vendedor deberá permitir el ingreso y dar facilidades todas las veces que sea razonablemente necesarias al comprador o a su inspector autorizado, para que inspeccione y examine todos los equipos componentes y materiales durante la fabricación y ensamble, a fin de asegurar la conformidad de los materiales, trabajo y acabado a los requerimientos de esta especificación y a los planos aprobados por el comprador.

#### 2.5.2.18 Pruebas

La celda y todos los componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables listadas en 2.1.2.

El proveedor deberá ejecutar todas las pruebas de rutina indicadas en las normas listadas en 2.1.2, así como cualquier otra prueba normalmente ejecutada por él, necesaria para asegurar la conformidad con estas especificaciones.

Sin perjuicio de lo indicado en las normas listadas en 2.1.2, el proveedor hará las siguientes pruebas:

- ✓ Pruebas dieléctricas (Aislamiento de Barras y demás equipamiento).
- ✓ Pruebas de operación mecánica.
- ✓ Operación eléctrica y control de alambrado.
- ✓ Continuidad y aislamiento de cables.
- ✓ Verificación de polaridad.
- ✓ Secuencia de fases.

El proveedor deberá proporcionar junto con su oferta una lista de las pruebas que normalmente realiza en los componentes y en el tablero terminado.

El método de prueba deberá ser especificado haciendo referencia a la norma aplicable o dando una descripción de método de prueba.

El propietario o su representante se reservan el derecho de presenciar una o todas las pruebas indicadas y pedir la realización de alguna otra prueba de rutina de las indicadas en las normas listadas en 2.1.2.

El proveedor comunicará por escrito y con una anticipación no menor de 10 días útiles, sobre la fecha prevista para la realización de las pruebas. Adjuntará el formato de protocolos que utilizará para la conformidad del propietario.

#### 2.5.2.19 Reporte de pruebas

Después de las pruebas y antes de la entrega el proveedor deberá proporcionar seis (6) copias de cada uno de los informes de pruebas, firmado por un representante responsable, como prueba del cumplimiento con los requerimientos de pruebas de esta especificación.

La aceptación del certificado de los reportes de las pruebas efectuadas, no releva al proveedor de su responsabilidad para con el equipo en caso de que éste falle, a cumplir con los requerimientos de ésta especificación independientemente de que el equipo esté en posesión del proveedor, en los almacenes del propietario, o instalado en el sitio.

#### 2.5.2.20 Transporte y almacenamiento

El transporte de los equipos se hará con los equipos provistos de embalaje que será hecho a base de madera seca conformando cajas totalmente cerradas o jaulas debidamente reforzadas para permitir el izaje con pato o grúa.

En todos los casos, la base del embalaje deberá consistir de una parihuela para facilitar el manipuleo del bulto y evitar que cualquier aniego pueda afectar su almacenamiento.

El almacenamiento de los equipos se hará en lugares preferentemente cubiertos y si por alguna razón aceptada sea necesario tenerlos temporalmente al aire libre, se deberá asegurar de proteger los equipos contra los efectos de la lluvia y polvo.

#### 2.5.2.21 Instalación

Los tableros serán instalados sobre su base perfectamente alineados y nivelados según la posición final del equipo a ser accionado.

Luego de instalados los tableros, el contratista deberá revisar y, de ser necesario, retocar la pintura que pudiera haber sido dañada durante el proceso de instalación.

Todos los equipos deberán ser sometidos a las pruebas respectivas luego de la instalación antes de ser energizados.

Luego de culminada la instalación, se harán las siguientes inspecciones de lo instalado:

- Verificar placa de datos nominales.
- Inspeccionar condición física y mecánica exterior.
- Verificar anclajes, espacios libres de trabajo y alineamientos.

- Inspeccionar puertas, paneles y secciones contra huellas de corrosión, abolladuras, ralladuras y pernos faltantes.
- Verificar que las capacidades de marco y ajuste de los interruptores corresponde a lo solicitado en los planos del proyecto.
- Inspeccionar todas las conexiones de fuerza, medición y control.
- Verificar operación adecuada de bloques mecánicos y eléctricos de apertura y cierre de interruptores y puertas.
- Verificar limpieza general.
- Verificar lubricación de contactos de interruptores extraíbles.
- Verificar libertad en la extracción e inserción de interruptores y equipos extraíbles.
- Verificar buen estado de barreras de aislamiento de pases.
- Verificar buen estado de instrumentos de medidas y que se hayan retirado los puentes de transformadores de corrientes.

#### 2.5.2.22 Puesta en marcha

Para la puesta en marcha del equipo, se deberán efectuar antes las siguientes pruebas eléctricas:

- Medición de resistencia de aislamiento en cada sección de barras, entre fases y entre fases y tierra.

- Pruebas de aislamiento para transformadores de corriente y circuitos de corriente a 1000Vcc. Para componentes a estado sólido, seguir las instrucciones del fabricante.
- Pruebas de polaridad de transformadores de corriente y tensión.
- Verificar relación de transformación de transformadores de medida.
- Pruebas de aislamiento a 1000Vcc para todos los circuitos de medida y control. Para unidades con componentes a estado sólido, seguir las instrucciones del fabricante.
- Probar operación de circuitos de disparo y control con puente auxiliar.
- Verificar secuencia de fases.
- Verificar conexiones con borneras.
- Probar instrumentos.
- Verificar ajustes de relés.
- Probar interruptor según recomendaciones del fabricante.

### **2.5.3 Banco de condensadores de baja tensión 480V**

La capacidad total del banco será dividida en pasos de 50 kVAR, serán conmutables automáticamente. La entrada de los pasos debe ser regulada por un controlador de potencia reactiva instalado en el banco.

El banco de condensadores será apropiado para una capacidad mínima de 65kA de poder de ruptura.

El banco de condensadores tendrán grado de protección Nema 4, el cual se instalara dentro del cuarto eléctrico tendrá un diseño modular con provisiones para expansión.

Los condensadores serán diseñados para trabajo continuo a 40 °C temperatura ambiente y para una altitud de hasta 4225 m.s.n.m. La tensión nominal del condensador debe ser como mínimo 1.08 veces la tensión nominal del sistema. El banco de condensadores debe ser libre de mantenimiento, con unidades que indique claramente su tiempo de vida útil.

Cada condensador debe contar con resistencia interna de descarga.

Los condensadores serán protegidos con fusibles limitadores y disyuntores.

El controlador de factor de potencia debe tener pasos de reserva y contar con puerto de comunicación para supervisión remota.

El paso mínimo de reserva será definido por el fabricante de acuerdo al estudio de compensación reactiva.

La distorsión armónica total (THD) de 5% de las formas de onda de tensión no debe afectar la vida de los condensadores, contactores o del controlador.

Una variación de +/- 20% en la tensión de la línea no debe afectar la vida del condensador.

Se requiere que se instalen transformadores de corriente exclusivos para cada banco de acuerdo a la corriente nominal de cada barra donde se realice la compensación. El valor nominal del secundario del transformador será 5 A.

Todos los Bancos de Condensadores de BT recibirán las pruebas de rutina, tales como:

- Inspección Visual
- Verificación de las dimensiones
- Secuencia de Fases del circuito de fuerza
- Verificación del cableado del circuito de control.
- Verificación Dispositivos de funcionamiento eléctrico.
- Pruebas dieléctricas de los circuitos de fuerza y control.

Pruebas de operación mecánica.

## 2.6 TRANSFORMADORES

### 2.6.1 De potencia

Se utilizará del tipo en baño de aceite mineral y estarán de acuerdo a las últimas normas listadas como referencias.

Estará equipado con tomas de derivación en vacío en el lado primario de  $\pm 2$  x 2,5% cada una; dos por encima y dos por debajo de la tensión nominal.

Ningún borne primario ni secundario será accesible sin tener que desmontar coberturas dedicadas o abrir celdas de acoplamiento (cajuelas).

El aceite no debe contener PCB.

Los transformadores deberán conducir su capacidad nominal sin exceder un incremento de 65°C en la temperatura de los arrollamientos medido por resistencia y de 60°C en la temperatura del aceite considerando una temperatura ambiente promedio de 30°C durante 24 horas con un máximo de 40°C.

Los transformadores deben de ser diseñados para llevar sobrecargas durante tiempos cortos en concordancia con la Norma ANSI C57.12.92 o equivalentes.

Los transformadores deben de ser diseñados para cumplir los estándares de nivel de ruido para transformadores en aceite indicados en NEMA TR1 o equivalentes aprobados.

Los arrollamientos de alta y baja tensión deben ser de cobre con aislamiento entre capas a base de papel o equivalente.

El transformador deberá ser diseñado garantizando los requisitos estipulados por las normas citadas en el ítem 2.1.2.

El tanque y sus componentes adjuntos serán diseñados para soportar el 25% de sobre presión interna sin sufrir deformación permanente. La

construcción del tanque y demás será utilizando planchas de acero al carbono, con reforzamientos a base de perfiles externos. Toda la estructura será debidamente electro soldada.

De ser el caso los radiadores, conjuntamente con el tanque serán probados contra fugas después del ensamble total y soldadura respectiva.

### **2.6.2. De servicios auxiliares y alumbrado**

Los transformadores de servicios auxiliares y alumbrado serán del tipo seco, con voltaje primario 480V conexión delta y voltaje secundario de 230 V en conexión estrella, 3 fases + tierra; encapsulado con aislamiento clase H, bobinado de cobre, para sobre temperatura de 150° C y con taps de +/- 2 de 2 ½ %, conexión Dyn5 ( 3 fases + neutro).

La distribución en 120V se obtendrá de una fase del secundario y el neutro en forma monofásica (1 fase + tierra) para utilización en circuitos de instrumentación.

## **2.7 CABLES**

### **2.7.1. Caída de tensión**

Todos los alimentadores y circuitos de media y baja tensión serán calculados considerando una caída de:

<b>Aplicación</b>	<b>Caída Máxima</b>
Alimentadores de media tensión	2.5%
Alimentadores de baja tensión	2.5%
Circuitos de fuerza a motores y equipos	2.5%
Circuitos de alumbrado y tomacorrientes	4%

### **2.7.2 Cables de fuerza de baja tensión**

Los cables requeridos serán adecuados para operar satisfactoriamente en ambientes húmedos y/o secos. En general, los cables serán apropiados para ser instalados en ambientes con altas concentraciones de partículas finas de polvo, serán clasificados para 1000V. El cable de acometida es el tipo XHHW-2 tripolar enchaquetado para calibres menores a 1/0, y para calibres mayores serán cables unipolares tipo XHHW-2. Los cables serán apropiados para ser expuestos a la luz solar. Todos los conductores serán de cobre electrolítico recocido según la norma ASTM B-3 y con trenzado clase B según la norma ASTM B-8.

### **2.7.3. Cables de alumbrado y tomacorrientes**

Los cables de alumbrado serán unipolares con aislamiento de PVC para una tensión de 600V, con conductores sólidos de cobre. Serán del tipo THW para una temperatura de operación de 75°C en locaciones húmedas. La sección mínima a utilizar será de #12 AWG (4mm<sup>2</sup>).

#### **2.7.4 Cables de media tensión para 10 kV**

Los cables de media Tensión para 10kV serán de cobre, del tipo N2XSY 8.7/15kV, cableado concéntrico con conductores de cobre, unipolar, para 90°C de operación, protegidos con chaqueta exterior a prueba de radiación solar.

### **2.8 CUARTOS ELECTRICOS**

Los cuartos eléctricos serán preferentemente prefabricados (tipo container) a fin de reducir las actividades de construcción en el sitio y permitir el pre comisionamiento del equipo antes del traslado al sitio.

Los cuartos eléctricos serán construidos a base de acero. Otros tipos de construcción pueden ser utilizados cuando el sistema contra incendios, condiciones de sitio o factores económicos lo requieran.

Los cuartos prefabricados tipo container deberán ser de alta calidad, y para un tiempo de vida útil de 36 años. Cuando sean muy grandes y contengan tableros de media tensión, se deberá prever el riesgo del equipo ante la vibración, daño a los empalmes o aislamientos de las barras así como prever los métodos asociados al transporte.

Los cuartos eléctricos serán aislados dinámicamente de las estructuras que vibran y localizados de tal manera que se prevea un área de reserva para una extensión futura

Los orificios no utilizables serán selladas para evitar el ingreso de los animales, insectos o del agua.

El interior de los cuartos eléctricos estará pintado de blanco para proporcionar una iluminación eficiente

El espacio proporcionado deberá prever la ampliación futura de CCMs y tableros eléctricos. Tener en cuenta la ampliación de dos niveles de cubículos a cada CCM y del tablero de Baja tensión. La capacidad para las extensiones futuras de la planta debe ser considerada. El equipo dentro de la subestación debe ser localizado de modo que no inhiba la extensión futura cuarto eléctrico.

El equipo no será montado en las paredes de extremo del edificio de la subestación.

Se deberá considerar un espacio de reserva en el diseño del cuarto eléctrico como sigue:

- Los CCM y tableros de 460 V deberán tener un espacio de reserva para las celdas de enlace

Los cuartos eléctricos grandes tendrán una puerta en cada extremo del edificio.

Además del equipo eléctrico y de instrumentación, serán equipados como mínimo de:

- Un teléfono.
- Iluminación interior y exterior, además de un sistema de tomas de fuerza.
- Sistema del alumbrado de emergencia.
- Señales de seguridad.
- Sistema de detección de incendios, con los detectores de humos y sistema de la supresión de gas.

- Extintores.
- sistemas de presurización HVAC y;
- Puerta con protector de polvo.

El cuarto eléctrico deberá contener un sistema de aire acondicionado, el cual deberá mantener la temperatura interna de acuerdo a las especificaciones de temperatura del equipo instalado. Se instalarán como mínimo dos equipos de aire acondicionado por cada cuarto eléctrico, de tal manera que si una unidad falla, el sistema deberá asegurar que la temperatura ambiente interna del cuarto eléctrico no exceda los 25°C, la unidad restante será capaz de mantener el cuarto eléctrico en el máximo de 35°C. La capacidad instalada de refrigeración del sistema de aire acondicionado, será el 20% mayor que la capacidad calculada, determinada de los cálculos del calor de cada carga.

La presurización con aire filtrado será proporcionada para levantar la presión interna de la subestación a fin de reducir al mínimo el ingreso del polvo. El aire acondicionado y los ventiladores de presurización serán enclavijados con el sistema de detección de incendios y cerrarán automáticamente en caso de emergencia.

## CAPITULO III

### DISEÑO ELECTRICO

#### 3.1 CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA

##### 3.1.1 Sala eléctrica área de chancado

##### 3.1.1.1 Centro de control de motores área de chancado

Tablero 400-MCC-001			Potencia Instalada						Max. Demanda	
Item	TAG	Descripción	Cantidad	MEC HP	V	Fases	Ipc (Tabla 430.250 NEC 2008) (Amp)	kVA	FD	kVA
01	410-FE-001	ALIMENTADOR DE PLACAS	1	40.00	460	3	52.00	41.43	1.00	41.43
02	400-CB-001	FAJA TRANSPORTADORA	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
03	410-CR-001	CHACADORA PRIMARIA DE QUIJADAS 25"x40"	1	125.00	460	3	156.00	124.29	1.00	124.29
04	420-CR-001	CHACADORA SECUNDARIA CONICA	1	300.00	460	3	361.00	287.62	1.00	287.62
05	410-CB-001	FAJA TRANSPORTADORA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
06	420-SC-001	ZARANDA SECUNDARIA	1	20.00	460	3	27.00	21.51	1.00	21.51
07	420-CB-001	FAJA TRANSPORTADORA	1	20.00	460	3	27.00	21.51	1.00	21.51
08	420-CB-002	FAJA TRANSPORTADORA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
09	420-FE-001	ALIMENTADOR DE FAJA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
10	420-FE-002	ALIMENTADOR DE FAJA	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
11	410-HT-001	MONORIEL 6 TON	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
12	420-CN-001	PUENTE GRUA	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
13	420-MG-001	ELECTROIMAN	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
14	420-MD-001	DETECTOR DE METALES	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
15	-----	RESERVA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
16	-----	RESERVA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
17	-----	RESERVA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15

Total Demanda Tablero: 400-MCC-001

626.78

### 3.1.1.2 Tablero de distribución principal de sala eléctrica de chancado

Tablero General de Distribucion 400-SB-001			Max. Demanda
Item	TAG	Descripción	kVA
01	400-MCC-001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	626.78
02	400-TD-001	TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTACION	5.00
03	400-TD-002	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES	100.00
04	-----	RESERVA	100.00
05	-----	RESERVA	100.00
			932

Por lo tanto, para la sala eléctrica del área de chancado se instalará un transformador de 1000 kVA, 10/0.48kV, 60 Hz, 3Ø.

### 3.1.2 Sala eléctrica área de molienda

#### 3.1.2.1 Centro de control de motores área de molienda

Item	TAG	Descripción	Cantidad	Potencia Instalada					Max. Demanda	
				MEC. HP	V	Fases	Ipc (Tabla 430.250 NEC 2008) (Amp)	kVA	FD	kVA
01	430-CN-001	PUENTE GRUA	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
02	430-FE-001	ALIMENTADOR DE FAJA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
03	430-FE-002	ALIMENTADOR DE FAJA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
04	430-CB-001	FAJA TRANSPORTADORA	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
05	430-BA-001	BALANZA	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
06	430-ML-001	MOLINO DE BOLAS 9'x10'	1	400.00	460	3	477.00	380.04	1.00	380.04
07	430-PU-001A	BOMBA	1	30.00	460	3	40.00	31.87	1.00	31.87
08	430-PU-001B	BOMBA STAND BY	1	30.00	460	3	40.00	31.87	1.00	31.87
09	430-PU-001	BOMBA DE SUMIDERO MOLIENDA	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
10	-----	RESERVA	1	50.00	460	3	65.00	51.79	1.00	51.79
11	-----	RESERVA	1	50.00	460	3	65.00	51.79	1.00	51.79
Total Demanda Tablero: 430-MCC-001										602.88

## 3.1.2.2 Centro de control de motores área de flotación plomo plata

Tablero 510-MCC-001			Potencia Instalada					Max. Demanda		
Item	TAG	Descripción	Cantidad	MEC HP	V	Fases	Ipc (Tabla 430.250 NEC 2008) (Amp)	kVA	FD	kVA
01	510-AG-001	AGITADOR DE TANQUE ACONDICIONADOR	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
02	510-CF-001	CELDA DE FLOTACION ROUGHER I BULK	1	3.00	460	3	4.80	3.82	1.00	3.82
03	510-CF-002/003	CELDA DE FLOTACION ROUGHER II BULK	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
04	510-CF-004	CELDA DE FLOTACION ROUGHER II BULK	1	3.00	460	3	4.80	3.82	1.00	3.82
05	510-CF-005/006	CELDA DE FLOTACION SCAVENGER BULK	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
06	510-CF-007/008	CELDA DE FLOTACION SCAVENGER BULK	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
07	510-PU-003A	BOMBA DE COLAS	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
08	510-PU-003B	BOMBA DE COLAS STAND BYE	1	7.50	460	3	11.00	8.76	0.50	4.38
09	510-PU-001A	BOMBA DE ESPUMAS ROUGHER I BULK	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
10	510-PU-001B	BOMBA DE ESPUMAS BULK STAND BYE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
11	510-PU-002A	BOMBA DE ESPUMAS SCAVENGER BULK	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
12	510-PU-002B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.00	460	3	2.10	1.67	0.50	0.84
13	510-CF-009/010	CELDA DE FLOTACION	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
14	510-CF-011/012	CELDA DE FLOTACION	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
15	510-CF-013/014	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
16	510-CF-015/016	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
17	510-CF-017/018	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
18	510-CF-019/020	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
19	510-PU-004A	BOMBA DE ESPUMAS	1	1.50	460	3	3.00	2.39	1.00	2.39
20	510-PU-004B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.50	460	3	3.00	2.39	0.50	1.20
21	510-PU-005A	BOMBA DE ESPUMAS	1	1.50	460	3	3.00	2.39	1.00	2.39
22	510-PU-005B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.50	460	3	3.00	2.39	0.50	1.20
23	510-PU-006A	BOMBA DE ESPUMAS	1	1.50	460	3	3.00	2.39	1.00	2.39
24	510-PU-006B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.50	460	3	3.00	2.39	0.50	1.20
25	510-PU-007A	BOMBA DE ESPUMAS	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
26	510-PU-007B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	7.50	460	3	11.00	8.76	0.50	4.38
27	510-PU-008	BOMBA SUMIDERO	1	1.50	460	3	3.00	2.39	1.00	2.39
28	510-ML-001	MOLINO DE BOLAS	1	40.00	460	3	52.00	41.43	1.00	41.43
29	-----	RESERVA	1	5.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
30	-----	RESERVA	1	5.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15

Total Demanda Tablero: 510-MCC-001

239.53

## 3.1.2.3 Centro de control de motores área de flotación zinc

Tablero 510-MCC-002			Potencia Instalada						Max. Demanda	
Item	TAG	Descripción	Cantidad	MEC HP	V	Fases	Ipc (Tabla 430,250 NEC)	kVA	FD	kVA
01	510-AG-201	AGITADOR DE TANQUE	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
02	510-AG-202	AGITADOR DE TANQUE	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
03	510-CF-201/202	CELDA DE FLOTACION	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
04	510-CF-203/204	CELDA DE FLOTACION	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
05	510-CF-205/206	CELDA DE FLOTACION	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
06	510-CF-207/208	CELDA DE FLOTACION	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
07	510-PU-201A	BOMBA DE ESPUMAS	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
08	510-PU-201B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.00	460	3	2.10	1.67	0.50	0.84
09	510-PU-202A	BOMBA DE COLAS	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
10	510-PU-202B	BOMBA DE COLAS STAND BYE	1	15.00	460	3	21.00	16.73	0.50	8.37
11	510-PU-207	BOMBA DE SUMIDERO FLOTACION ZINC	1	1.50	460	3	3.00	2.39	1.00	2.39
12	510-CF-209/210	CELDA DE FLOTACION	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
13	510-CF-211/212	CELDA DE FLOTACION	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
14	510-CF-213/214	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
15	510-CF-215/216	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
16	510-CF-217/218	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
17	510-CF-219/220	CELDA DE FLOTACION	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
18	510-PU-203A	BOMBA DE ESPUMAS	1	1.50	460	3	3.00	2.39	1.00	2.39
19	510-PU-203B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.50	460	3	3.00	2.39	0.50	1.20
20	510-PU-204A	BOMBA DE ESPUMAS	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
21	510-PU-204B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.00	460	3	2.10	1.67	0.50	0.84
22	510-PU-205A	BOMBA DE ESPUMAS	1	1.50	460	3	3.00	2.39	1.00	2.39
23	510-PU-205B	BOMBA DE ESPUMAS STAND BYE	1	1.50	460	3	3.00	2.39	0.50	1.20
24	510-PU-206A	BOMBA DE COLAS	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
25	510-PU-206B	BOMBA DE COLAS STAND BYE	1	10.00	460	3	14.00	11.15	0.50	5.58
26	510-ML-201	MOLINO DE BOLAS	1	75.00	460	3	96.00	76.49	1.00	76.49
27	-----	RESERVA	1	5.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
28	-----	RESERVA	1	5.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
<b>Total Demanda Tablero: 510-MCC-002</b>										<b>297.02</b>

## 3.1.2.4 Centro de control de motores área de espesamiento y filtrado

Tablero 530-MCC-001			Potencia Instalada						Max. Demanda	
Item	TAG	Descripción	Cantidad	MEC HP	V	Fases	Ipc (Tabla 430.250 MEC 2B08) (Amp)	kVA	FD	kVA
01	530-TH-001	ESPESADOR BULK	1	2.00	460	3	3.40	2.71	1.00	2.71
02	530-PU-001A	BOMBA	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
03	530-PU-001B	BOMBA DE STAND BYE	1	1.00	460	3	2.10	1.67	0.50	0.84
04	530-AG-001	AGITADOR	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
05	530-PU-002A	BOMBA	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
06	530-PU-002B	BOMBA DE STAND BYE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	0.50	3.03
07	530-PU-007A	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
08	530-PU-007B	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
09	530-PU-005	BOMBA REBOSE	1	2.00	460	3	3.40	2.71	1.00	2.71
10	530-TH-002	ESPESADOR DE ZINC	1	2.00	460	3	3.40	2.71	1.00	2.71
11	530-PU-003A	BOMBA DE CONCENTRADO DE ZINC	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
12	530-PU-003B	BOMBA DE CONCENTRADO DE ZINC	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
13	530-AG-002	AGITADOR DEL TANQUE DE CONCENTRADO DE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
14	530-PU-004A	BOMBA	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
15	530-PU-004B	BOMBA STAND BYE	1	7.50	460	3	11.00	8.76	0.50	4.38
16	530-PU-008A	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
17	530-PU-008B	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
18	530-PU-006	BOMBA REBOSE	1	2.00	460	3	3.40	2.71	1.00	2.71
19	530-FL-001	FILTRO DE CONCENTRADOS	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
20	530-CB-001	FAJA	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
21	530-HT-001	MONORIEL	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
22	530-TH-001	ESPESADOR DE RELAVES	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
23	550-PU-001A	BOMBA DE RELAVES	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
24	550-PU-001B	BOMBA DE RELAVES STAND BYE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	0.50	3.03
25	550-AG-001	AGITADOR DEL TANQUE DOSIFICADOR	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
26	550-PU-002A	BOMBA DOSIFICADORA DEL HONDING TANK	1	350.00	460	3	414.00	329.84	1.00	329.84
27	550-PU-002B	BOMBA DOSIFICADORA DEL HONDING TANK	1	350.00	460	3	414.00	329.84	1.00	329.84
28	550-PU-003	BOMBA SUMIDERO	1	2.00	460	3	3.40	2.71	1.00	2.71
29	-----	RESERVA	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
30	-----	RESERVA	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
<b>Total Demanda Tablero: 530-MCC-001</b>								<b>783.22</b>		

## 3.1.2.5. Centro de control de motores área de servicios

Tablero 560-MCC-001			Potencia Instalada						Max. Demanda	
Item	TAG	Descripción	Cantidad	MEC HP	V	Fases	Ipc (Tabla 430.250 NEC 2008) (Amp)	kVA	FD	kVA
01	560-AG-001	AGITADOR TANQUE	1	7.50	460	3	11.00	8.76	1.00	8.76
02	560-PU-001	BOMBA	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
03	560-PU-002A	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
04	560-PU-002B	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
05	560-PU-002C	BOMBA STAND BYE	1	0.50	460	3	1.10	0.88	0.50	0.44
06	560-PU-020	BOMBA SUMIDERO	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
07	560-AG-003	AGITADOR TANQUE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
08	560-PU-003	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
09	560-PU-004A	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
10	560-PU-004B	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
11	560-PU-004C	BOMBA STAND BYE	1	0.50	460	3	1.10	0.88	0.50	0.44
12	560-AG-005	AGITADOR TANQUE	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
13	560-PU-005	BOMBA	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
14	560-PU-006A	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
15	560-PU-006B	BOMBA STAND BYE	1	0.50	460	3	1.10	0.88	0.50	0.44
16	560-AG-009	AGITADOR TANQUE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
17	560-PU-010A	BOMBA PERISTALTICA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
18	560-PU-010B	BOMBA PERISTALTICA STAND BYE	1	0.50	460	3	1.10	0.88	0.50	0.44
19	560-AG-010	AGITADOR TANQUE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
20	560-PU-012A	BOMBA DIAFRAGMA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
21	560-PU-012B	BOMBA DIAFRAGMA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
22	560-PU-012C	BOMBA DIAFRAGMA STAND BYE	1	0.50	460	3	1.10	0.88	0.50	0.44
23	560-AG-011	AGITADOR TANQUE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
24	560-PU-014A	BOMBA DIAFRAGMA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
25	560-PU-014B	BOMBA DIAFRAGMA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
26	560-AG-012	AGITADOR TANQUE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
27	560-PU-016A	BOMBA DIAFRAGMA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
28	560-PU-016B	BOMBA DIAFRAGMA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
29	560-PU-016C	BOMBA DIAFRAGMA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
30	560-AG-013	AGITADOR TANQUE	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
31	560-PU-017A	BOMBA PERISTALTICA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
32	560-PU-017B	BOMBA PERISTALTICA STAND BYE	1	0.50	460	3	1.10	0.88	0.50	0.44
33	560-AG-014	AGITADOR DE TANQUE	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
34	560-PU-018	BOMBA DE TRANSFERENCIA	1	2.00	460	3	3.40	2.71	1.00	2.71
35	560-PU-019A	BOMBA PERISTALTICA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
36	560-PU-019B	BOMBA PERISTALTICA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
37	560-PU-019C	BOMBA PERISTALTICA	1	0.58	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
38	560-TH-002	MONORIEL	1	2.00	400	3	3.40	2.71	1.00	2.71
39	560-PU-021	BOMBA DERRAME DE REACTIVOS	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
40	560-PU-022	BOMBA SUMIDERO DE LECHADA	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
41	560-TH-001	MONORIEL	1	5.00	460	3	7.60	6.06	1.00	6.06
42	560-CB-001	FAJA ALIMENTADORA	1	3.00	460	3	4.80	3.82	1.00	3.82
43	560-AG-007	AGITADOR TANQUE	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
44	560-PU-007	BOMBA	1	1.00	460	3	2.10	1.67	1.00	1.67
45	560-AG-008	AGITADOR TANQUE	1	15.00	460	3	21.00	16.73	1.00	16.73
46	560-PU-008A	BOMBA PERISTALTICA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
47	560-PU-008B	BOMBA PERISTALTICA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
48	560-PU-008C	BOMBA PERISTALTICA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
49	560-PU-008D	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
50	560-PU-008E	BOMBA	1	0.50	460	3	1.10	0.88	1.00	0.88
51	*****	RESERVA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
52	*****	RESERVA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15
53	*****	RESERVA	1	10.00	460	3	14.00	11.15	1.00	11.15

Total Demanda Tablero: 560-MCC-001

188.03

### 3.1.2.6 Tablero de distribución principal de sala eléctrica de molienda

Tablero General de Distribución 430-SB-001			Max. Demanda
Item	TAG	Descripción	kVA
01	430-MCC-001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	602.88
02	510-MCC-001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	239.53
03	510-MCC-002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	297.02
04	530-MCC-001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	783.22
05	560-MCC-001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	188.03
06	430-TD-001	TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTACION	40.00
07	430-TD-002	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES	100.00
08		RESERVA	100.00
			2351

Por lo tanto, para la sala eléctrica del área de molienda se instalará un transformador de 2500 kVA, 10/0.48kV, 60 Hz, 3ø.

## 3.2 CALCULO DE CONDUCTORES

El cálculo de conductores comprende los cálculos por capacidad de corriente y por caída de tensión.

### 3.2.1 Selección del conductor por capacidad de Corriente

La corriente a plena carga del motor, la hallamos usando la tabla 430.250, de la NFPA 2008.

**Table 430.250 Full-Load Current, Three-Phase Alternating-Current Motors**

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

Horsepower	Induction-Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes)							Synchronous-Type Unity Power Factor* (Amperes)			
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1 1/2	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7 1/2	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	263	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

\*For 90 and 80 percent power factor, the figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

La corriente de diseño del motor,  **$I_d$**  la hallamos añadiendo el 25% de esta corriente.

$$I_d = 1.25 I_n$$

Luego empleamos la tabla 310.16 de la NFPA 2008, el cual nos muestra la capacidad de conducción de corriente de diversos conductores,  **$I_{cable}$** , basados en una temperatura ambiente de 30°C.



**Table 310.16 Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0 Through 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)**

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A)]						Size AWG or kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types FBS, SA, SIS, FEP, FEPB, ML, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types FBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM				
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14	20	20	25	—	—	—	—
12	25	25	30	20	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	590	665	750	470	560	630	2000

Para nuestro caso emplearemos conductores del tipo XHHW-2, el cual, esta diseñado para una temperatura de servicio de 90°C.

Debemos multiplicar las capacidades de corriente, de la anterior tabla, por los factores de correccion por temperatura ambiente diferente a 30°C y por agrupamiento de cables.

Factores de correccion por temperatura ambiente diferente a 30°C = F1



2008 Edition

## CORRECTION FACTORS

Ambient Temp. (°C)	For ambient temperatures other than 30°C (86°F), multiply the allowable ampacities shown above by the appropriate factor shown below.						Ambient Temp (°F)
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123-131
56-60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	132-140
61-70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	141-158
71-80	—	—	0.41	—	—	0.41	159-176

Factores de correccion por agrupamiento de cables = F2



2008 Edition

Table 310.15(B)(2)(a) Adjustment Factors for More Than Three Current-Carrying Conductors in a Raceway or Cable

Number of Current-Carrying Conductors	Percent of Values in Tables 310.16 through 310.19 as Adjusted for Ambient Temperature if Necessary
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 and above	35

Finalmente se debe comprobar lo siguiente:

$$I_c \times F_1 \times F_2 > 1.25 I_n$$

Donde:

- Ic : Corriente del conductor, usando la tabla 310.16, NFPA 2008  
 F1 : Factor de correccion por temperatura ambiente diferente a 30°C  
 F2 : Factor de correccion por agrupamiento de cables.  
 In : Corriente a plena carga del motor, usando la tabla 430.250 NFPA.

### 3.2.2 Selección del conductor por caída de tensión.

Con el conductor elegido, realizamos la comprobacion por caida de tension.

$$V_{cr} = \frac{I \times L \times \sqrt{3} \times (R \cos \phi + X \sin \phi)}{N \times 1000}$$

Donde

- Vct : caida de tension en voltios.  
 I : corriente de diseño en amperios  
 L : longitud del conductor en metros.  
 R : resistencia del conductor , en ohm/km, empleando la tabla 9, NFPA 2008.  
 X : Reactancia inductiva del conductor, en ohm/km, empleando la tabla 9, de la NFPA 2009



Table 9 Alternating-Current Resistance and Reactance for 600-Volt Cables, 3-Phase, 60 Hz, 75°C (167°F) — Three Single Conductors in Conduit

Size (AWG or kcmil)	Ohms to Neutral per Kilometer Ohms to Neutral per 1000 Feet															Size (AWG or kcmil)
	$X_L$ (Reactance) for All Wires		Alternating-Current Resistance for Uncoated Copper Wires			Alternating-Current Resistance for Aluminum Wires			Effective $Z$ at 0.85 PF for Uncoated Copper Wires			Effective $Z$ at 0.85 PF for Aluminum Wires				
	PVC, Aluminum Conduits	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit		
14	0.190 0.058	0.240 0.073	10.2 3.1	10.2 3.1	10.2 3.1	—	—	—	8.9 2.7	8.9 2.7	8.9 2.7	—	—	—	14	
12	0.177 0.054	0.223 0.068	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	10.5 3.2	10.5 3.2	10.5 3.2	5.6 1.7	5.6 1.7	5.6 1.7	9.2 2.8	9.2 2.8	9.2 2.8	12	
10	0.164 0.050	0.207 0.063	3.9 1.2	3.9 1.2	3.9 1.2	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	5.9 1.8	5.9 1.8	5.9 1.8	10	
8	0.171 0.052	0.213 0.065	2.56 0.78	2.56 0.78	2.56 0.78	4.3 1.3	4.3 1.3	4.3 1.3	2.26 0.69	2.26 0.69	2.30 0.70	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	8	
6	0.167 0.051	0.210 0.064	1.61 0.49	1.61 0.49	1.61 0.49	2.66 0.81	2.66 0.81	2.66 0.81	1.44 0.44	1.48 0.45	1.48 0.45	2.33 0.71	2.36 0.72	2.36 0.72	6	
4	0.157 0.048	0.197 0.060	1.02 0.31	1.02 0.31	1.02 0.31	1.67 0.51	1.67 0.51	1.67 0.51	0.95 0.29	0.95 0.29	0.98 0.30	1.51 0.46	1.51 0.46	1.51 0.46	4	
3	0.154 0.047	0.194 0.059	0.82 0.25	0.82 0.25	0.82 0.25	1.31 0.40	1.35 0.41	1.31 0.40	0.75 0.23	0.79 0.24	0.79 0.24	1.21 0.37	1.21 0.37	1.21 0.37	3	
2	0.148 0.045	0.187 0.057	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.62 0.19	0.62 0.19	0.65 0.20	0.98 0.30	0.98 0.30	0.98 0.30	2	
1	0.151 0.046	0.187 0.057	0.49 0.15	0.52 0.16	0.52 0.16	0.82 0.25	0.85 0.26	0.82 0.25	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.79 0.24	0.79 0.24	0.82 0.25	1	
1/0	0.144 0.044	0.180 0.055	0.39 0.12	0.43 0.13	0.39 0.12	0.66 0.20	0.69 0.21	0.66 0.20	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1/0	
2/0	0.141 0.043	0.177 0.054	0.33 0.10	0.33 0.10	0.33 0.10	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	2/0	
3/0	0.138 0.042	0.171 0.052	0.253 0.077	0.260 0.082	0.259 0.079	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.289 0.085	0.302 0.092	0.308 0.094	0.43 0.13	0.43 0.13	0.46 0.14	3/0	
4/0	0.135 0.041	0.167 0.051	0.208 0.062	0.220 0.067	0.207 0.063	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.243 0.074	0.256 0.078	0.262 0.080	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	4/0	
250	0.135 0.041	0.171 0.052	0.171 0.052	0.187 0.057	0.177 0.054	0.279 0.085	0.295 0.090	0.282 0.086	0.217 0.066	0.230 0.070	0.240 0.073	0.306 0.094	0.322 0.098	0.33 0.10	250	
300	0.135 0.041	0.167 0.051	0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.233 0.071	0.249 0.076	0.236 0.072	0.194 0.059	0.207 0.063	0.213 0.065	0.269 0.082	0.282 0.086	0.289 0.088	300	



2008 Edition

300	0.135 0.041	0.167 0.051	0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.233 0.071	0.249 0.076	0.236 0.072	0.194 0.059	0.207 0.053	0.213 0.055	0.269 0.082	0.282 0.086	0.289 0.088	300
350	0.131 0.040	0.164 0.050	0.125 0.038	0.141 0.043	0.128 0.039	0.200 0.061	0.217 0.066	0.207 0.063	0.174 0.053	0.190 0.058	0.197 0.060	0.240 0.073	0.253 0.077	0.262 0.080	350
400	0.131 0.040	0.161 0.049	0.108 0.033	0.125 0.038	0.115 0.035	0.177 0.054	0.194 0.059	0.180 0.055	0.161 0.049	0.174 0.053	0.184 0.056	0.217 0.066	0.233 0.071	0.240 0.073	400

70-682

International Brotherhood of Electrical Workers  
 1115 H Street, N.W., Washington, D.C. 20004  
 Telephone: (202) 462-6000 Fax: (202) 462-6001

NATIONAL ELECTRICAL CODE 2008 Edition



Copyright © 2008 NFPA  
 All Rights Reserved

TABLES

Table 9 Continued

Size (AWC or kcmil)	Ohms to Neutral per Kilometer Ohms to Neutral per 1000 Feet															Size (AWC or kcmil)
	X <sub>L</sub> (Reactance) for All Wires			Alternating-Current Resistance for Uncoated Copper Wires			Alternating-Current Resistance for Aluminum Wires			Effective Z at 0.85 PF for Uncoated Copper Wires			Effective Z at 0.85 PF for Aluminum Wires			
	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	
500	0.128 0.039	0.157 0.048	0.157 0.048	0.089 0.027	0.106 0.032	0.095 0.029	0.141 0.043	0.157 0.048	0.148 0.045	0.141 0.043	0.157 0.048	0.164 0.050	0.187 0.057	0.200 0.061	0.210 0.064	500
600	0.128 0.039	0.157 0.048	0.157 0.048	0.075 0.023	0.092 0.028	0.082 0.025	0.118 0.036	0.135 0.041	0.125 0.038	0.131 0.040	0.144 0.044	0.154 0.047	0.167 0.051	0.180 0.055	0.190 0.058	600
750	0.125 0.038	0.157 0.048	0.157 0.048	0.062 0.019	0.079 0.024	0.069 0.021	0.095 0.029	0.112 0.034	0.102 0.031	0.118 0.036	0.131 0.040	0.141 0.043	0.148 0.045	0.161 0.049	0.171 0.052	750
1000	0.121 0.037	0.151 0.046	0.151 0.046	0.049 0.015	0.062 0.019	0.059 0.018	0.075 0.023	0.089 0.027	0.082 0.025	0.105 0.032	0.118 0.036	0.131 0.040	0.138 0.039	0.138 0.042	0.151 0.046	1000

Finalmente debemos comprobar:

$$\%V_{ct} = (V_{ct} / V) < 2.5\%$$

### 3.3 DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

Los valores de la resistencia de malla, la selección del conductor y los potenciales de toque y paso de la malla de tierra se han calculando teniendo en cuenta la IEEE Std 80-2000 (Guide for Safety in AC Substation Grounding).

Coeficiente de contacto con el suelo

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h_s + 0.09}$$

Donde

$\rho$  : Resistividad del terreno.

$\rho_s$  : Resistividad de la capa superficial en contacto con la jabalina

hs: espesor de la capa superficial

Tension de paso maximo admisible

$$E_{paso} = (1000 + 6.C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

Para una persona de 70 kg.

ts: duracion de la falla a tierra. (0.5 seg)

Tension de toque maximo admisible

$$E_{toque} = (1000 + 1.5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

Para una persona de 70 kg.

ts: duracion de la falla a tierra. (0.5 seg)

Calculo de la Tension de toque la malla

$$E_m = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_G}{L_M}$$

Donde

$\rho$  : resistividad del terreno

$K_m$  : factor de espaciamento para el voltaje de malla

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left[ \frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D+2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left[ \frac{8}{\pi(2 \cdot n - 1)} \right] \right]$$

Donde

D: espaciamento entre conductores paralelos (2.5 m)

h: profundidad de enterramiento de la red (0.7 m)

d: diametro del conductor de la malla (0.0142 m)

Kii: factor de ponderacion correctivo que se ajusta por los efectos de los conductores internos en la esquina de la malla.

Kh: factor de ponderacion correctivo que enfatiza el efecto de profundidad de

la malla

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}$$

Donde

h<sub>0</sub>: profundidad de referencia de la malla (1 m)

n: factor geométrico compuesto por los factores n = n<sub>a</sub>.n<sub>b</sub>.n<sub>c</sub>.n<sub>d</sub>

$$n_a = \frac{2.L_C}{L_p}$$

Donde

L<sub>c</sub>: Longitud total del conductor en la malla (m)

L<sub>p</sub>: Longitud perimetral de la malla (m)

n<sub>b</sub>= 1 (para rejillas cuadradas)

n<sub>c</sub>= 1 (para rejillas cuadradas y rectangulares)

n<sub>d</sub>=1 (para rejillas cuadradas, rectangulares y forma de L).

K<sub>i</sub>: factor de corrección para la geometría de la malla

$$K_i = 0.644 + 0.148 * n$$

Máxima corriente que circula entre la malla y la tierra circundante

$$I_G = S_f \cdot C_p \cdot D_f \cdot I_f$$

$S_f$  :Factor de división de la corriente de falla (factor de separación)

$C_p$  :Factor de corrección de proyección de porcentaje, representa el aumento relativo de las corrientes de falla durante la vida de la malla.

Para un futuro sistema de cero crecimiento,  $C_p=100\%$

$I_f$ : Valor de la corriente de falla simétrica a tierra en amperios

$D_f$ : Factor de decremento

$$D_f = \sqrt{1 + \frac{T_a}{t_f} \left[ 1 - e^{-\frac{2t_f}{T_a}} \right]}$$

$T_a$ : valor de la constante de tiempo de la compensación CD, en segundos.

$$T_a = \frac{1}{120\pi} \times \frac{X}{R}$$

$X/R$  : Relación entre la reactancia y la resistencia del sistema.

$t_f$ : Duración de la corriente de falla.

Longitud efectiva para el voltaje de malla.-

$$L_M = L_C + \left[ 1.55 + 1.22 \left( \frac{L_r}{\sqrt{L_X^2 + L_Y^2}} \right) \right] L_R$$

$L_C$ : Longitud total del conductor de la rejilla

$L_R$ : Longitud total de las varillas de tierra

$L_r$ : Longitud de cada varilla

$L_X$ : Longitud máxima de la rejilla en la dirección de x en m.

$L_Y$ : Longitud máxima de la rejilla en la dirección de y en m.

Finalmente todos los resultados obtenidos, lo reemplazamos en, la siguiente formula, para obtener la tensión de toque de la malla:

$$E_m = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_G}{L_M}$$

Calculo de la tensión de paso de malla

$$E_S = \frac{\rho \cdot K_S \cdot K_i \cdot I_G}{L_S}$$

$K_S$ : Factor de espaciamento para el voltaje de paso

$$K_S = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} (1 - 0.5^{n-2}) \right]$$

h: Profundidad de enterramiento de la red.

D: Espaciamiento entre conductores paralelos.

n: Factor geométrico, compuesto por los factores, na.nb.nc.nd

Ki: Factor de corrección para la geometría de la rejilla

$$K_i = 0.644 + 0.148 * n$$

Ls: Longitud efectiva para la tensión de paso de la malla

$$L_s = 0.75 \times L_C + 0.85 \times L_R$$

Lc: Longitud total del conductor de la malla

LR: Longitud total de las varillas a tierra.

### 3.4 UBICACION DE PARARRAYOS

Un pararrayos está comprendido por un dispositivo captor (terminal aéreo), las bajadas y un sistema de puesta a tierra.

En nuestro proyecto usaremos pararrayos del tipo convencional, cuyas características son:

- Área de protección en forma de cono.
- Angulo de protección máximo de 60°, a una altura máxima de 12m.

- Angulo de protección típico de 45°.
- Conforme se aumenta la altura el ángulo de protección disminuye.
- Sirve para proteger áreas pequeñas.

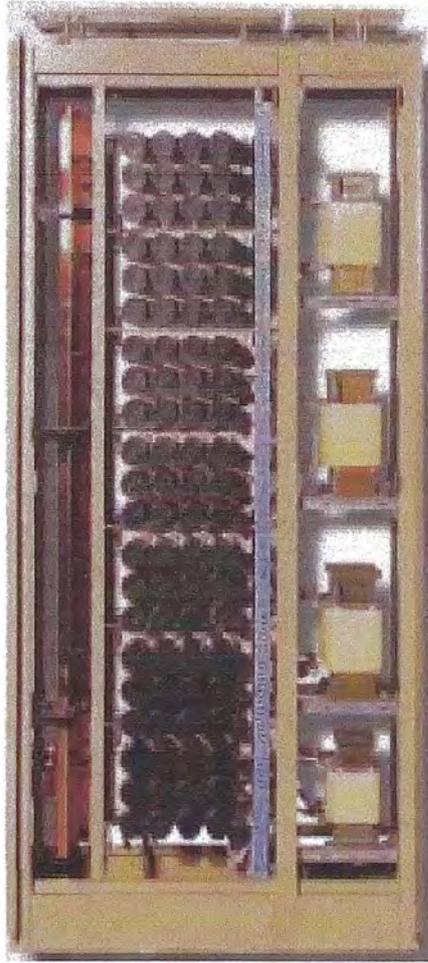
Estos pararrayos están regidos bajo las normas, IEC 62305, NFPA 780.

### 3.5 SELECCION DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO

En el mercado tenemos los siguientes bancos de condensadores comerciales, para baja tensión 480 voltios.

<u>Potencia</u>	<u>Número de pasos</u>	<u>Corriente</u>
<u>kVAR</u>		<u>(Amperios)</u>
150	3x50	181
200	4x50	241
250	5x50	301
300	3x100	361
300	6x50	361
350	7x50	421
400	4x100	482
400	8x50	482
450	9x50	542
500	5x100	602
500	10x50	602

<u>Potencia</u> <u>kVAR</u>	<u>Número de pasos</u>	<u>Corriente</u> <u>(Amperios)</u>
550	11x50	662
600	6x100	723
600	12x50	723
650	13x50	783
700	7x100	843
700	14x50	843
750	15x50	903
800	8x100	963
800	16x50	963
850	17x50	1020
900	9x100	1080
900	18x50	1080
950	19x50	1140
1000	10x100	1200



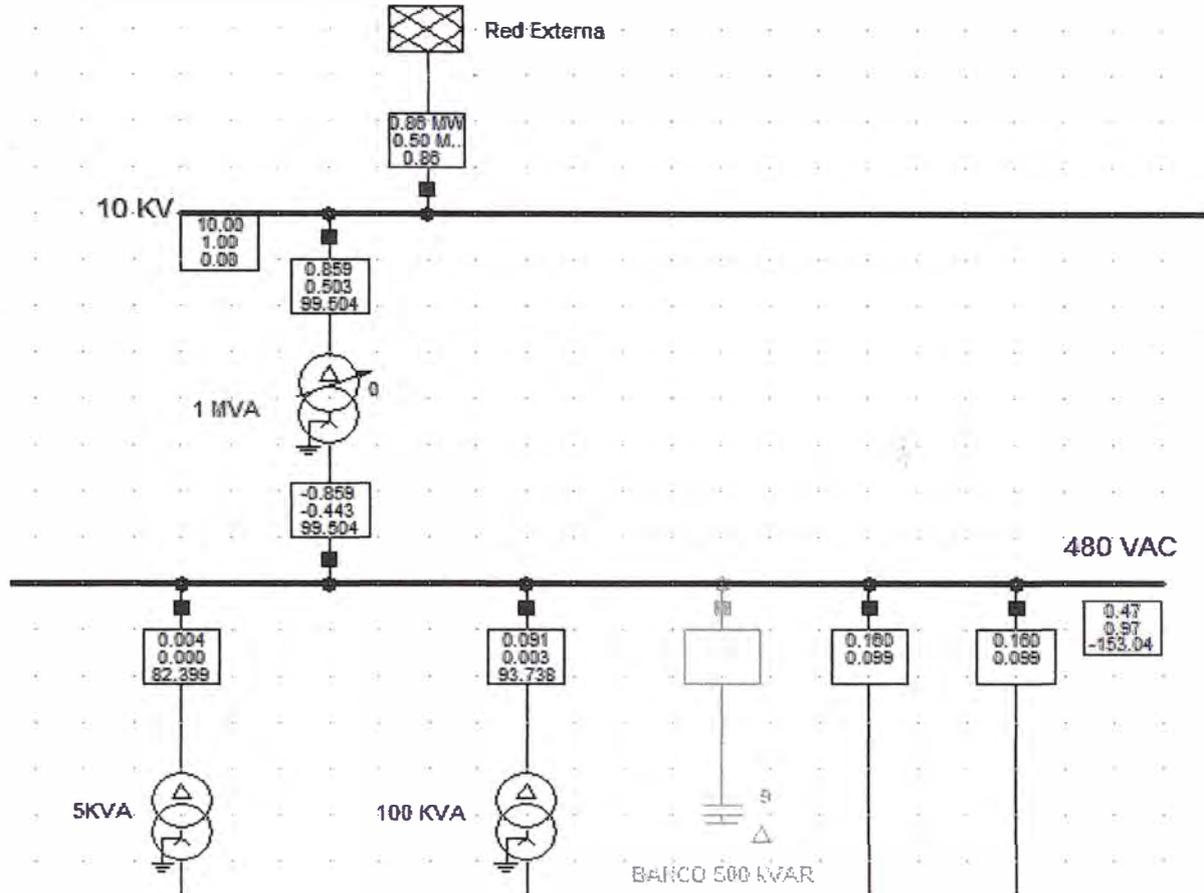
### **3.5.1 Selección del banco de capacitores de la sala eléctrica del área de chancado**

Con la ayuda del programa Digsilent Power Factory, simulados el sistema eléctrico, colocando un banco de condensadores de 500 kVAR, con 10 pasos.

#### **Primer caso:** Banco de condensadores fuera de servicio

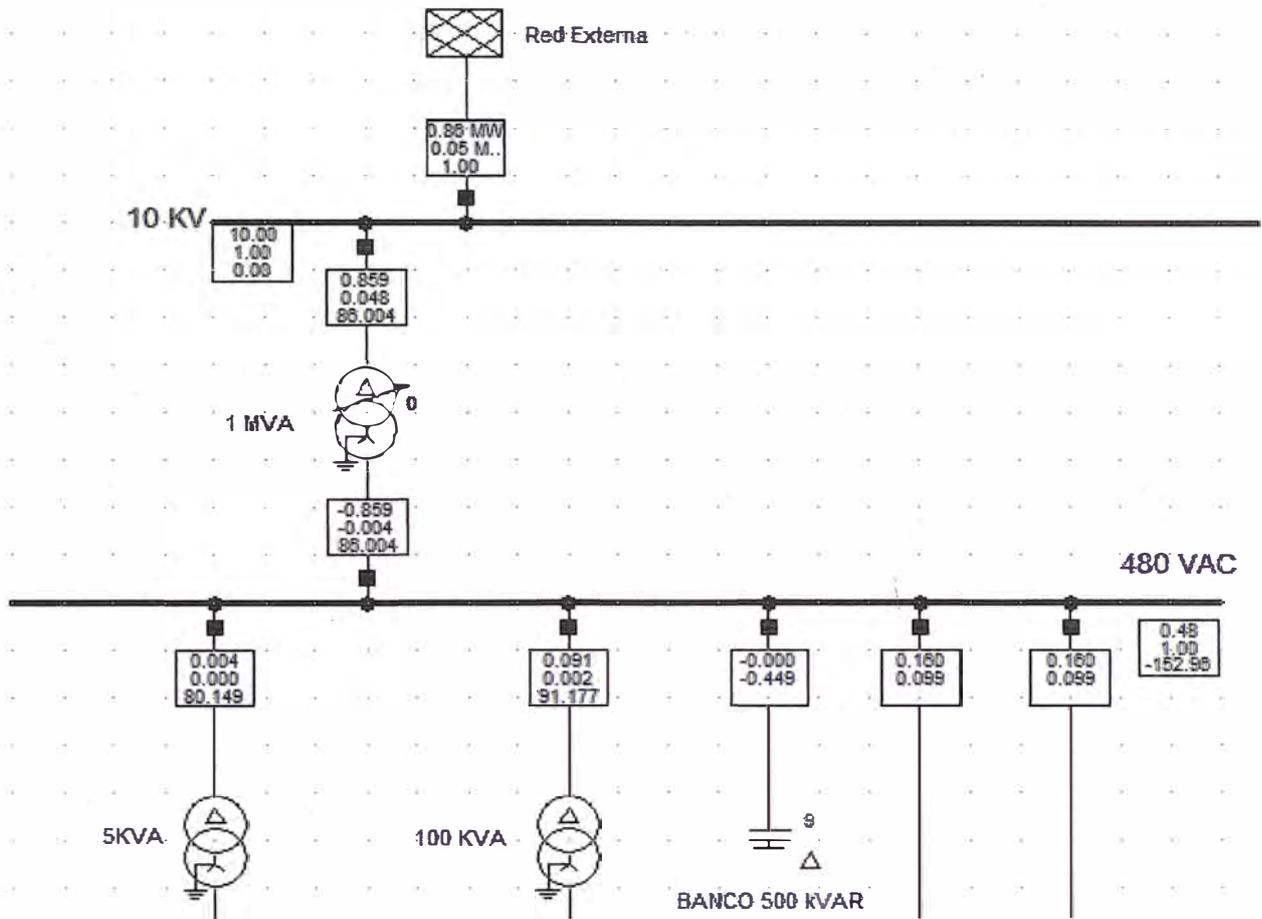
Observamos que el transformador de 1 MVA, 10/0.48 kV, estaría suministrando una potencia reactiva de 443 kVAR, y trabajando al 99.5% de

su capacidad.



### Segundo Caso: Banco de condensadores en servicio

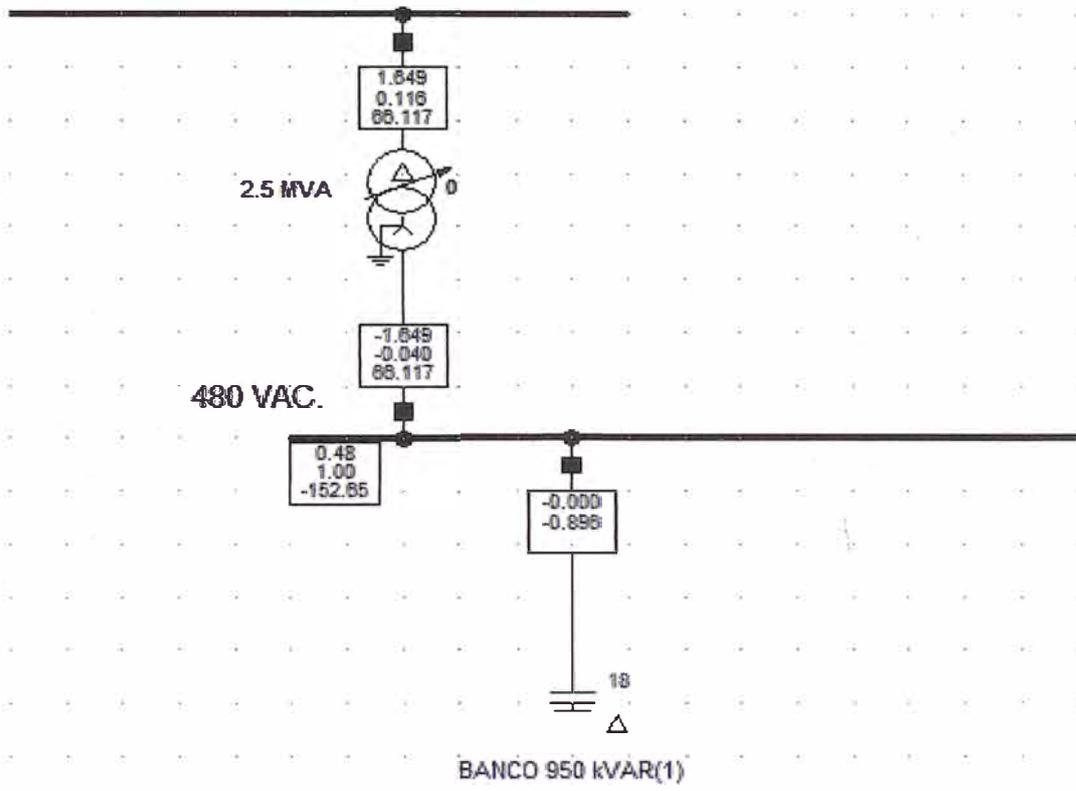
Observamos que el transformador de 1MVA 10/0.48 kV, se encuentra más aliviado, encontrándose trabajando al 86%, y suministrando solo 4 kVAR de potencia reactiva.



El banco de condensadores de 500 kVAR, 480V, de 10 pasos, es el adecuado para trabajar en estas condiciones.

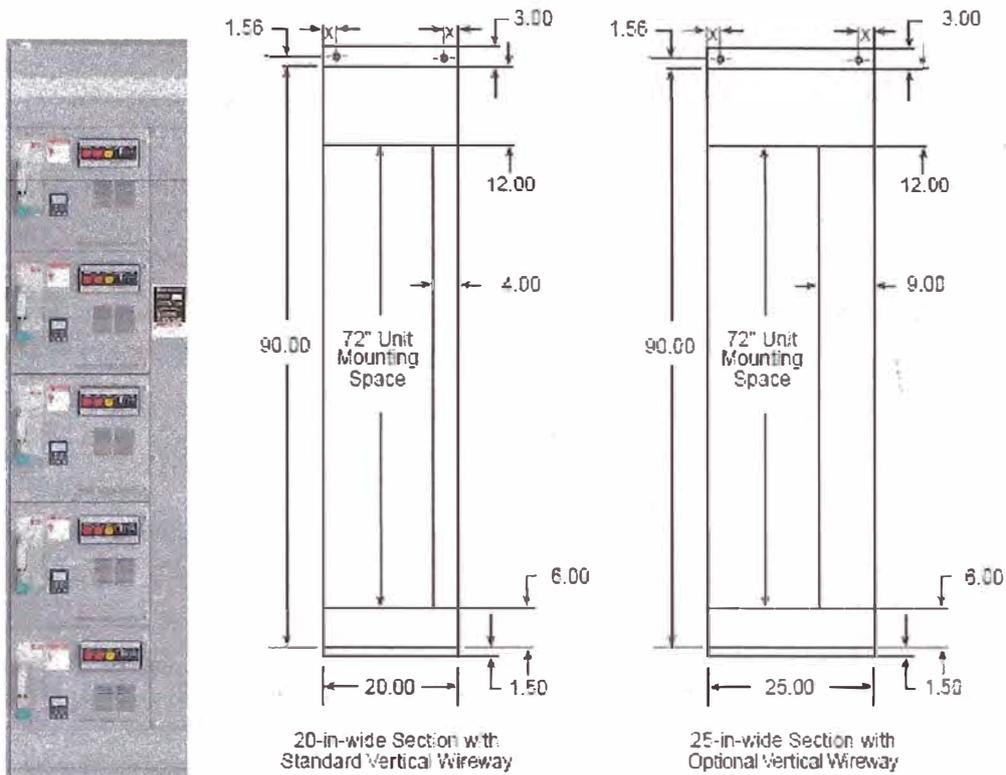
### 3.5.2 Selección del banco de capacitores de la sala eléctrica del área de molienda

Con la ayuda del programa Digsilent Power Factory, simulados el sistema eléctrico



Encontramos que el banco de condensadores automático adecuado para trabajar es, uno de 950 kVAR de 19 pasos de 50 kVAR por paso.

### 3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE CHANCADO



Para el dimensionamiento de los centros de control de motores tendremos en cuenta los catálogos del fabricante, en este caso escogemos el de la marca "Square D".

El cual nos provee centro de control de motores con bus de barras horizontales de, 2500 A, 1600 A, 1200 A, 800 A, y 600 A.

Para el centro de control de motores del área de chancado, escogemos el bus de barras horizontales de 1200 A, 42 kA, 60 Hz, 3 $\phi$ , de acuerdo a la máxima demanda.

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Tag</u>	<u>Potencia</u> <u>HP</u>	<u>Tipo de Arranque</u>
1	Faja Transportadora	400-CB-001	15	Directo
2	Alimentador de Placas	410-FE-001	40	Variador de frecuencia
3	Chancadora primaria	410-CR-001	125	Soft Starter
4	Faja transportadora	410-CB-001	10	Directo
5	Alimentador de Faja	420-FE-001	10	Variador de frecuencia
6	Alimentador de Faja	420-FE-002	10	Variador de frecuencia
7	Faja transportadora	420-CB-001	20	Soft Starter
8	Zaranda secundaria	420-SC-001	20	Soft Starter
9	Faja transportadora	420-CB-002	10	Directo
10	Chancadora secundaria	420-CR-001	300	Soft Starter
11	Monoriel 10 Tn	410-HT-001	10	Termo magnético
12	Electroiman	420-MG-001	10	Termo magnético
13	Detector de metales	420-MD-001	1	Termo magnético
14	Puente Grúa	420-CN-001	15	Termo magnético
15	Reserva			

Se escoge el tamaño del cubículo del centro de control de motores teniendo en cuenta que el voltaje de distribución, 480V, y la potencia del motor

### Espacios de cubículos para arranque directo

Starter Type and Horsepower				NEMA Size	Standard C/B Amps	Space (Inches)	Power Bus Connection	
208 V	240 V	480 V	600 V					
.33 1 3 5	.5 1 3 7.5	1 3 7.5 10	—	1	3 7 15 30	6 (Compac 6)	Plug-on	
.33 1 3 5	.33 1 3 7.5	1 3 7.5 10	1 3 10 —	1	3 7 15 30	12		
— 10 —	— 10 15	15 25 —	20 25 —	2	30 50 100	12		
— 25	— 30	— 50	30 50	3	50 100	18		
30 40	40 50	75 100	100 —	4	250 250	21		
— 50 80 75	— 60 75 100	— 125 150 200	125 150 200 —	5	250 250	42 42		
					400 400	48 48		
— 100 125 150 —	— — 125 150 200	— 250 300 350 400	250 300 400 — —	6	400 400 600 600 600	72 (20 in. W X 20 in. D)		Cabled

### Espacios de cubículos para Variadores de Velocidad

#### Variable Torque 480 Vac Altivar<sup>®</sup> 58 TRX AC Drives

Motor Rated Horsepower at 460 Vac	Maximum Continuous Output Current (A)	NEMA 1 and 1A (Gasketed)	NEMA 12
		Space (Height)	Space (Height)
0.5 to 3 hp	5.8	12"	24"
5 to 7.5 hp	13	15"	24"
10 to 15 hp	24	24"	36"
20 to 25 hp	34	27"	36"
30 to 50 hp	65	45"	45"
60 to 100 hp	124	72" (20" wide)	72" (20" wide)
125 hp	156	72" (25" wide)	Not available
150 to 250 hp	302	72" (30" wide)	Not available
300 to 500 hp	590	72" (35" wide)	Not available

## Espacios de cubículos para Arranadores Suaves (Soft Starter)

### Standard Duty Altistart<sup>®</sup> 48 Soft Starts with Circuit Breaker Disconnects (Pumps, Fans, Lightly Loaded, or Unloaded Starting Applications)

Motor-rated horsepower shown for convenience only. Size per actual motor full load amperes. For severe duty applications, choose the next higher horsepower size.

Starter Type and Horsepower			Soft Start Frame	Max. Unit Amps	C/B Amps	Space (Inches) <sup>(b)</sup>			
200V	230V	460V				IEC Contactors	NEMA Contactors		
3	-	-	D17	10	20	30	39		
-	-	10		14	25				
-	5	-		15	20				
5	-	-	D22	16	30				
-	-	15		21	40				
-	7.5	-		24	45				
7.5	-	-		27	50				
-	-	20	D32	28	50			30	42
-	10	-		30	60				
10	-	-	D38	34	60				
-	-	25		40	80				
-	15	-	D47	42	80				
-	-	30		46	90				
15	-	-	D62	52	90				
-	-	40		54	100				
-	20	-		58	100				
20	-	-	D75	65	100				
-	-	50		68	110				
-	25	-		74	110				
25	-	-	D83	77	110				
-	-	60		80	125				
-	30	-		88	125				
30	-	-	C11	98	125				
-	-	75		104	150				
-	40	-		104	150				

Starter Type and Horsepower			Soft Start Frame	Max. Unit Amps	C/B Amps	Space (Inches) <sup>Ⓛ</sup>	
200V	230V	460V				IEC Contactors	NEMA Contactors
40	-	-		114	175	42	60
-	-	100	C14	124	200		
-	50	-		130			
50	-	-		143	200		
-	60	-	C17	154	225	72	72
-	-	125		156			
60	-	-	C21	169	250		
-	-	150		180			
-	75	-		192			
75	-	-		211	300	72 (20W)	72 (30W)
-	-	200	C25	240	350		
-	100	-		248			
100	-	-	C32	273	400	72 (35W)	72 (35W)
-	-	250		302			
-	125	-		312			
125	-	-		343	500		
-	150	-	C41	360	600	72 (35W)	72 (35W)
-	-	300		361			
150	-	-	C48	396	600		
-	-	350		414			
-	-	400	C59	477	800		
-	200	-		480			
200	-	-		526	800	72 (35W)	N/A
-	-	500	C66	590	900		
-	250	-		604			

**Espacios de cubículos para Alimentadores con interruptores termo magnéticos**

**Branch Circuit Breakers**

Frame Size	Frame Type	Trip Range	AIC			Space (inches)	Connection
			240 V	480 V	600 V		
<b>Molded Case Breakers</b>							
100	GJ	15-100	65,000	65,000	—	6	Plug-on
	FA		25,000	18,000	14,000	12	
	FH		65,000	25,000	22,000	12	
	FH/CL		100,000	100,000	100,000	12	
250	KA	110-250	42,000	25,000	22,000	15	Plug-on
	KH	110-250	65,000	35,000	25,000	15	
	KI	125-250	100,000	100,000	65,000	15	
400	LA	300-400	42,000	30,000	22,000	27	Plug-on
	LH		65,000	35,000	25,000	27	
600	LI	300-600	100,000	100,000	65,000	27	Cabled
	MA	300-600	42,000	30,000	22,000	24	
	MH	450-600	65,000	50,000	25,000	24	
800 (3)	MA	300	42,000	30,000	22,000	24	Cabled
	MH		65,000	50,000	25,000	24	
	MH		65,000	65,000	25,000	72 (1)	
1000 (3)	MH	1000	65,000	65,000	25,000	72 (1) (3)	Bussed
1200 (3)	PH	600-1200	100,000	100,000	65,000	72 (2)	Bussed
<b>Electronic Breakers</b>							
400	LX	300-400	100,000	65,000	50,000	24	Plug-on
600 (3)	MX	450-600	65,000	50,000	25,000	24	Cabled
			65,000	65,000	25,000	72 (1)	Bussed
1200 (3)	PX	600-1200	100,000	100,000	65,000	72 (2)	Bussed

## Espacios de cubículos para el interruptor principal

### Top Located Main Circuit Breakers

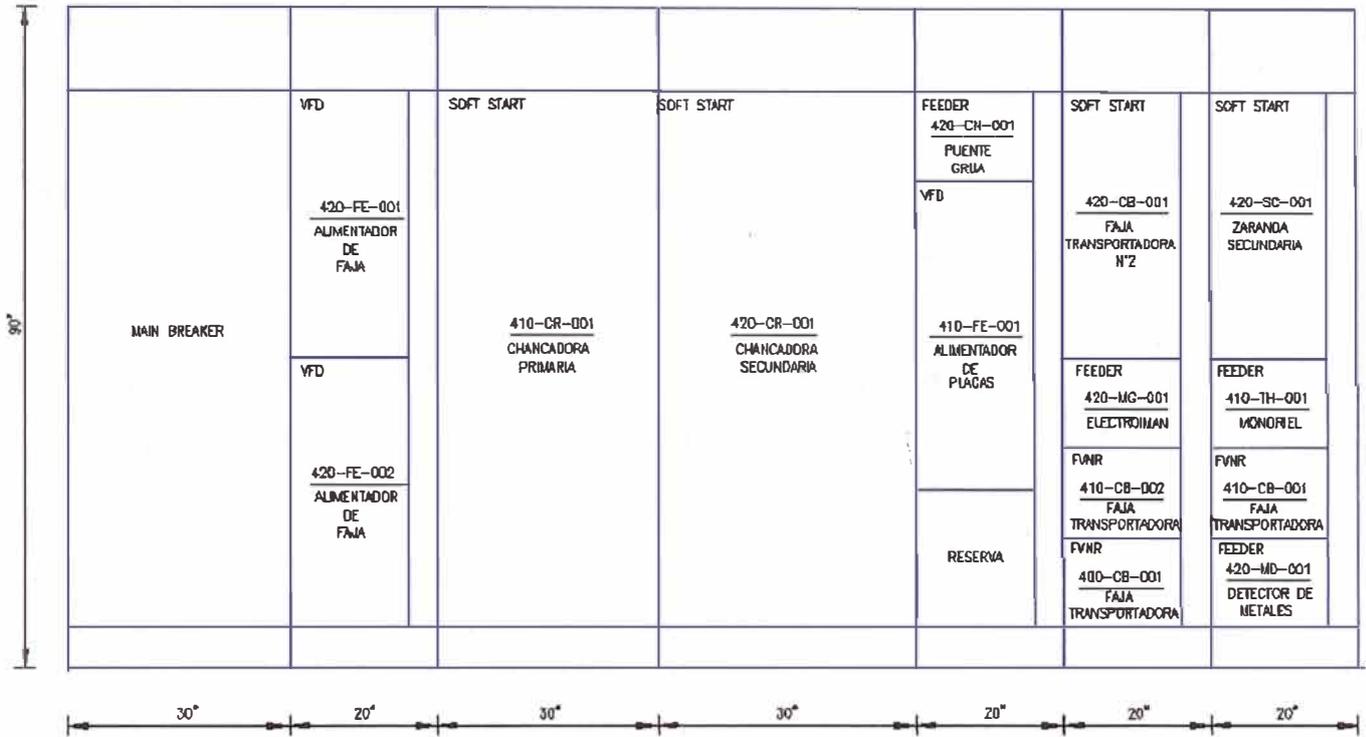
Frame Type	Maximum Amperes	AIC			Space (inches)	Connection
		240 V	480 V	600 V		
<b>Molded Case Breakers</b>						
KH	250	65,000	35,000	25,000	15	Plug-on
KI	250	100,000	100,000	65,000	21	
LH	400	65,000	35,000	25,000	21	Cabled
LI	600	100,000	100,000	65,000	27	
MH	600	65,000	50,000	25,000	24	
MH	800	65,000	50,000	25,000	24	
MH	800	65,000	65,000	25,000	72 ①	Bussed
	1000	65,000	65,000	25,000	72 ①③	
PH	1200	100,000	100,000	65,000	72 ②	
	2000	100,000	100,000	65,000	72 ②	
<b>Electronic Breakers</b>						
LX	400	100,000	65,000	50,000	27	Cabled
MX	800	65,000	50,000	25,000	24	
MX	800	65,000	65,000	25,000	72 ①	Bussed
PX	2000	100,000	100,000	65,000	72 ②	

① 25 in. wide by 20 in. deep

② 30 in. wide by 20 in. deep

③ Ground fault option requires 30 in. wide by 20 in. deep section

Finalmente obtenemos el siguiente configuración:



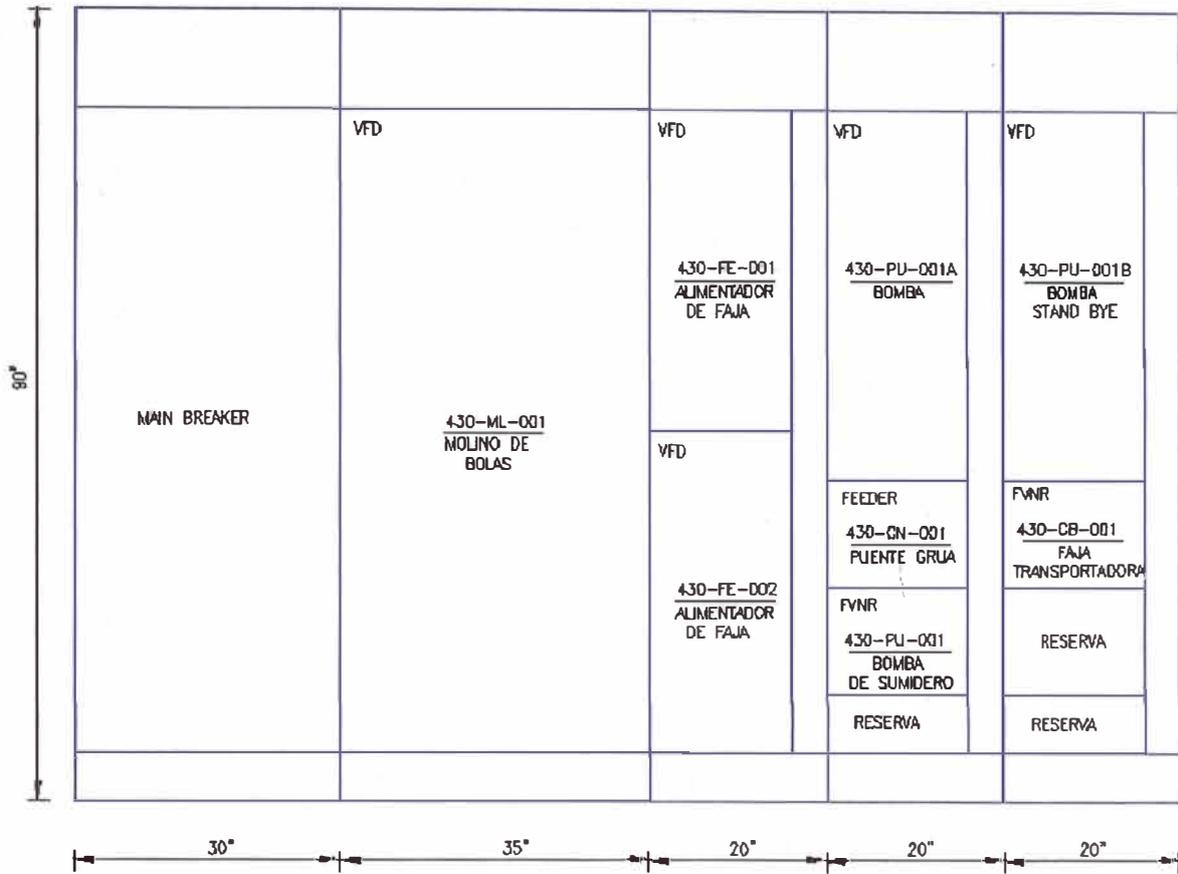
### 3.7 DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE MOLIENDA

Debemos tener en cuenta la relación de cargas que se alimentaran del tablero CCM.

<u>Ítem</u>	<u>Descripción</u>	<u>Tag</u>	<u>Potencia</u> <u>HP</u>	<u>Tipo de Arranque</u>
1	PUENTE GRUA	430-CN-001	15	DIRECTO
2	ALIMENTADOR DE FAJA	430-FE-001	10	VARIADOR DE FRECUENCIA
3	ALIMENTADOR DE FAJA	430-FE-002	10	VARIADOR DE FRECUENCIA
4	FAJA TRANSPORTADORA	430-CB-001	7.5	DIRECTO
5	BALANZA	430-BA-001	1	Termo magnético
6	MOLINO DE BOLAS	430-ML-001	400	Termo magnético
7	BOMBA	430-PU-001	30	VARIADOR DE FRECUENCIA
8	BOMBA STAND BYE	430-PU-001B	30	VARIADOR DE FRECUENCIA
9	BOMBA DE SUMIDERO	430-PU-001	1	DIRECTO
10	RESERVA			

De la memoria de máxima demanda, escogemos un centro de control de motores con un interruptor principal de 1000 A, con un bus de barras horizontal de 1600 A, 65kA, 480V. 60 Hz, 3Ø.

Con el uso de las tablas del fabricante, conformamos el siguiente centro de control de motores.



### 3.8 DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE FLOTACION PLOMO PLATA

<u>Ítem</u>	<u>Descripción</u>	<u>Tag</u>	<u>Potencia</u> <u>HP</u>	<u>Tipo de Arranque</u>
1	AGITADOR DE TANQUE	510-AG-001	7.5	DIRECTO
2	CELDA DE FLOTACION	510-CF-001	3	DIRECTO
3	CELDA DE FLOTACION	510-CF-002/003	7.5	DIRECTO
4	CELDA DE FLOTACION	510-CF-004	3	DIRECTO
5	CELDA DE FLOTACION	510-CF-005/006	7.5	DIRECTO
6	CELDA DE FLOTACION	510-CF-007/008	7.5	DIRECTO
7	BOMBA DE COLAS	510-PU-003A	7.5	DIRECTO
8	BOMBA DE COLAS	510-PU-003B	7.5	DIRECTO
9	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-001A	5	DIRECTO
10	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-001B	5	DIRECTO
11	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-002A	1	DIRECTO
12	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-002B	1	DIRECTO
13	CELDA DE FLOTACION	510-CF-009/010	5	DIRECTO
14	CELDA DE FLOTACION	510-CF-011/012	5	DIRECTO
15	CELDA DE FLOTACION	510-CF-013/014	15	DIRECTO
16	CELDA DE FLOTACION	510-CF-015/016	15	DIRECTO
17	CELDA DE FLOTACION	510-CF-017/018	15	DIRECTO
18	CELDA DE FLOTACION	510-CF-019/020	15	DIRECTO
19	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-004A	1.5	DIRECTO
20	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-004B	1.5	DIRECTO
21	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-005A	1.5	DIRECTO
22	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-005B	1.5	DIRECTO
23	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-006A	1.5	DIRECTO
24	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-006B	1.5	DIRECTO
25	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-007A	7.5	VARIADOR DE FRECUENCIA
26	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-007B	7.5	VARIADOR DE FRECUENCIA
27	BOMBA DE SUMIDERO	510-PU-008	1.5	DIRECTO
28	MOLINO DE BOLAS	510-ML-001	40	DIRECTO

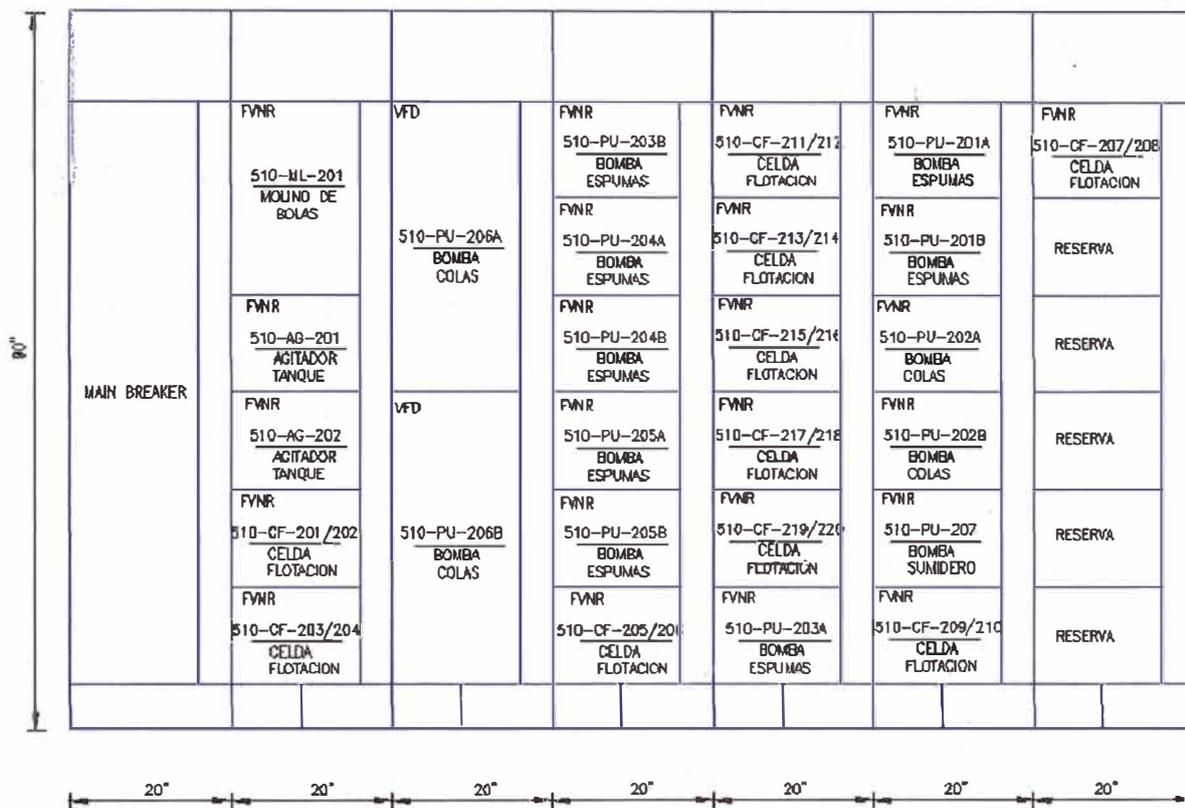


### 3.9 DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE FLOTACION ZINC

Item	Descripción	Tag	Potencia	Tipo de Arranque
			HP	
1	AGITADOR DE TANQUE	510-AG-201	7,5	DIRECTO
2	AGITADOR DE TANQUE	510-AG-202	7.5	DIRECTO
3	CELDA DE FLOTACION	510-CF-201/202	7.5	DIRECTO
4	CELDA DE FLOTACION	510-CF-203/204	7.5	DIRECTO
5	CELDA DE FLOTACION	510-CF-205/206	7.5	DIRECTO
6	CELDA DE FLOTACION	510-CF-207/208	7.5	DIRECTO
7	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-201A	1	DIRECTO
8	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-201B	1	DIRECTO
9	BOMBA DE COLAS	510-PU-202A	15	DIRECTO
10	BOMBA DE COLAS	510-PU-202B	15	DIRECTO
11	BOMBA DE SUMIDERO	510-PU-207	1.5	DIRECTO
12	CELDA DE FLOTACION	510-CF-209/210	10	DIRECTO
13	CELDA DE FLOTACION	510-CF-211/212	10	DIRECTO
14	CELDA DE FLOTACION	510-CF-213/214	15	DIRECTO
15	CELDA DE FLOTACION	510-CF-215/216	15	DIRECTO
16	CELDA DE FLOTACION	510-CF-217/218	15	DIRECTO
17	CELDA DE FLOTACION	510-CF-219/20	15	DIRECTO
18	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-203A	1.5	DIRECTO
19	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-203B	1.5	DIRECTO
20	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-204A	1	DIRECTO
21	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-204B	1	DIRECTO
22	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-205A	1.5	DIRECTO
23	BOMBA DE ESPUMAS	510-PU-205B	1.5	DIRECTO
24	BOMBA DE COLAS	510-PU-206A	10	VARIADOR DE FRECUENCIA
25	BOMBA DE COLAS	510-PU-206B	10	VARIADOR DE FRECUENCIA
26	MOLINO DE BOLAS	510-ML-201	75	DIRECTO
27	RESERVA			
28	RESERVA			

De la memoria de máxima demanda, escogemos un centro de control de motores con un interruptor principal de 600 A, con un bus de barras horizontal de 800 A, 65kA, 480V. 60 Hz, 3Ø.

Con el uso de las tablas del fabricante, conformamos el siguiente centro de control de motores.



### 3.10 DIMENSIONAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM) DE ESPESAMIENTO Y FILTRADO

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Tag</u>	<u>Potencia</u> <u>HP</u>	<u>Tipo de Arranque</u>
1	ESPEADOR BULK	530-TH-001	2	DIRECTO
2	BOMBA	530-PU-001A	1	VARIADOR DE FRECUENCIA
3	BOMBA STAND BYE	530-PU-001B	1	VARIADOR DE FRECUENCIA
4	AGITADOR	530-AG-001	5	DIRECTO
5	BOMBA	530-PU-002A	5	VARIADOR DE FRECUENCIA
6	BOMBA STAND BYE	530-PU-002B	5	VARIADOR DE FRECUENCIA
7	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	530-PU-007A	1	DIRECTO
8	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	530-PU-007B	1	DIRECTO
9	BOMBA REBOSE	530-PU-005	2	DIRECTO
10	ESPEADOR DE ZINC	530-TH-002	2	DIRECTO
11	BOMBA DE CONCENTRADO	530-PU-003A	0.5	VARIADOR DE FRECUENCIA
12	BOMBA DE CONCENTRADO	530-PU-003B	0.5	VARIADOR DE FRECUENCIA
13	AGITADOR DEL TANQUE	530-AG-002	5	DIRECTO
14	BOMBA	530-PU-004A	7.5	VARIADOR DE FRECUENCIA
15	BOMBA STAND BYE	530-PU-004B	7.5	VARIADOR DE FRECUENCIA
16	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	530-PU-008A	1	DIRECTO
17	BOMBA O/F DEL ESPESADOR	530-PU-008B	1	DIRECTO
18	BOMBA REBOSE	530-PU-006	2	DIRECTO
19	FILTRO DE CONCENTRADOS	530-FL-001	7.5	DIRECTO
20	FAJA	530-CB-001	5	DIRECTO
21	ESPEADOR DE RELAVES	530-TH-001	10	DIRECTO
22	BOMBA DE RELAVES	550-PU-001A	5	VARIADOR DE FRECUENCIA
23	BOMBA DE RELAVES	550-PU-001B	5	VARIADOR DE FRECUENCIA
24	AGITADOR DEL TANQUE	550-AG-001	7.5	DIRECTO
25	BOMBA PISTON	550-PU-002 A	350	ALIMENTADOR CON INTERRUPTOR
26	BOMBA PISTON	550-PU-002B	350	ALIMENTADOR CON INTERRUPTOR
27	BOMBA SUMIDERO	550-PU-003	2	DIRECTO
28	RESERVA			



## CAPITULO IV

### LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS

#### 4.1 LISTADO DE EQUIPOS ELECTRICOS

TRASFORMADORES				
N°	CODIGO	PLANO	DESCRIPCION	CANT
1	400-TP-001	IE-01	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EN ACEITE, 1000 kVA, 10.0/0.48 kV , 3ø, 60 HZ, Dyn5	1
2	430-TP-001	IE-01	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EN ACEITE, 2500 kVA, 10.0/0.48 kV , 3ø, 60 HZ, Dyn5	1
3	400-TD-001	IE-01	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION , TIPO SECO, 5 kVA, 0.48/0.12 kV , 3ø, 60 HZ, Dyn5	1
4	400-TD-002	IE-01	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, TIPO SECO, 100 kVA, 0.48/0.23 kV , 3ø, 60 HZ, Dyn5	1
5	430-TD-001	IE-01	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, TIPO SECO, 40 kVA, 0.48/0.12 kV , 3ø, 60 HZ, Dyn5	1
6	430-TD-002	IE-01	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, TIPO SECO, 100 kVA, 0.48/0.23 kV , 3ø, 60 HZ, Dyn5	1

CELDAS DE MEDIA TENSION
-------------------------

N°	CODIGO	PLANO	DESCRIPCION	CANT
1	400-CM-001	IE-01	CELDA DE LLEGADA 10KV, 1200A, 3ø, 60HZ.	1
2	400-CM-002	IE-01	CELDA DE SALIDA 10KV, 1200A, 3ø, 60HZ.	1
3	400-CM-003	IE-01	CELDA DE SALIDA 10KV, 1200A, 3ø, 60HZ.	1
4	400-CM-004	IE-01	CELDA DE SALIDA 10KV, 1200A, 3ø, 60HZ.	1

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
------------------------------

N°	CODIGO	PLANO	DESCRIPCION	CANT
1	400-MCC-001	IE-02	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE, 480 VAC, 1200 A, 3 Ø, 42 KA, 60 Hz, DEL TIPO MODULAR.	1
2	430-MCC-001	IE-02	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE, 480 VAC, 1600 A , 3 Ø, 65 KA, 60 Hz, DEL TIPO MODULAR.	1
3	510-MCC-001	IE-03	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE, 480 VAC, 600 A , 3 Ø, 65 KA, 60 Hz, DEL TIPO MODULAR.	1
4	510-MCC-002	IE-04	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE, 480 VAC, 800 A, 3 Ø, 65 KA, 60 Hz, DEL TIPO MODULAR.	1
5	530-MCC-001	IE-05	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE, 480 VAC, 1600, 3 Ø, 65 KA, 60 Hz, DEL TIPO MODULAR.	1
6	560-MCC-001	IE-06	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE, 480 VAC, 600 A , 3 Ø, 65 KA, 60 Hz, DEL TIPO MODULAR.	

## BANCO DE CONDENSADORES

N°	CODIGO	PLANO	DESCRIPCION	CANT
1	400-XC-001	IE-01	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 500KVAR, 480V, 10 PASOS DE 50 KVAR, 60HZ, 3ø.	1
2	430-XC-002	IE-01	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 950KVAR, 480V, 19 PASOS DE 50 KVAR, 60HZ, 3ø.	1

## CAPITULO V

### EVALUACION DE COSTOS

ITEM	DESCRIPCION	Cantidad Unidad	Suministro de Equipos (US\$)	Transporte (US\$)	Montaje (US\$)	TOTAL (US\$)
1.00	ELECTRICIDAD					
	<b>CELDA S MT</b>		<b>280,000.00</b>	<b>28,000.00</b>	<b>28,000.00</b>	<b>336,000.00</b>
1.1	CELDA DE MEDIA TENSION 15 KV, 1200 A, 350MVA, 41 kA, BIL 125 KV, CON INTERRUPTOR DE VACIO	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
1.2	CELDA DE MEDIA TENSION 15 KV, 1200 A, 350MVA, 41 kA, BIL 125 KV, CON INTERRUPTOR DE VACIO	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
1.3	CELDA DE MEDIA TENSION 15 KV, 1200 A, 350MVA, 41 kA, BIL 125 KV, CON INTERRUPTOR DE VACIO	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
1.4	CELDA DE MEDIA TENSION 15 KV, 1200 A, 350MVA, 41 kA, BIL 125 KV, CON INTERRUPTOR DE VACIO	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
2.00	<b>MCC Y TAB. DISTRIBUCION</b>		<b>516,000.00</b>	<b>51,600.00</b>	<b>51,600.00</b>	<b>619,200.00</b>
2.1	TABLERO DE DISTRIBUCION EN 0.48 KV, 2000 A, TRIFASICO, 60 HZ, 30 KA	1	75,000.00	7,500.00	7,500.00	90,000.00
2.2	TABLERO DE DISTRIBUCION EN 480 V, 4500 A, TRIFASICO, 60 HZ, 85 KA	1	95,000.00	9,500.00	9,500.00	114,000.00
2.3	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, 400-MCC-001	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
2.4	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, 430-MCC-001	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
2.5	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, 510-MCC-001	1	50,000.00	5,000.00	5,000.00	60,000.00
2.6	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, 510-MCC-002	1	50,000.00	5,000.00	5,000.00	60,000.00
2.7	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, 530-MCC-001	1	50,000.00	5,000.00	5,000.00	60,000.00
2.8	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES, 560-MCC-001	1	50,000.00	5,000.00	5,000.00	60,000.00
2.9	TABLERO DE INSTRUMENTACION 400-TC-001	1	1,000.00	100.00	100.00	1,200.00
2.10	TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES 400-TDI-001	1	2,000.00	200.00	200.00	2,400.00
2.11	TABLERO DE INSTRUMENTACION 430-TC-001	1	1,000.00	100.00	100.00	1,200.00

ITEM	DESCRIPCION	Cantidad Unidad	Suministro de Equipos (US\$)	Transporte (US\$)	Montaje (US\$)	TOTAL (US\$)
2.12	TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES 430-TDI-001	1	2,000.00	200.00	200.00	2,400.00
3.00	TRANSFORMADORES		109,600.00	10,960.00	10,960.00	131,520.00
3.1	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, EN ACEITE, 2500 KVA, 10/0.48 KV, TRIFASICO, 60 HZ, Dyn5	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
3.2	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, EN ACEITE, 1000 KVA, 10/0.48 KV, TRIFASICO, 60 HZ, Dyn5	1	30,000.00	3,000.00	3,000.00	36,000.00
3.3	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 5 KVA, 0.48/0.120 KV, TRIFASICO, 60 HZ, Dyn5	1	50.00	50.00	50.00	600.00
3.4	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 100 KVA, 0.48/0.23 KV, TRIFASICO, 60 HZ, Dyn5	1	3,800.00	380.00	380.00	4,560.00
3.5	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 40 KVA, 0.48/0.120 KV, TRIFASICO, 60 HZ, Dyn5	1	1,500.00	150.00	150.00	1,800.00
3.6	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 100 KVA, 0.48/0.23 KV, TRIFASICO, 60 HZ, Dyn5	1	3,800.00	380.00	380.00	4,560.00
4.00	EQUIPOS AUXILIARES		5,500.00	550.00	550.00	6,610.00
4.1	UPS INDUSTRIAL 3 KVA, IN: 110 VAC, OUT: 110 VAC, AUTONOMIA 30 MIN	1	1,500.00	150.00	150.00	1,800.00
4.2	UPS INDUSTRIAL 30 KVA, IN: 110 VAC, OUT: 110 VAC, AUTONOMIA 30 MIN	1	4,000.00	400.00	400.00	4,800.00
5.00	SALA S ELECTRICAS		124,000.00	12,400.00	12,400.00	148,800.00
5.1	SALA ELECTRICA AREA DE CHANCADO	1	62,000.00	6,200.00	6,200.00	74,400.00
5.2	SALA ELECTRICAS AREA DE MOLIENDA	1	62,000.00	6,200.00	6,200.00	74,400.00
6.00	VARIADORES DE FRECUENCIA		636,000.00	63,600.00	63,600.00	763,200.00
6.1	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 40 HP	1	360,000.00	36,000.00	36,000.00	432,000.00
6.2	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 10 HP	6	36,000.00	3,600.00	3,600.00	43,200.00
6.3	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 400 HP	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
6.4	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 30 HP	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00

ITEM	DESCRIPCION	Cantidad Unidad	Suministro de Equipos (US\$)	Transporte (US\$)	Montaje (US\$)	TOTAL (US\$)
6.5	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 7.5 HP	4	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
6.6	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 1 HP	2	4,000.00	400.00	400.00	4,800.00
6.7	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 5 HP	4	24,000.00	2,400.00	2,400.00	28,800.00
6.8	VARIADOR DE FRECUENCIA 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 0.5 HP	2	2,000.00	200.00	200.00	2,400.00
7.00	ARRANCADOR SUAVE (SOFT STARTER)		78,900.00	7,890.00	7,890.00	94,680.00
7.1	SOFT STARTER, 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 125 HP	1	70,000.00	7,000.00	7,000.00	84,000.00
7.2	SOFT STARTER, 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 20HP	2	3,500.00	350.00	350.00	4,200.00
7.3	SOFT STARTER, 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 300HP	1	3,700.00	370.00	370.00	4,440.00
7.4	SOFT STARTER, 480V, TRIFASICO, 60 HZ, 350HP	2	1,700.00	170.00	170.00	2,040.00
8.00	BANCO DE CONDENSADORES		6,500.00	650.00	650.00	7,800.00
8.1	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 500 KVAR, 480 V, TRIFASICO, 60 HZ, 10 PASOS DE 50 KVAR	1	1,500.00	150.00	150.00	1,800.00
8.2	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 950 KVAR, 480 V, TRIFASICO, 60 HZ, 19 PASOS DE 50 KVAR	1	5,000.00	500.00	500.00	6,000.00
	<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>1,756,500.00</b>	<b>175,850.00</b>	<b>175,850.00</b>	<b>2,107,800.00</b>

## CONCLUSIONES

1.- El conductor del tipo XHHW-2, posee ventajas frente a otros tipos de cables, tales como su buena resistencia a los aceites y agentes químicos, alta resistencia al impacto y a la deformación, además las excelentes propiedades dieléctricas y térmicas de su chaqueta de XLP (polietileno reticulado), le permiten trabajar con una temperatura de operación de 90°C, en lugares secos y húmedos, y tiene una capacidad de sobrecarga de 130°C, asimismo, es de alta flexibilidad y proporciona al instalador la posibilidad de instalar el conductor en menos tiempo y con menos daños al aislamiento.

2.- El uso de la instalación de salas eléctricas prefabricadas, presenta la ventaja práctica de poder trasladarse con estas de un lugar a otro. Además de la ventaja de los costos, ya que resulta más económico su construcción y equipamiento en fábrica, para posteriormente trasladarlo a obra.

3.- El uso de transformadores del tipo seco, es generalmente utilizado dentro de las salas eléctricas prefabricada, para el suministro de energía de los servicios auxiliares, como el sistema de alumbrado de planta, y tomacorrientes en 220V, estos tipo de transformadores requieren menos mantenimiento, y presentan menor riesgo de incendio que los transformadores en aceite.

4.- El empleo del sistema de puesta a tierra del tipo malla presenta la ventaja respecto a otros tipos de sistemas de puesta a tierra debido a que permite obtener valores muy bajos de resistencia de puesta a tierra (menores a 1 ohm), además de limitar los voltajes de toque y paso a valores permisibles.

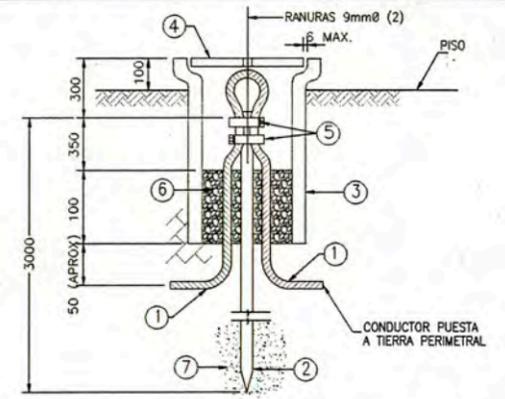
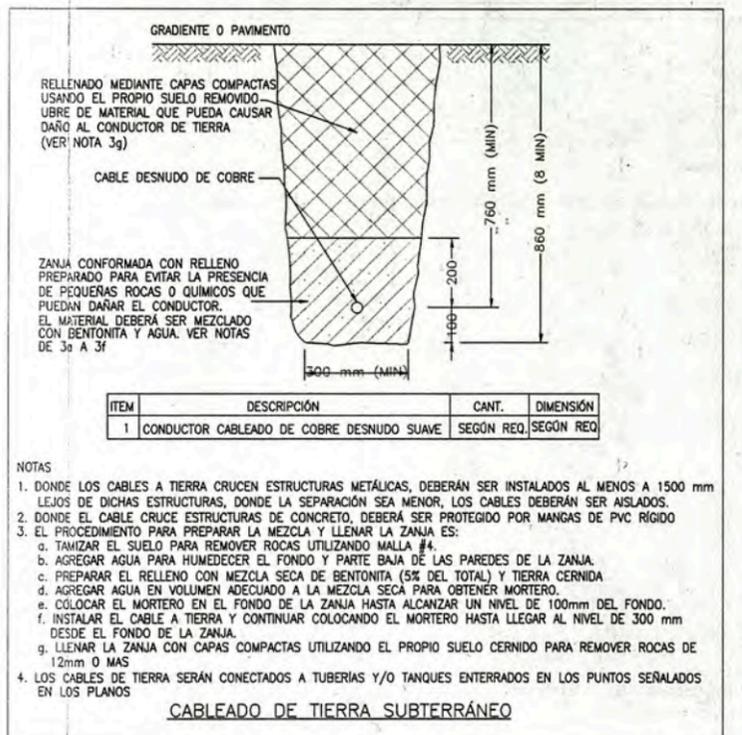
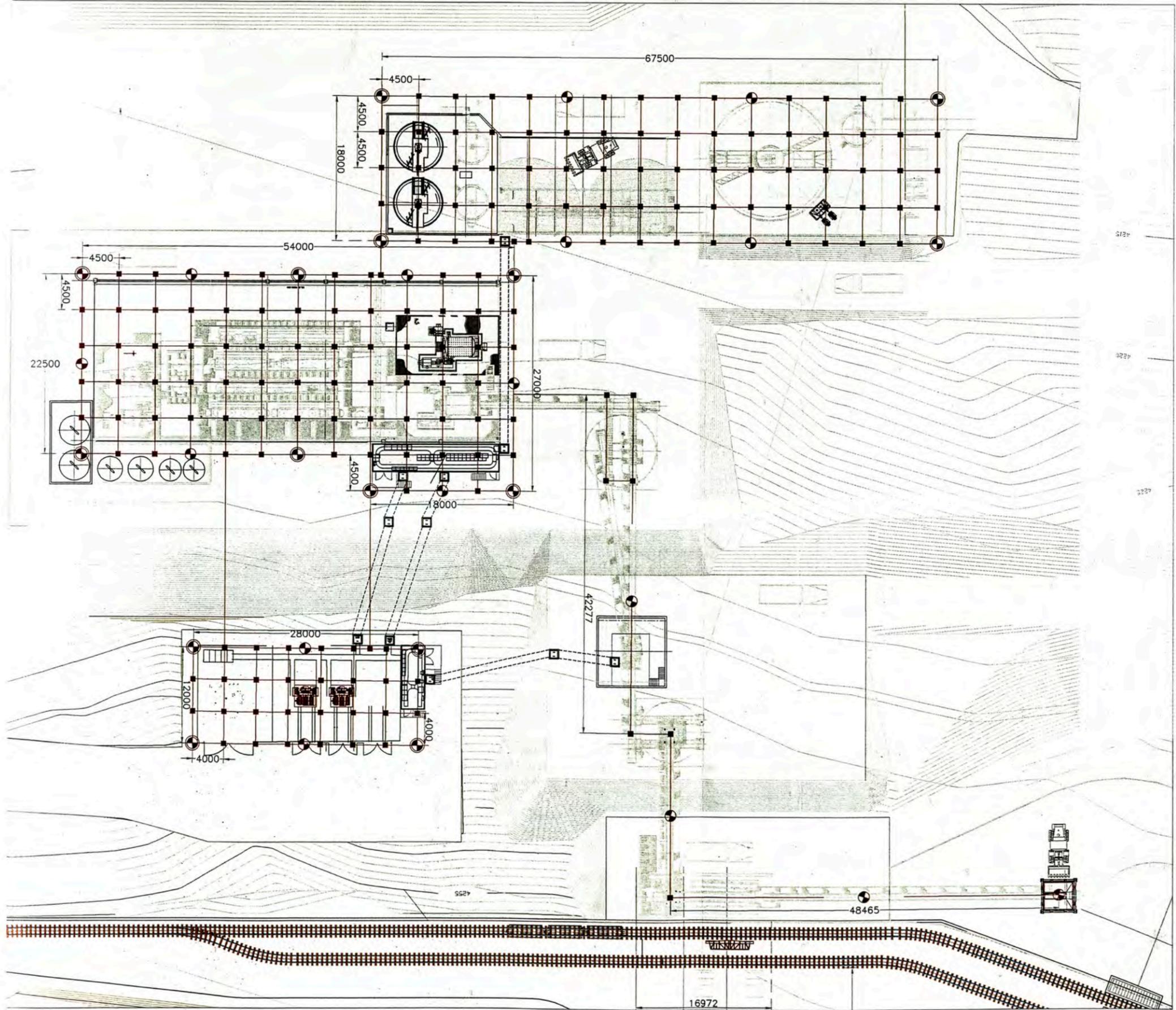
## BIBLIOGRAFIA

- 1.- NFPA 780 Standars for the Installation of Lightning Proteccion Systems
- 2.- NFPA 70 National Electrical Code, Edition 2008
- 3- Código nacional de electricidad, suministro 2001
- 4.- R.M. N° 308-2001-EM/VME “Uso de la electricidad en minas”
- 5.- Código nacional de electricidad, utilización 2006
- 6.- D.S. N° 046-2001 – Reglamento de seguridad e higiene minera
- 7.- IEEE Std 80 Guide for safety in AC Substation Grounding
- 8.- Elementos de diseño de Subestaciones Eléctricas, Enríquez Harper, Segunda Edición
- 9.- Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión, HMM Ingenieros , Segunda Edición.
- 10.- Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, Enríquez Harper.

- 11.- Elementos de Diseño de las instalaciones Eléctricas Industriales, Enrique Harper, Segunda Edición.
- 12.- Electric Power Engineering Handbook, Leonard L. Grigsby, Second Edition.
- 13.- El ABC de las instalaciones eléctricas industrial, Enríquez Harper.
- 14.- Electric Power Substations Engineering, John D. McDonald, Second Edition.
- 15.- Análisis de sistemas eléctricos de potencia, William D. Stevenson, Segunda Edición.
- 16.- Catalogo para la minería, el gas y el petróleo, Schneider Electric 2004.

## PLANOS

- 1.- IE-01 Diagrama unifilar general
- 2.- IE-02 Diagrama unifilar – Chancado - Molienda
- 3.- IE-03 Diagrama unifilar - Flotación Pb Ag
- 4.- IE-04 Diagrama unifilar – Flotación Zinc
- 5.- IE-05 Diagrama unifilar – Espesamiento y Filtrado
- 6.- IE-06 Diagrama unifilar – Área de servicios
- 7.- IE-07 Diagrama unifilar – Área de servicios (continuación)
- 8.- IE-08 Disposición de equipos – Área de molienda
- 9.- IE-09 Disposición de equipos – Área de chancado
- 10.- IE-10 Iluminación – Área de chancado
- 11.- IE-11 Iluminación – Área de molienda
- 12.- IE-12 Arreglo de ductos
- 13.- IE-13 Malla a tierra

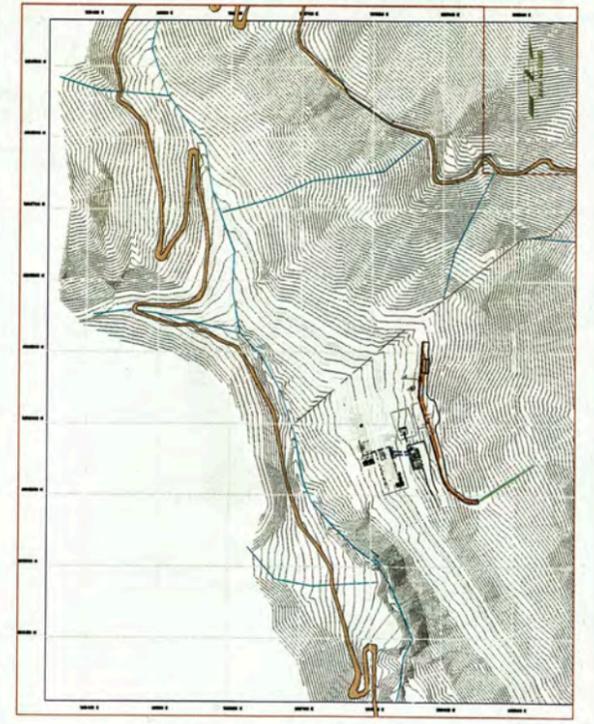
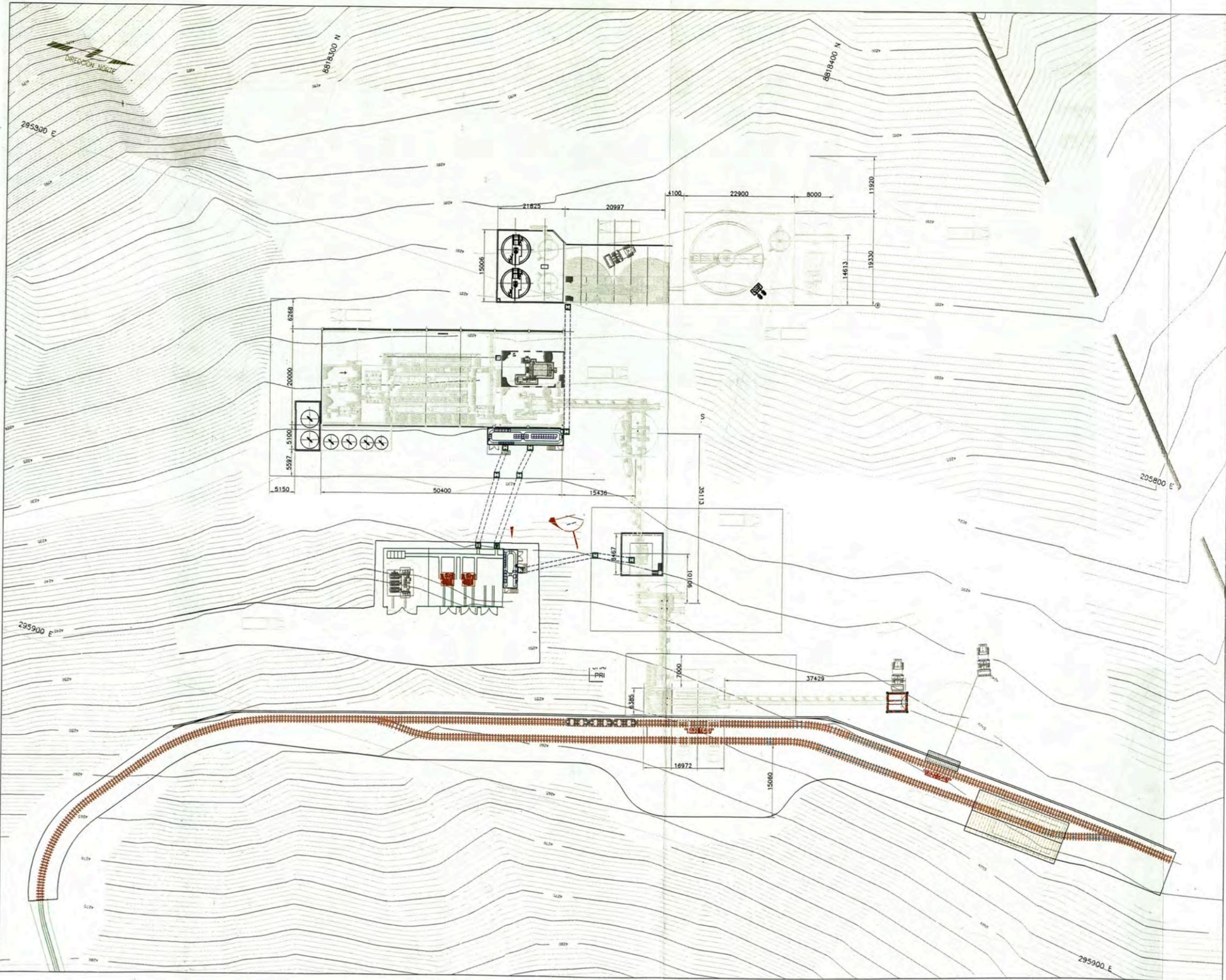


ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIMENSIÓN
1	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TRENZADO EN LAZO DE PUESTA A TIERRA	-	#4/0 AWG
2	BARRA DE ACERO REVESTIDA DE COBRE (SOLIDA O EN SECCIONES)	1	19'Øx3000mm
3	TUBO DE CONCRETO	1	300mmØ
4	TAPA DE CONCRETO SEPARABLE (PARA ITEM 3)	1	-
5	CONECTOR DE COBRE PUESTA A TIERRA	2	-
6	GRAVILLA	-	-
7	"ERICO GEL" MEZCLADA CON TIERRA	-	-

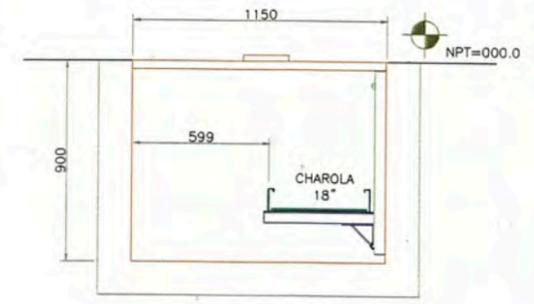
VARILLA DE PUESTA A TIERRA EN POZO DE PRUEBA TUBERÍA DE CONCRETO CON TAPA

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	MALLA PRINCIPAL DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEA, CONDUCTOR # 4/0 AWG DE COBRE BLANDO DESNUDO.
	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEA # 4/0 AWG CON CONECTOR EXOTERMICO.
	BARRA DE PUESTA A TIERRA POR DEBAJO DE LA GRADIENTE 19mmØ, MÍNIMO 3000mm DE LARGO GT-#4/0 AWG.
	POZO DE PRUEBA BARRA DE PUESTA A TIERRA 19mmØ MÍNIMO 3000mm DE LARGO CON COMPL/C RECIPIENTE Y TAPA.



KEY PLAN  
ESC: 1/5000



CANAleta DE CONCRETO  
CABLE DE B.T.

SECCION A

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBÓ
5						
4						
3						
2						
1						

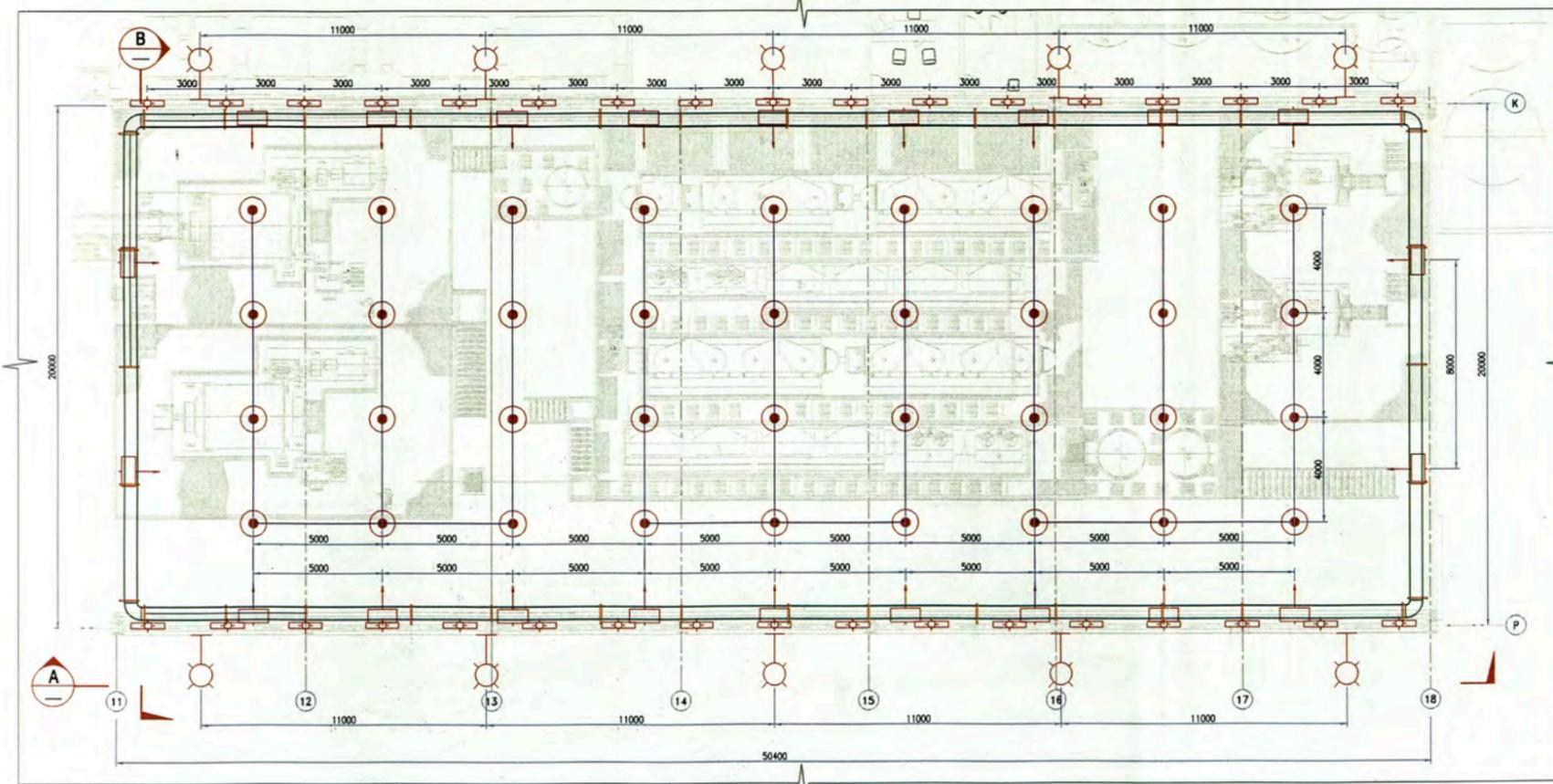
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO  
ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA  
FORMATO: A-3

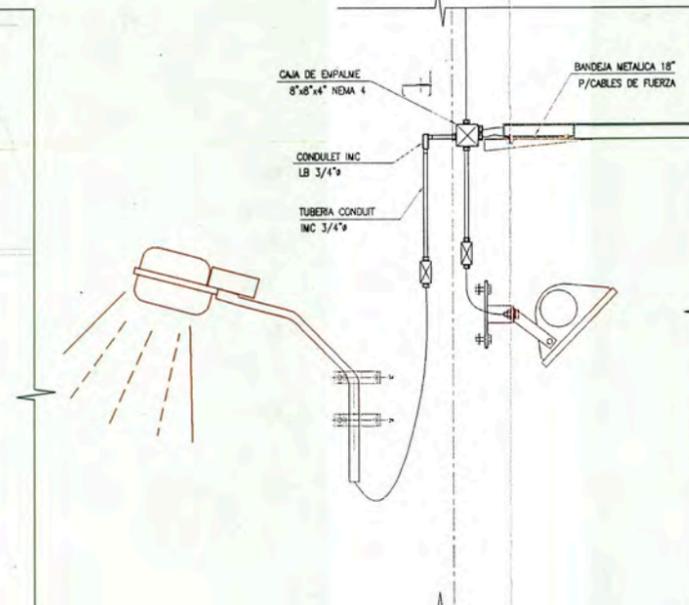
DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA  
DE Pb-Zn de 400 TMPD  
ARREGLO DE DUCTOS

DPTO./EST.: LIMA PROV.: LIMA DIST.: LIMA  
DIS. M.CORDOVA DIB. M.CORDOVA REV. B.TARAZONA APR. B.BATARAZONA

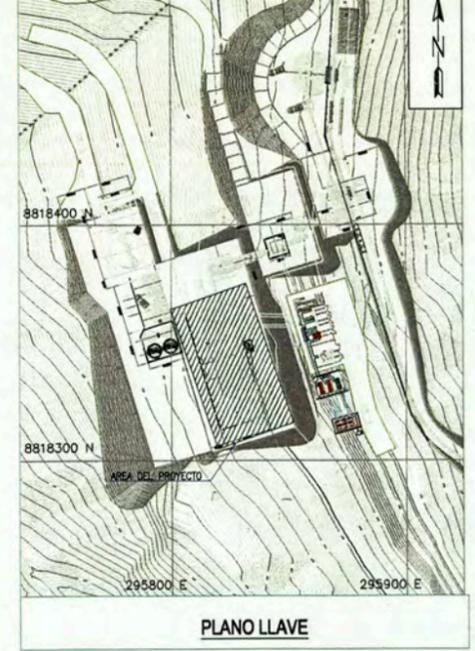
FECHA: 15/06/09  
PLANO N°: IE-12  
ESCALA: S/ESC  
HOJA: 012



VISTA DE PLANTA DE MOLIENDA

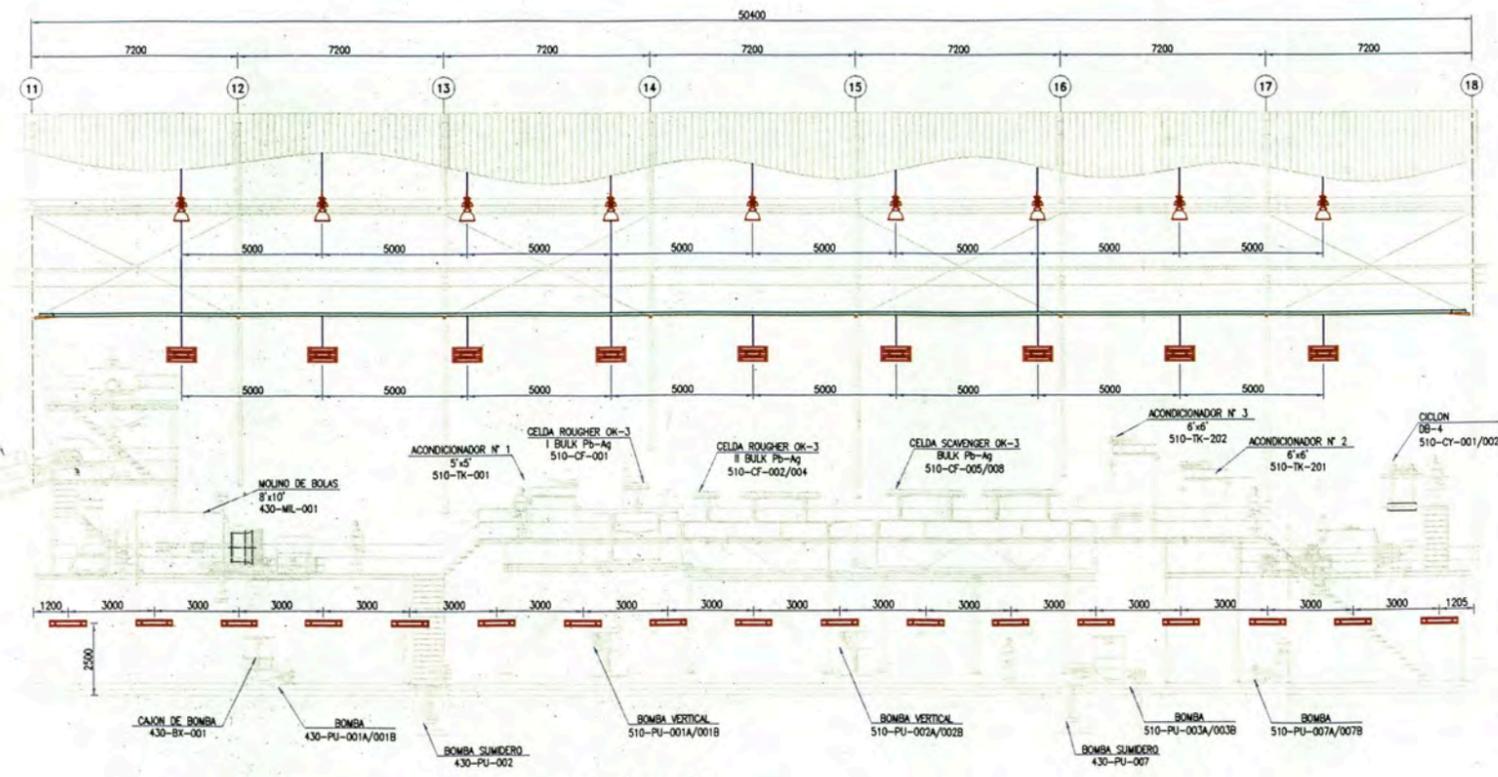


DETALLE 1  
ESC:1/25

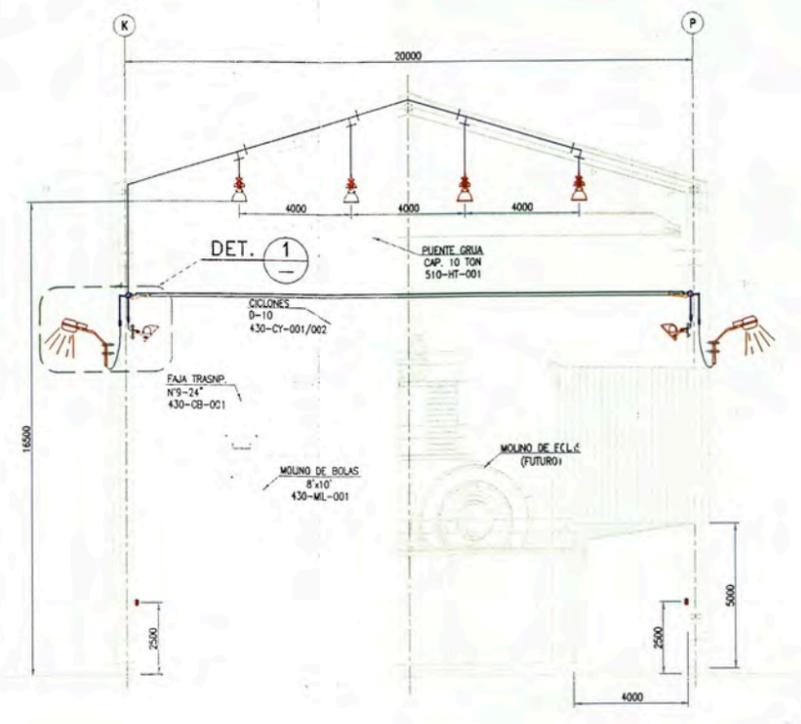


PLANO LLAVE

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	REFLECTOR 400W VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION 220V, 60HZ. ALTO FACTOR DE POTENCIA. MONTAJE EN PARED.
	LUMINARIA 400W VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION 220V, 60HZ. ALTO FACTOR DE POTENCIA. MONTAJE EN PARED.
	LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION DE 400W 220V, 60HZ. ALTO FACTOR DE POTENCIA. MONTAJE EN TECHO.
	FLUORESCENTE HERMETICO 2x54W 220V. ALTO FACTOR DE POTENCIA. ADOSAR A LA PARED.

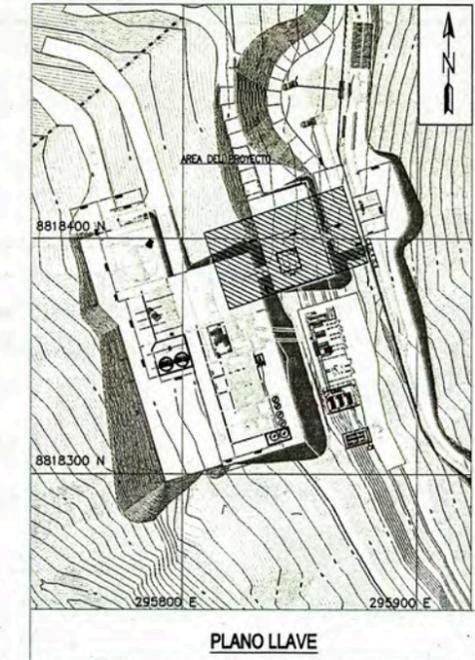
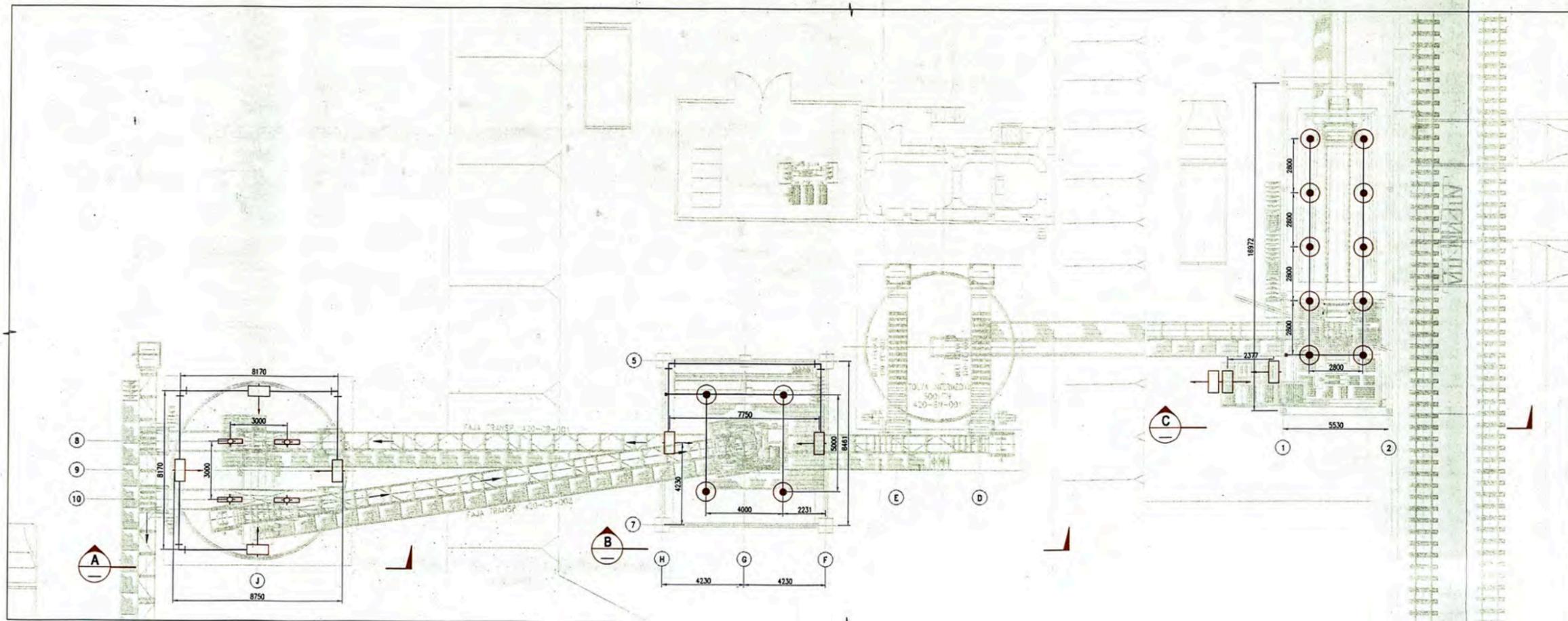


SECCION A  
ESC:1/125



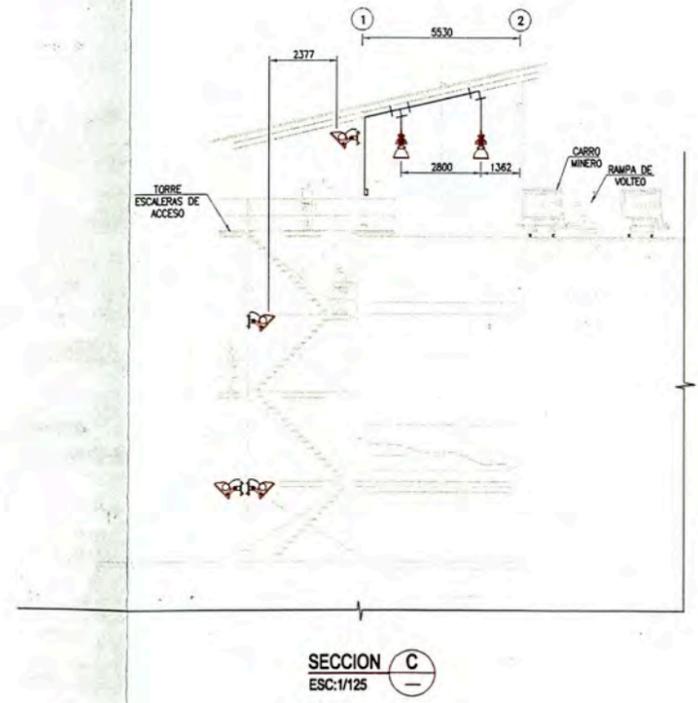
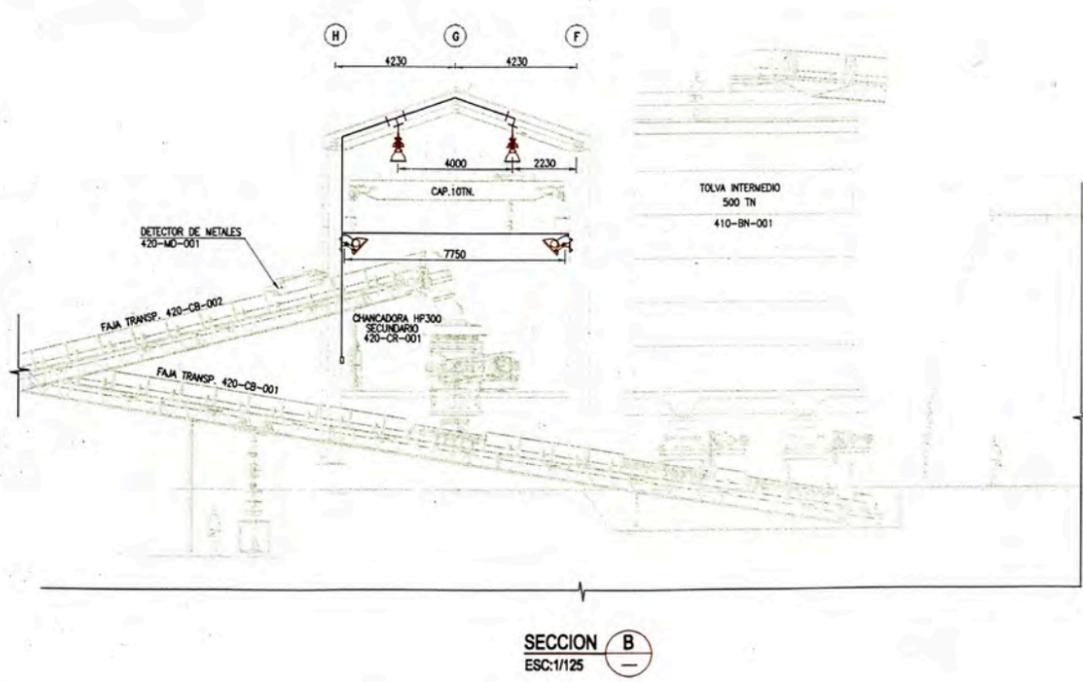
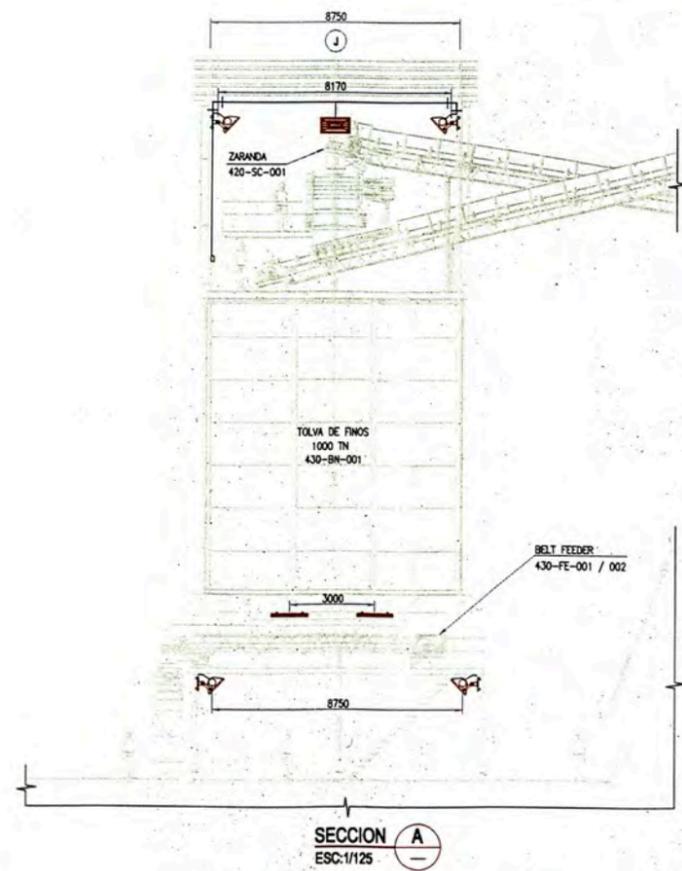
SECCION B  
ESC:1/125

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA					DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD ILUMINACION - AREA DE MOLIENDA			FECHA : 15/06/09	PLANO N°: IE-11
BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO					ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA			ESCALA : S/ESC	HOJA : 011
FORMATO A-3					DPTO./EST.: LIMA PROV.: LIMA DIST.: LIMA				
DES. M.CORDOVA					DIB. M.CORDOVA			REV. S.TARAZONA	
APR. S.TARAZONA									



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	REFLECTOR 400W VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION 220V, 60HZ. ALTO FACTOR DE POTENCIA. MONTAJE EN PARED.
	LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION DE 400W 220V, 60HZ. ALTO FACTOR DE POTENCIA. MONTAJE EN TECHO.
	FLUORESCENTE HERMETICO 2x54W 220V, ALTO FACTOR DE POTENCIA.
	CONDULET EN 'T' TIPO IMC
	CONDULET EN 'L' TIPO IMC

VISTA DE PLANTA DE CHANCADO

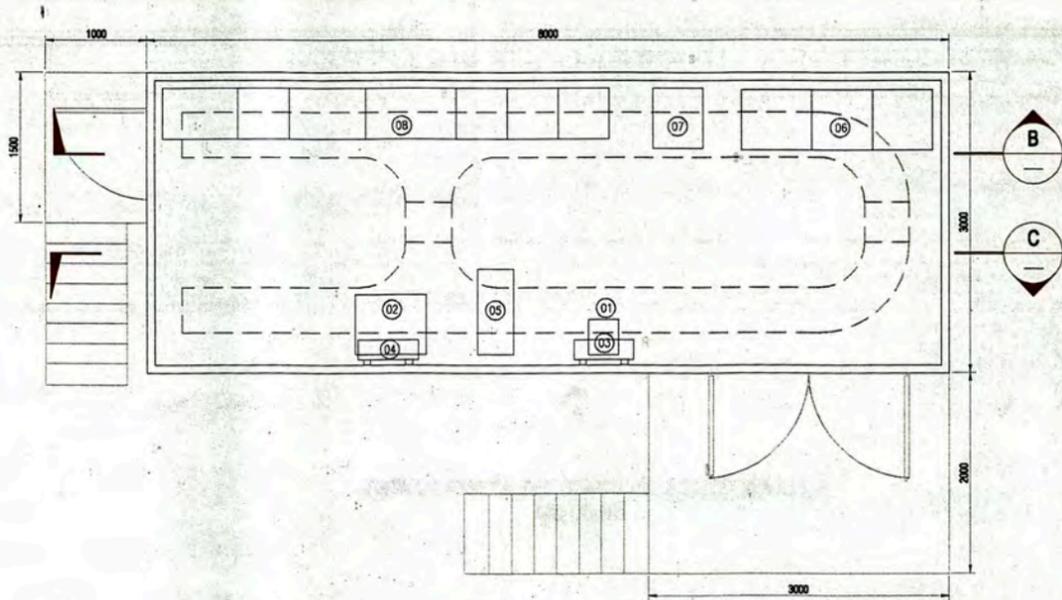


SECCION A  
ESC:1/125

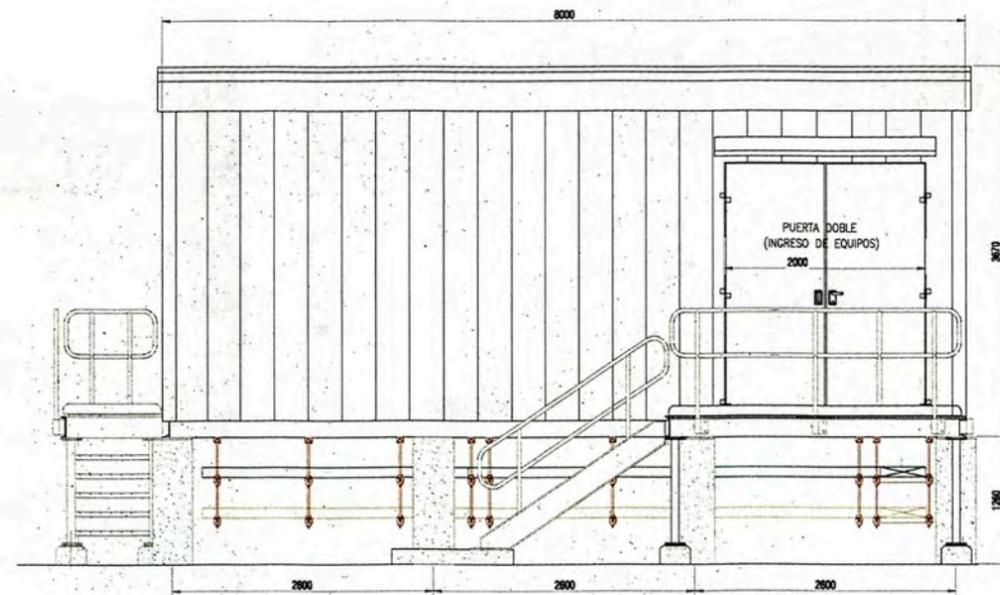
SECCION B  
ESC:1/125

SECCION C  
ESC:1/125

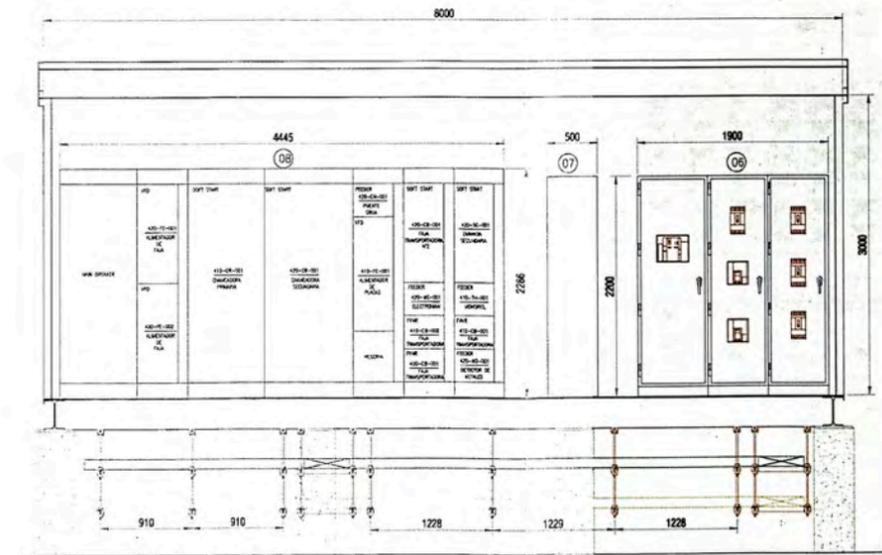
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD ILUMINACION - AREA DE CHANCADO		FECHA: 15/06/09	PLANO N°: IE-10
BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO	ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA	FORMATO: A-3	DPTO./EST.: LIMA	PROV.: LIMA	DEST.: LIMA
			DIS.:	DIB.:	BOJA: 010
			S/ESC		



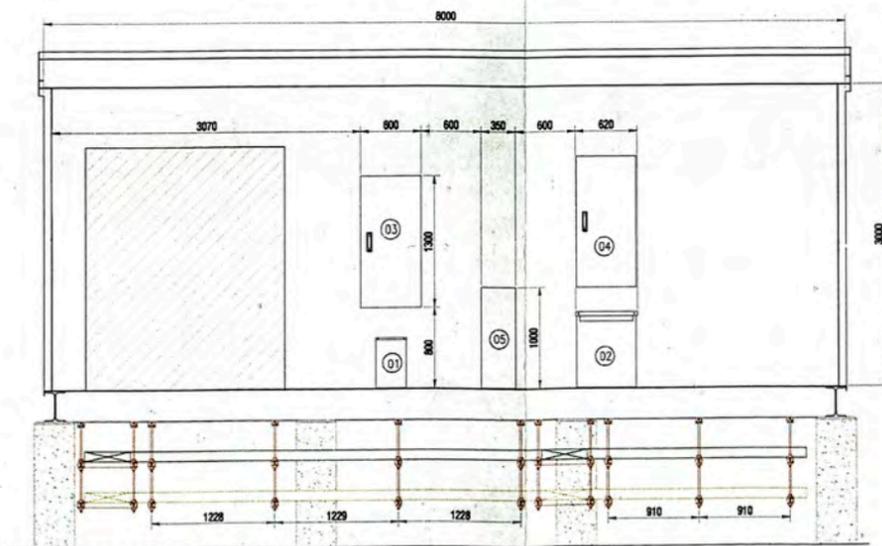
VISTA DE PLANTA DEL CUARTO ELECTRICO CHANCADO  
400-CE-001  
ESC. 1/40



ELEVACION A  
ESC. 1/40



SECCION B  
ESC. 1/40



SECCION C  
ESC. 1/40

LISTADO DE EQUIPOS  
CUARTO ELECTRICO 400-CE-001

ITEM	DESCRIPCION	TAG.	CANT.
01	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 5KVA, 460/120 V	400-TD-001	01
02	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 100 KVA, 460/230V	400-TD-002	01
03	TABLERO DE CONTROL	400-TC-001	01
04	TABLERO DE DISTRIBUCION	400-TDI-001	01
05	UPS 3KVA, 120VAC	---	01
06	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION 460V - AREA DE CHANCADO	400-SB-001	01
07	BANCO DE CONDENSADORES	400-KC-001	01
08	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - AREA DE CHANCADO	400-MCC-001	01

N°	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBÓ
5						
4						
3						
2						
1						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

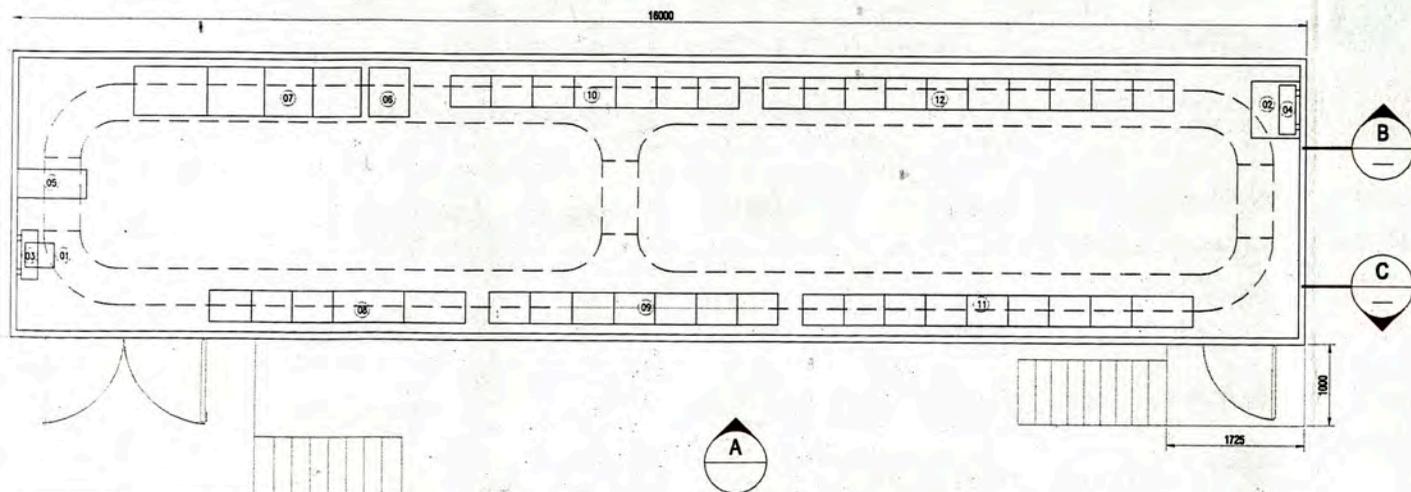
BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO  
ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA  
FORMATO: A-3

DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD  
DISPOSICION DE EQUIPOS - AREA DE CHANCADO

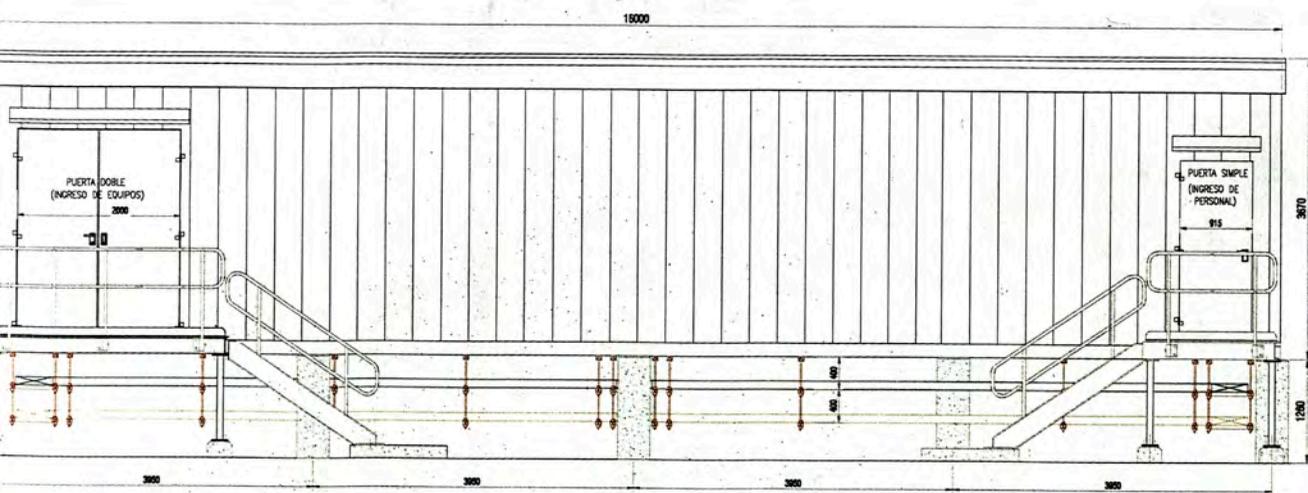
DPTO./EST.: LIMA    PROV.: LIMA    DIST.: LIMA

DIS. M.CORDOVA    DIB. M.CORDOVA    REV. B.TARAZONA    APR. B.BATARAZONA

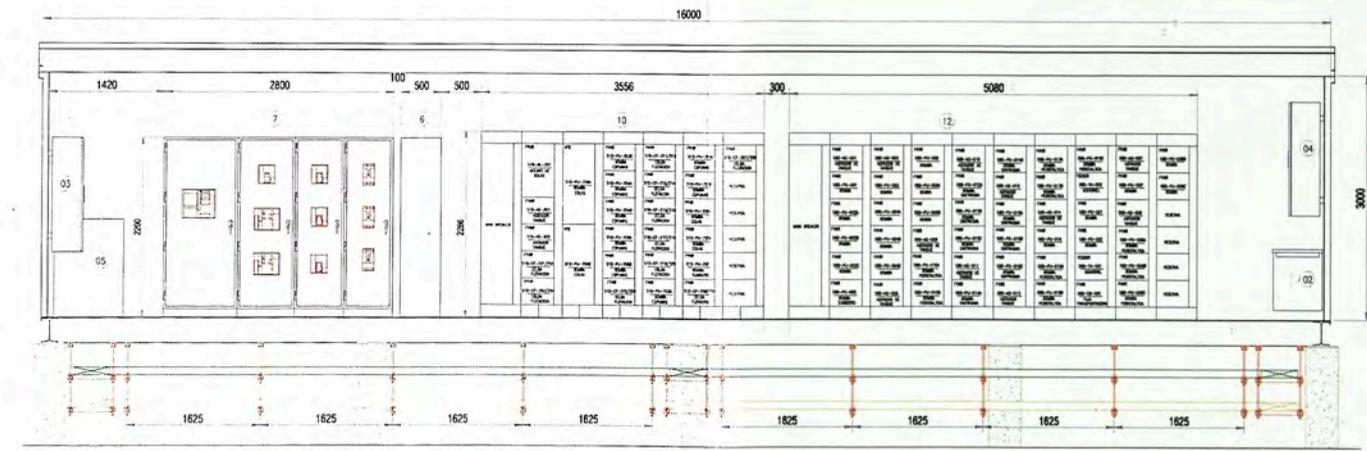
FECHA: 15/06/09  
ESCALA: S/ESC  
PLANO N°: IE-09  
HOJA: 009



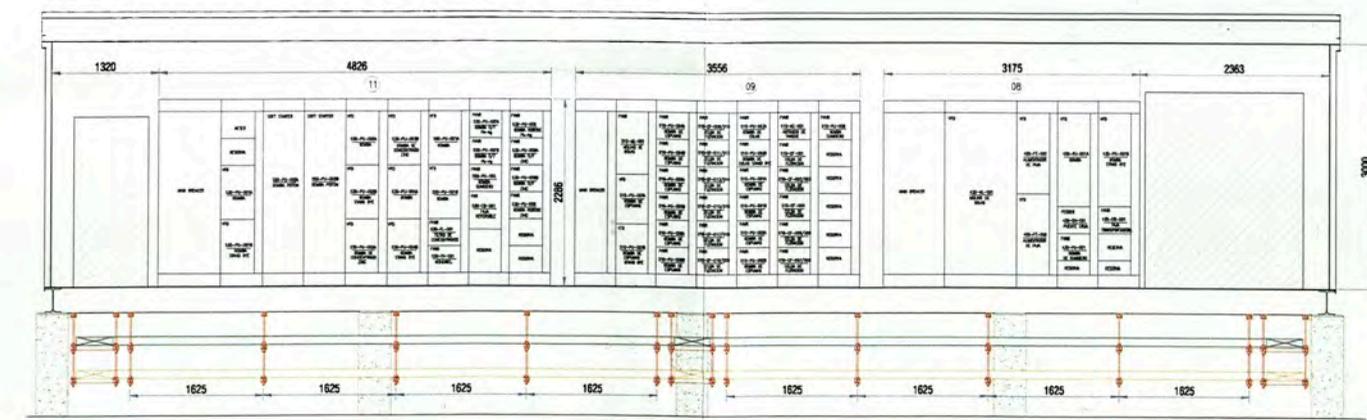
VISTA DE PLANTA DEL CUARTO ELECTRICO MOLIENDA  
500-CE-001  
ESC. 1/50



ELEVACION A  
ESC. 1/40



SECCION B  
ESC. 1/50



SECCION C  
ESC. 1/50

LISTADO DE EQUIPOS  
CUARTO ELECTRICO 500-CE-001

ITEM	LISTA DE EQUIPOS	TAG.	CANT.
01	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 40KVA, 480/120 V	430-TD-001	01
02	TRANSFORMADOR TIPO SECO, 100 KVA, 480/230V	430-TD-002	01
03	TABLERO DE CONTROL	430-TC-001	01
04	TABLERO DE DISTRIBUCION	430-TDI-001	01
05	UPS 30KVA, 120VAC	---	01
06	BANCO DE CONDENSADORES	430-KC-001	01
07	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION 450V - AREA DE MOLIENDA	430-SB-001	01
08	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - AREA DE MOLIENDA	430-MCC-001	01
09	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - AREA DE FLOTACION DE Pb-Ag	510-MCC-001	01
10	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - AREA DE FLOTACION DE ZINC	510-MCC-002	01
11	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - ESPESAMIENTO Y FILTRADO	530-MCC-001	01
12	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - SERVICIOS	560-MCC-001	01

LEYENDA

	ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR
	ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
	ARRANQUE CON SOFT STARTER
	TABLERO DE DISTRIBUCION

N°	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBO
5						
4						
3						
2						
1						

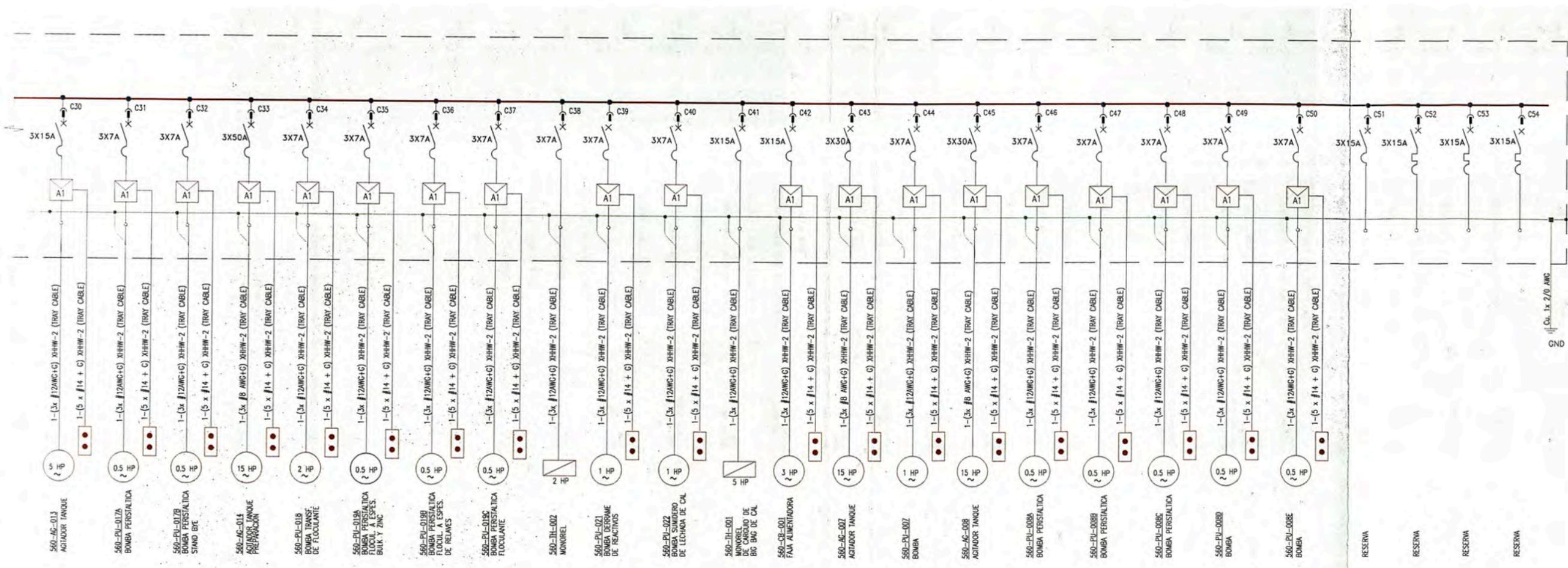
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO  
ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA  
FORMATO: A-3

DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD  
DISPOSICION DE EQUIPOS - AREA DE MOLIENDA

DPTO./EST.: LIMA PROV.: LIMA DIST.: LIMA  
DIS. M.CORDOVA DIB. M.CORDOVA REV. B.TARAZONA APR. B.BATARAZONA

FECHA: 15/06/09  
ESCALA: S/ESC  
PLANO N°: IE-08  
HOJA: 008



LEYENDA	
	ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR
	ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
	ARRANQUE CON SOFT STARTER
	TABLERO DE DISTRIBUCION

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DE DIBUJO	REVISÓ	APROBÓ
5						
4						
3						
2						
1						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER:  
 MOISES CORDOVA CASTILLO

ASESOR:  
 ING. BERNABE TARAZONA

FORMATO  
**A-3**

DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD  
 DIAGRAMA UNIFILAR - AREA DE SERVICIOS (CONTINUACION)

DPTO./EST.: LIMA      PROV.: LIMA      DIST.: LIMA

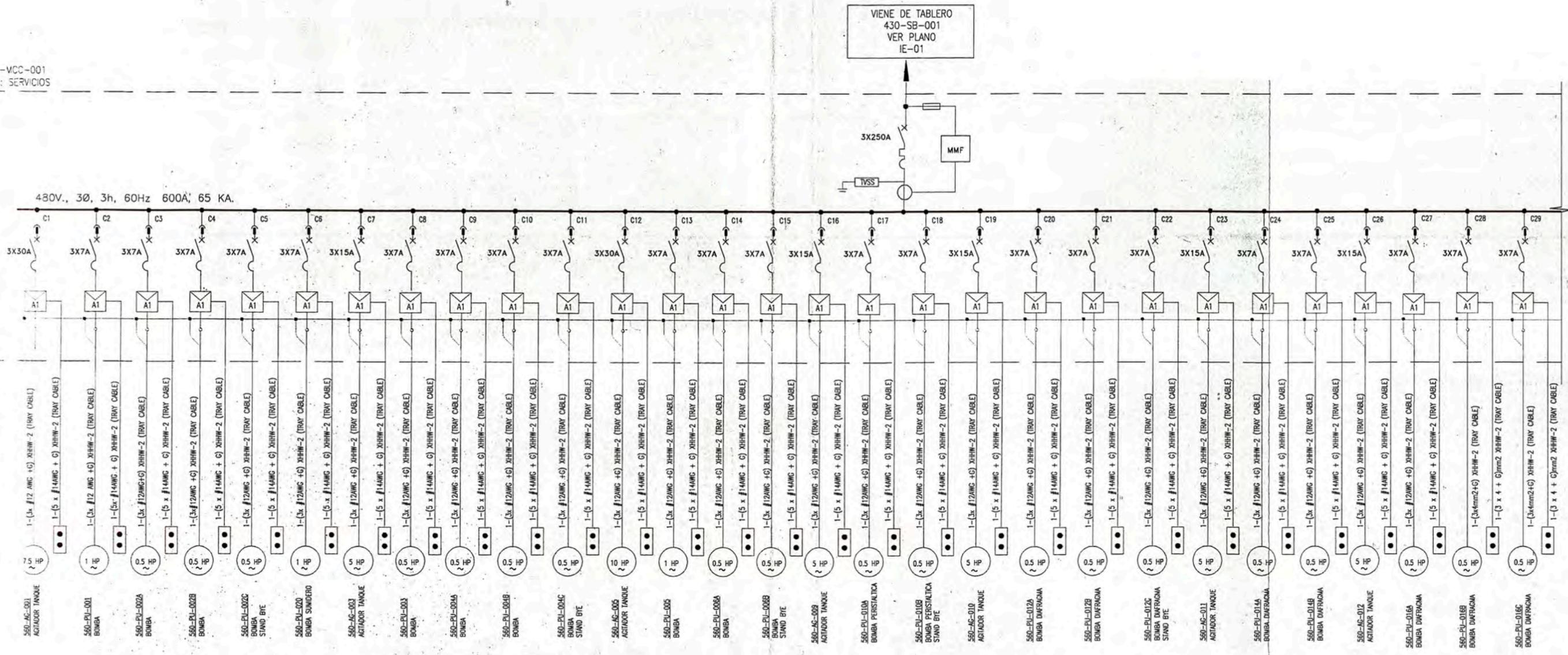
DIS. M.CORDOVA      DIB. M.CORDOVA      REV. B.TARAZONA      APR. B.BATARAZONA

FECHA :  
 15/06/09

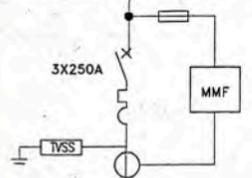
ESCALA :  
 S/ESC

PLANO N°:  
 IE-07

HOJA :  
 007



VIENE DE TABLERO  
430-SB-001  
VER PLANO  
IE-01



CONTINUA EN PLANO IE-07

LEYENDA	
	ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR
	ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
	ARRANQUE CON SOFT STARTER
	TABLERO DE DISTRIBUCION

N°	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISÓ	APROBÓ
5						
4						
3						
2						
1						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO  
ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA  
FORMATO: **A-3**

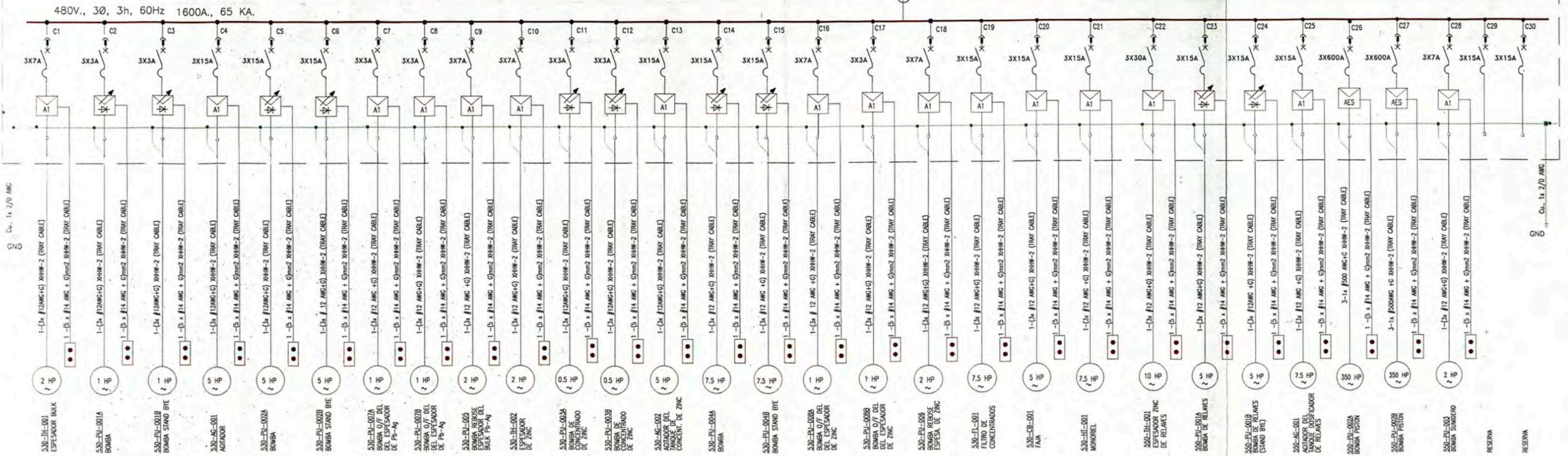
DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD  
DIAGRAMA UNIFILAR - AREA DE SERVICIOS

DPTO./EST.: LIMA PROV.: LIMA DIST.: LIMA  
DIS: M.CORDOVA DIB: M.CORDOVA REV: B.TARAZONA APR: B.BATARAZONA

FECHA: 15/06/09  
ESCALA: S/ESC  
PLANO N°: IE-06  
HOJA: 006

530-MCC-001  
AREA DE ESPESAMIENTO Y FILTRADO

VIENE DE TABLERO  
430-SB-001  
VER PLANO  
002GP0461A-500-06-001



LEYENDA	
	ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR
	ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
	ARRANQUE CON SOFT STARTER
	TABLERO DE DISTRIBUCION

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISÓ	APROBÓ
5						
4						
3						
2						
1						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER:  
MOISES CORDOVA CASTILLO

ASESOR:  
ING. BERNABE TARAZONA

FORMATO  
A-3

DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD  
DIAGRAMA UNIFILAR - ESPESAMIENTO Y FILTRADO

DPTO./EST.: LIMA      PROV.: LIMA      DIST.: LIMA

DIB: M.CORDOVA      DIB: M.CORDOVA      REV: B.TARAZONA      APR: B.BATARAZONA

FECHA :  
15/06/09

ESCALA :  
S/ESC

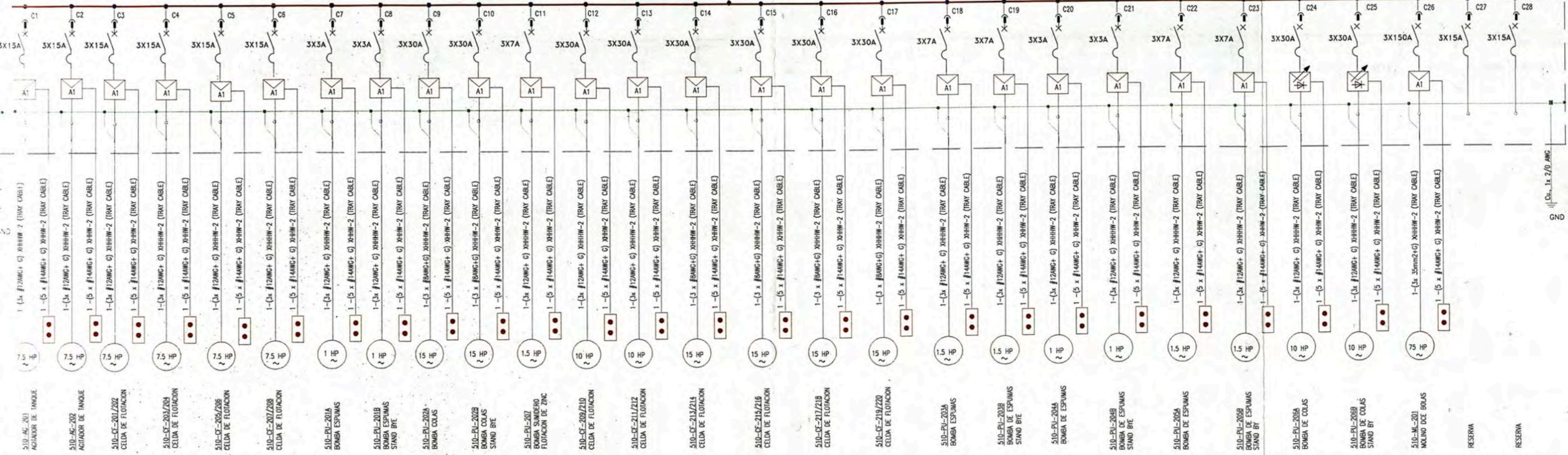
PLANO Nº:  
IE-05

HOJA :  
005

510-VCC-002  
AREA DE FLOTACION ZINC

VIENE DE TABLERO DE DISTRIBUCION  
430-SB-001  
VER PLANO  
IE-01

480V., 3Ø, 3h, 60Hz 800A., 65 KA.



- 510-AC-201 AGUADOR DE TANQUE
- 510-AC-202 AGUADOR DE TANQUE
- 510-CE-201/202 CELDA DE FLOTACION
- 510-CE-203/204 CELDA DE FLOTACION
- 510-CE-205/206 CELDA DE FLOTACION
- 510-CE-207/208 CELDA DE FLOTACION
- 510-FU-201A BOMBA ESPUMAS
- 510-FU-201B BOMBA ESPUMAS STAND BY
- 510-FU-202A BOMBA COJAS
- 510-FU-202B BOMBA COJAS STAND BY
- 510-FU-207 BOMBA SINDERO FLOTACION DE ZINC
- 510-CE-209/210 CELDA DE FLOTACION
- 510-CE-211/212 CELDA DE FLOTACION
- 510-CE-213/214 CELDA DE FLOTACION
- 510-CE-215/216 CELDA DE FLOTACION
- 510-CE-217/218 CELDA DE FLOTACION
- 510-FU-203A BOMBA ESPUMAS
- 510-FU-203B BOMBA DE ESPUMAS STAND BY
- 510-FU-204A BOMBA DE ESPUMAS
- 510-FU-204B BOMBA DE ESPUMAS STAND BY
- 510-FU-205A BOMBA DE COJAS
- 510-FU-205B BOMBA DE COJAS STAND BY
- 510-MU-201 MOLINO DCE BOJAS
- RESERVA
- RESERVA

LEYENDA	
	ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR
	ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
	ARRANQUE CON SOFT STARTER
	TABLERO DE DISTRIBUCION

N°	DESCRIPCION	FECHA	DISERÓ	DIBUJO	REVISO	APROBO
5						
4						
3						
2						
1						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO  
ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA  
FORMATO: A-3

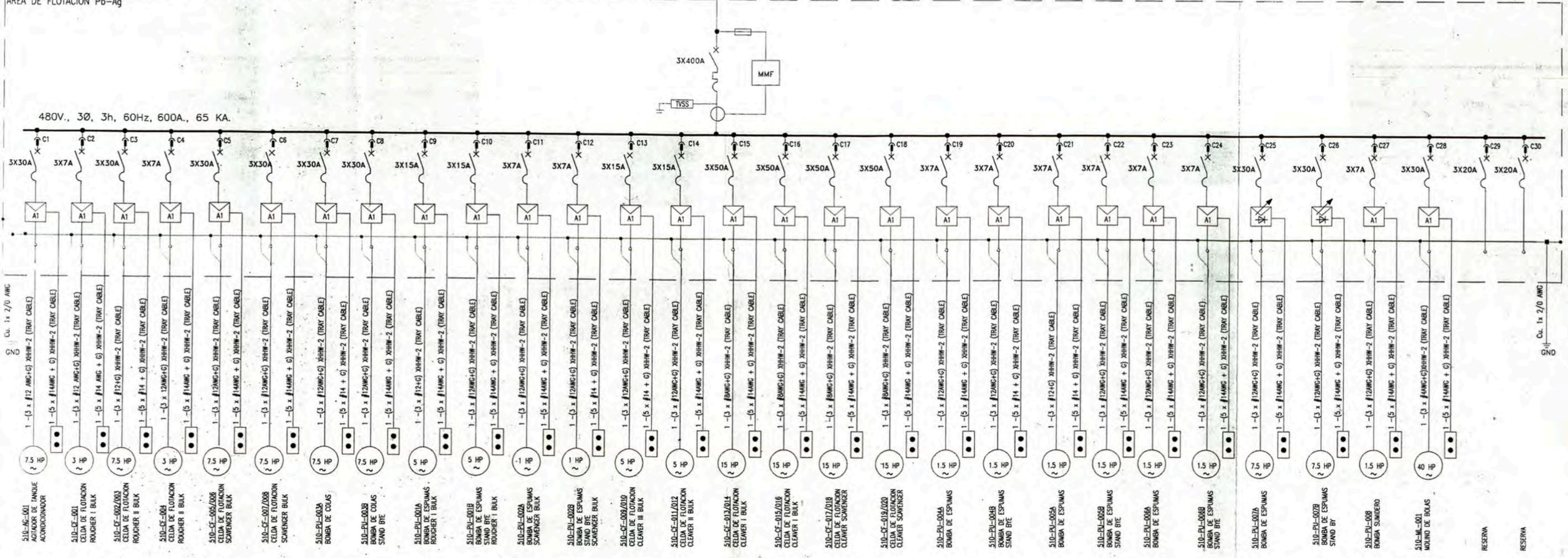
DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD  
DIAGRAMA UNIFILAR - FLOTACION ZINC

DPTO./EST.: LIMA PROV.: LIMA DIST.: LIMA  
DIS: M.CORDOVA DIB: M.CORDOVA REV: B.TARAZONA APR: B.BATARAZONA

FECHA: 15/06/09  
ESCALA: S/ESC  
PLANO N°: IE-04  
HOJA: 004

510-MCC-001  
 AREA DE FLOTACION Pb-Ag

VIENE DE TABLERO DE DISTRIBUCION  
 430-SB-001  
 VER PLANO IE-01



Cu. 1x 2/0 AWG

Cu. 1x 2/0 AWG

LEYENDA	
	ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR
	ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
	ARRANQUE CON SOFT STARTER
	TABLERO DE DISTRIBUCION

N°	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBO
5						
4						
3						
2						
1						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER:  
 MOISES CORDOVA CASTILLO

ASESOR:  
 ING. BERNABE TARAZONA

FORMATO  
**A-3**

DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA  
 DE Pb-Zn de 400 TMPD

DIAGRAMA UNIFILAR - FLOTACION Pb- Ag

DPTO./EST.: LIMA      PROV.: LIMA      DIST.: LIMA

DIS.: M.CORDOVA      DES.: M.CORDOVA      REV.: B.TARAZONA      APR.: B.BATARAZONA

FECHA :  
 15/06/09

ESCALA :  
 S/ESC

PLANO N°:  
 IE-03

HOJA :  
 003

VIENE DE TABLERO DE DISTRIBUCION 400-SB-001 VER PLANO IE-01

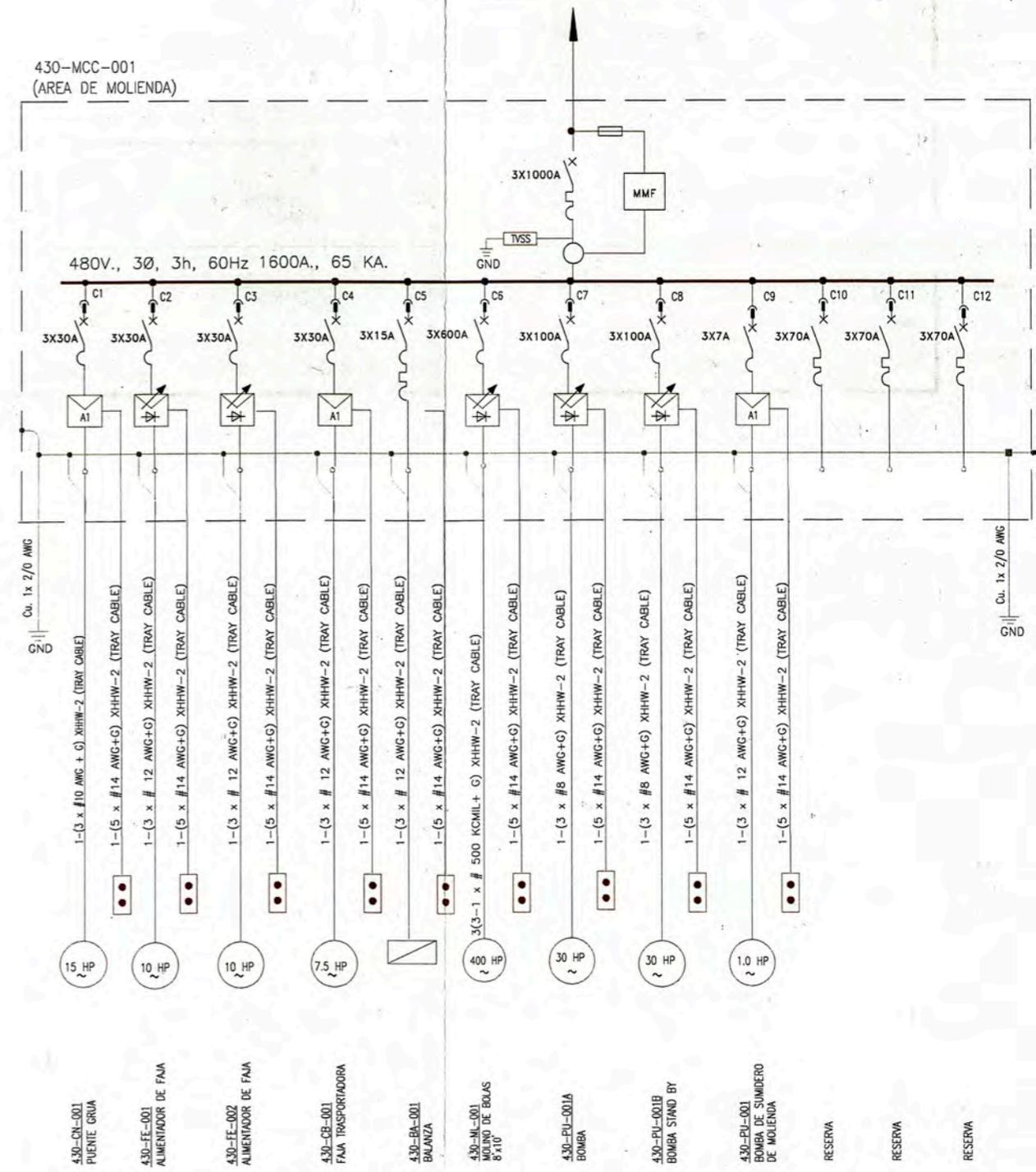
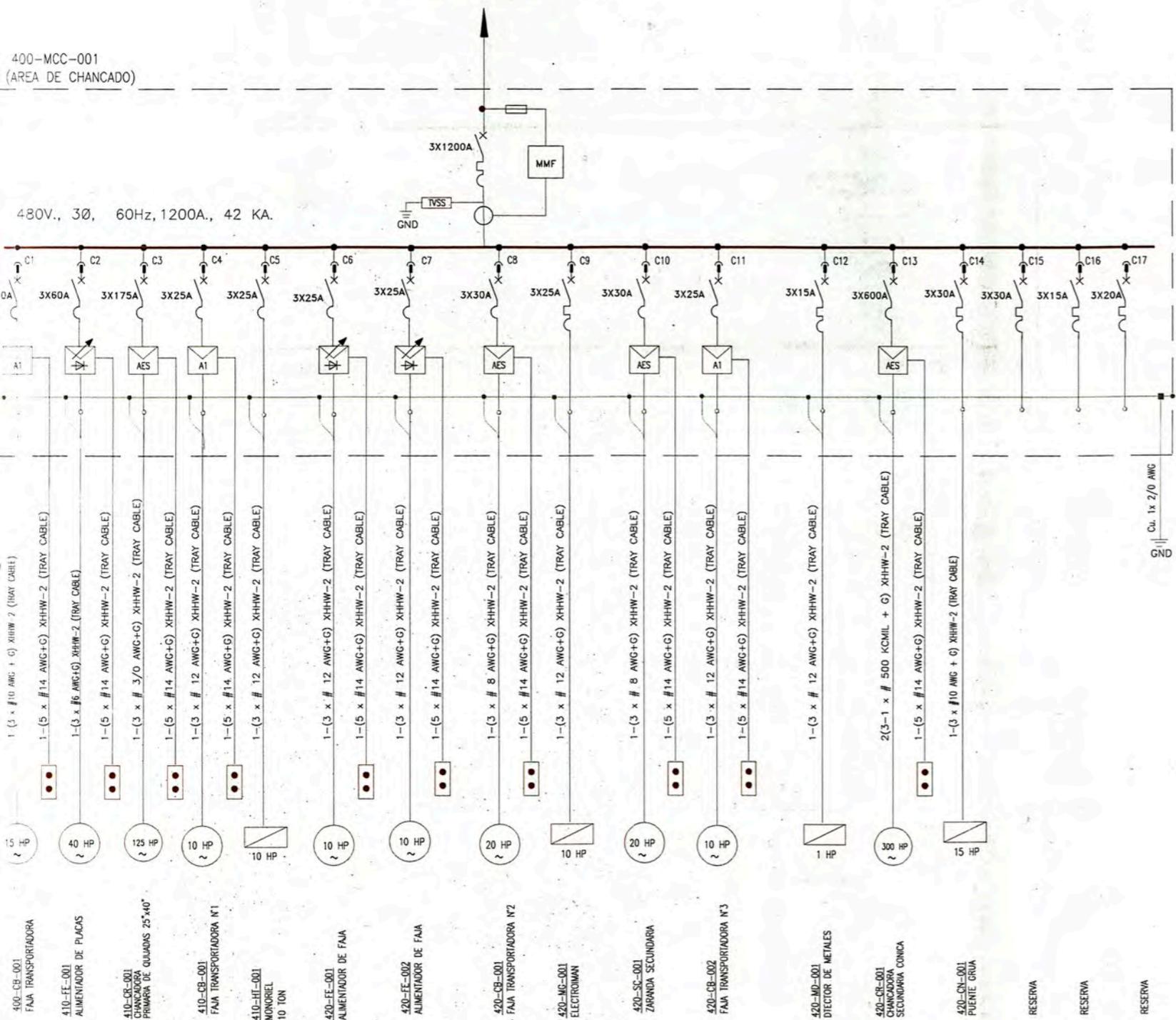
VIENE DE TABLERO DE DISTRIBUCION 430-SB-001 VER PLANO IE-01

400-MCC-001 (AREA DE CHANCADO)

430-MCC-001 (AREA DE MOLINDA)

480V., 3Ø, 60Hz, 1200A., 42 KA.

480V., 3Ø, 3h, 60Hz 1600A., 65 KA.



LEYENDA

	ARRANQUE DIRECTO DE MOTOR
	ARRANQUE CON VARIADOR DE VELOCIDAD
	ARRANQUE CON SOFT STARTER
	TABLERO DE DISTRIBUCION

N°	DESCRIPCION	FECHA	DISENO	DIBUJO	REVISO	APROBO
5						
4						
3						
2						
1						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER: MOISES CORDOVA CASTILLO  
 ASESOR: ING. BERNABE TARAZONA

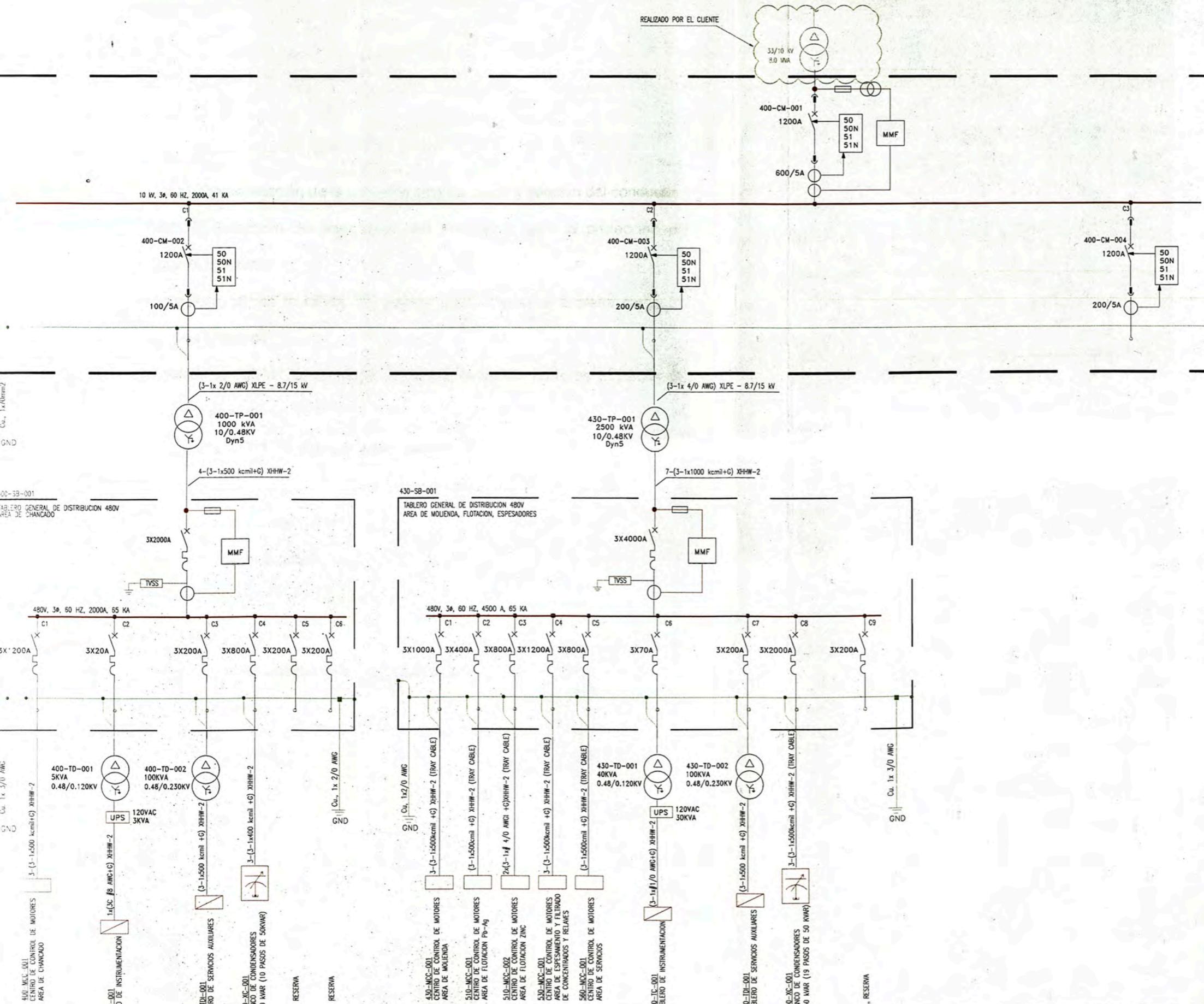
FORMATO A-3

DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE Pb-Zn de 400 TMPD  
 DIAGRAMA UNIFILAR - CHANCADO Y MOLINDA

DPTO./EST.: LIMA PROV.: LIMA DIST.: LIMA

DIS.: MLCORDOVA DIB.: MLCORDOVA REV.: B.TARAZONA APR.: B.BATARAZONA

FECHA: 15/06/09  
 ESCALA: S/ESC  
 PLANO N°: IE-02  
 HOJA: 002



400-TC-001  
TABLERO DE INSTRUMENTACION

400-TD-001  
TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES

400-SC-001  
BANCO DE CONDENSADORES  
500 KVAR (10 PASOS DE 50KVAR)

430-MCC-001  
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES  
AREA DE MOLIENDA

510-MCC-001  
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES  
AREA DE FLOTACION Pb-Ag

510-MCC-002  
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES  
AREA DE FLOTACION ZINC

530-MCC-001  
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES  
AREA DE ESPESAMIENTO Y FILTRADO  
DE CONCENTRADOS Y RELANES

560-MCC-001  
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES  
AREA DE SERVICIOS

430-TC-001  
TABLERO DE INSTRUMENTACION

430-SC-001  
BANCO DE CONDENSADORES  
950 KVAR (19 PASOS DE 50 KVAR)

5						
4						
3						
2						
1						
N°	DESCRIPCION	FECHA	DISENO	DIBUJO	REVISO	APROBO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

BACHILLER:  
MOISES CORDOVA CASTILLO

ASESOR:  
ING. BERNABE TARAZONA

FORMATO  
A-3

DISEÑO ELECTRICO DE UNA PLANTA CONCENTRADORA  
DE Pb-Zn de 400 TMPD  
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

DPTO./EST.: LIMA PROV.: LIMA DIST.: LIMA

DIS. M.CORDOVA DIB. M.CORDOVA REV. B.TARAZONA APR. B.BATARAZONA

FECHA :  
15/06/09

PLANO N°:  
IE-01

ESCALA :  
S/ESC

HOJA :  
001

## ANEXOS

- 1.- Tabla1. Determinación de la corriente a plena carga y sección del conductor
- 2.- Tabla 2. Selección del interruptor solo magnético para la protección de motores trifásicos.
- 3.- Tabla 430.250, de la NFPA 70, edición 2008, Corriente a plena carga de motores trifásicos
- 4.- Tabla de la NFPA 70, corriente de arranque de los motores trifásicos de corriente alterna
- 5.- Tabla de la NFPA 70, Edición 2008, capacidad de corriente de conductores
- 6.- Tabla 9 de la NFPA 70, para determinar la impedancia el conductor
- 7.- Centro de control de motores
- 8.- Variadores de velocidad
- 9.- Tableros de distribución baja tension
- 10.- Transformador tipo seco
- 11.- Salas eléctricas prefabricadas, tipo container



2008 Edition

SELECCIÓN DE CONDUCTORES PARA MOTORES DE 480 V. Temperatura ambiente de 30 °C						
1	2	3	4	5	6	7
HP	Tabla 430.250 Ipc = Corriente a plena carga	Sección 430-22 Ic=1.25 Ipc	Tabla 430.25 1(B) I arranque	Tabla 310.16 Cables THHW, THW, THWN, XHHW Temp operac. 75°C	Tabla 9 Impedancia Z ohm/km	Longitud máxima metros % caída plena carga 2.5
0.5	1.1	1.4	10.0	12	5.6	1078
0.75	1.6	2.0	12.5	12	5.6	741
1	2.1	2.6	15.0	12	5.6	565
1.5	3	3.8	20.0	12	5.6	395
2	3.4	4.3	25.0	12	5.6	349
3	4.8	6.0	32.0	12	5.6	247
5	7.6	9.5	46.0	12	5.6	156
7.5	11	13.8	63.5	12	5.6	108
10	14	17.5	81.0	12	5.6	85
15	21	26.3	116.0	10	3.6	68
20	27	33.8	145.0	8	2.26	109
25	34	42.5	183.0	8	2.26	86
30	40	50.0	218.0	8	2.26	73
40	52	65.0	290.0	6	1.44	69
50	65	81.3	363.0	4	0.95	108
60	77	96.3	435.0	3	0.75	115
75	96	120.0	543.0	1	0.52	133
100	124	155.0	725.0	2/0	0.36	149
125	156	195.0	908.0	3/0	0.289	147
150	180	225.0	1085.0	4/0	0.243	152
200	240	300.0	1450.0	350	0.174	159
250	302	377.5	1825.0	500	0.141	156
300	361	451.3	2200.0	700		
350	414	517.5	2550.0	900		
400	477	596.3	2900.0	1500		
450	515	643.8	3250.0	1750		
500	590	737.5	3625.0			

1.- Tabla 1. Determinación de la corriente a plena carga y sección del conductor

2.- Tabla 2. Selección del interruptor solo magnético para la protección de motores trifásicos.

SELECCION DEL INTERRUPTOR SOLO MAGNETICO PARA LA PROTECCION DEL MOTOR				
HP	Tabla 430.250	Tabla 430.251(B)	MCP Motor Circuit Protector	
	NFPA 70 Ipc = Corriente a plena carga	NFPA 70 <u>I arranque</u>	In (GE)	MCP trip setting GE
0.5	1.1	10.0	3	{ 9 - 33}
0.75	1.6	12.5	3	{ 9 - 33}
1	2.1	15.0	3	{ 9 - 33}
1.5	3	20.0	7	{ 21 - 77}
2	3.4	25.0	7	{ 21 - 77}
3	4.8	32.0	7	{ 21 - 77}
5	7.6	46.0	15	{ 45 - 165}
7.5	11	63.5	15	{ 45 - 165}
10	14	81.0	25	{ 73 - 332}
15	21	116.0	25	{ 73 - 332}
20	27	145.0	30	{ 90 - 390}
25	34	183.0	40	{ 118 - 501}
30	40	218.0	50	{ 180 - 660}
40	52	290.0	60	{ 178 - 777}
50	65	363.0	70	{ 206 - 863}
60	77	435.0	80	{ 236 - 999}
75	96	543.0	100	{ 300 - 1300}
100	124	725.0	125	{ 374 - 1640}
125	156	908.0	175	{ 515 - 1750}
150	180	1085.0	200	{ 590 - 2000}
200	240	1450.0	250	{ 736 - 2500}
250	302	1825.0	400	{ 1200 - 4000}
300	361	2200.0	400	{ 1200 - 4000}
350	414	2550.0	600	{ 1800 - 6000}
400	477	2900.0	600	{ 1800 - 6000}
450	515	3250.0	600	{ 1800 - 6000}
500	590	3625.0	600	{ 1800 - 6000}

3.- Tabla 430.250, de la NFPA 70, edición 2008, Corriente a plena carga de motores trifásicos

**Table 430.250 Full-Load Current, Three-Phase Alternating-Current Motors**

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

Horsepower	Induction-Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes)							Synchronous-Type Unity Power Factor* (Amperes)			
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1 1/2	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7 1/2	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

\*For 90 and 80 percent power factor, the figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

4.- Tabla de la NFPA 70, corriente de arranque de los motores trifásicos de corriente alterna.

Table 430.251(B) Conversion Table of Polyphase Design B, C, and D Maximum Locked-Rotor Currents for Selection of Disconnecting Means and Controllers as Determined from Horsepower and Voltage Rating and Design Letter  
For use only with 430.110, 440.12, 440.41 and 455.8(C).

Rated Horsepower	Maximum Motor Locked-Rotor Current in Amperes, Two- and Three-Phase, Design B, C, and D*					
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D
1/2	40	23	22.1	20	10	8
3/4	50	28.8	27.6	25	12.5	10
1	60	34.5	33	30	15	12
1 1/2	80	46	44	40	20	16
2	100	57.5	55	50	25	20
3	—	73.6	71	64	32	25.6
5	—	105.8	102	92	46	36.8
7 1/2	—	146	140	127	63.5	50.8
10	—	186.3	179	162	81	64.8
15	—	267	257	232	116	93
20	—	334	321	290	145	116
25	—	420	404	365	183	146
30	—	500	481	435	218	174
40	—	667	641	580	290	232
50	—	834	802	725	363	290
60	—	1001	962	870	435	348
75	—	1248	1200	1085	543	434
100	—	1668	1603	1450	725	580
125	—	2087	2007	1815	908	726
150	—	2496	2400	2170	1085	868
200	—	3335	3207	2900	1450	1160
250	—	—	—	—	1825	1460
300	—	—	—	—	2200	1760
350	—	—	—	—	2550	2040
400	—	—	—	—	2900	2320
450	—	—	—	—	3250	2600
500	—	—	—	—	3625	2900

5.- Tabla de la NFPA 70, Edición 2008, capacidad de corriente de conductores

Table 310.16 Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0 Through 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A)]						Size AWG or kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types FBS, SA, SIS, FEP, FEPL, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM				
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	—	—	—	—
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/2	125	150	170	100	120	135	1/2
2/3	145	175	195	115	135	150	2/3
3/3	165	200	225	130	155	175	3/3
4/3	195	230	260	150	180	205	4/3
250	215	255	290	170	205	230	250
300	230	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

6.- Tabla 9 de la NFPA 70, para determinar la impedancia el conductor.

Table 9 Alternating-Current Resistance and Reactance for 600-Volt Cables, 3-Phase, 60 Hz, 75°C (167°F) — Three Single Conductors in Conduit

Size (AWC or kcmil)	Ohms to Neutral per Kilometer Ohms to Neutral per 1000 Feet															Size (AWC or kcmil)
	$X_L$ (Reactance) for All Wires			Alternating-Current Resistance for Uncoated Copper Wires			Alternating-Current Resistance for Aluminum Wires			Effective $Z$ at 0.85 PF for Uncoated Copper Wires			Effective $Z$ at 0.85 PF for Aluminum Wires			
	PVC, Aluminum Conduit	Steel Conduit		PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	
14	0.190 0.058	0.240 0.073		10.2 3.1	10.2 3.1	10.2 3.1	—	—	—	8.9 2.7	8.9 2.7	8.9 2.7	—	—	—	14
12	0.177 0.054	0.223 0.068		6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	10.5 3.2	10.5 3.2	10.5 3.2	5.6 1.7	5.6 1.7	5.6 1.7	9.2 2.8	9.2 2.8	9.2 2.8	12
10	0.164 0.050	0.207 0.063		3.9 1.2	3.9 1.2	3.9 1.2	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	5.9 1.8	5.9 1.8	5.9 1.8	10
8	0.171 0.052	0.213 0.065		2.56 0.78	2.56 0.78	2.56 0.78	4.3 1.3	4.3 1.3	4.3 1.3	2.26 0.69	2.26 0.69	2.30 0.70	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	8
6	0.167 0.051	0.210 0.064		1.61 0.49	1.61 0.49	1.61 0.49	2.66 0.81	2.66 0.81	2.66 0.81	1.44 0.44	1.48 0.45	1.48 0.45	2.33 0.71	2.36 0.72	2.36 0.72	6
4	0.157 0.048	0.197 0.060		1.02 0.31	1.02 0.31	1.02 0.31	1.67 0.51	1.67 0.51	1.67 0.51	0.95 0.29	0.95 0.29	0.98 0.30	1.51 0.46	1.51 0.46	1.51 0.46	4
3	0.154 0.047	0.194 0.059		0.82 0.25	0.82 0.25	0.82 0.25	1.31 0.40	1.35 0.41	1.31 0.40	0.75 0.23	0.79 0.24	0.79 0.24	1.21 0.37	1.21 0.37	1.21 0.37	3
2	0.146 0.045	0.187 0.057		0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.62 0.19	0.62 0.19	0.66 0.20	0.98 0.30	0.98 0.30	0.98 0.30	2
1	0.151 0.046	0.187 0.057		0.49 0.15	0.52 0.16	0.52 0.16	0.82 0.25	0.85 0.26	0.82 0.25	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.79 0.24	0.79 0.24	0.82 0.25	1
1/0	0.144 0.044	0.180 0.055		0.39 0.12	0.43 0.13	0.39 0.12	0.66 0.20	0.69 0.21	0.66 0.20	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1/0
2/0	0.141 0.043	0.177 0.054		0.33 0.10	0.33 0.10	0.33 0.10	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	2/0
3/0	0.136 0.042	0.171 0.052		0.253 0.077	0.260 0.082	0.259 0.079	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.280 0.088	0.292 0.092	0.308 0.094	0.43 0.13	0.43 0.13	0.46 0.14	3/0
4/0	0.135 0.041	0.167 0.051		0.203 0.062	0.220 0.067	0.207 0.063	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.243 0.074	0.256 0.078	0.262 0.080	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	4/0
250	0.135 0.041	0.171 0.052		0.171 0.052	0.187 0.057	0.177 0.054	0.279 0.085	0.295 0.090	0.282 0.086	0.217 0.066	0.230 0.070	0.240 0.073	0.308 0.094	0.322 0.098	0.33 0.10	250
300	0.135 0.041	0.167 0.051		0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.233 0.071	0.249 0.076	0.236 0.072	0.194 0.059	0.207 0.063	0.213 0.065	0.269 0.082	0.282 0.086	0.289 0.088	300

300	0.135 0.041	0.167 0.051	0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.233 0.071	0.249 0.075	0.236 0.072	0.194 0.059	0.207 0.063	0.213 0.065	0.289 0.082	0.282 0.086	0.280 0.086	300
350	0.131 0.040	0.161 0.050	0.125 0.038	0.141 0.043	0.128 0.039	0.200 0.061	0.217 0.065	0.207 0.063	0.174 0.053	0.190 0.058	0.197 0.060	0.240 0.073	0.259 0.077	0.262 0.080	350
400	0.131 0.040	0.161 0.049	0.108 0.033	0.125 0.038	0.115 0.035	0.177 0.054	0.194 0.059	0.180 0.055	0.161 0.049	0.174 0.053	0.184 0.056	0.217 0.066	0.233 0.071	0.240 0.073	400

70-682

Manufacturing Production Association  
 1101 H Street, N.W., N.E.P.A.  
 Attention: Technical Department, 1101 H Street, N.W.

NATIONAL ELECTRICAL CODE 2008 Edition



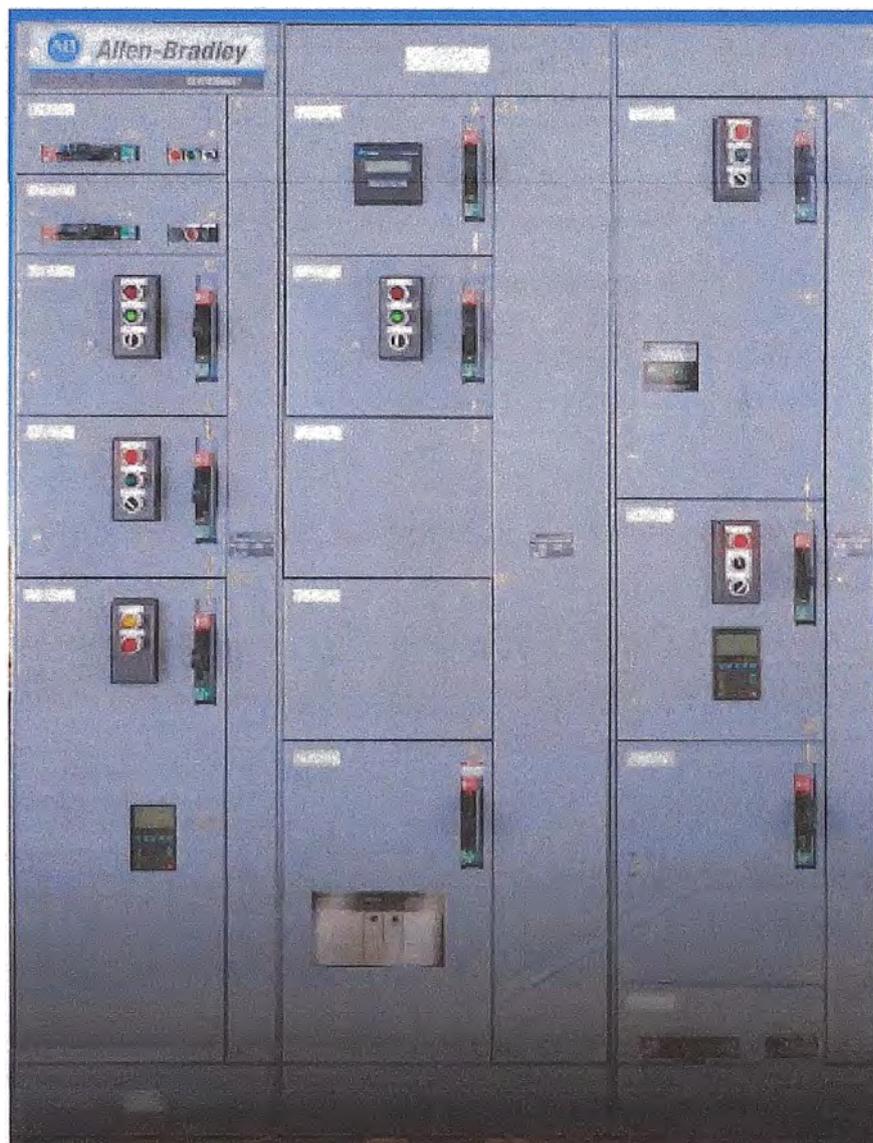
Copyright © 2008 by NECA  
 Not for Resale: 08220007/2008-11-01

TABLES

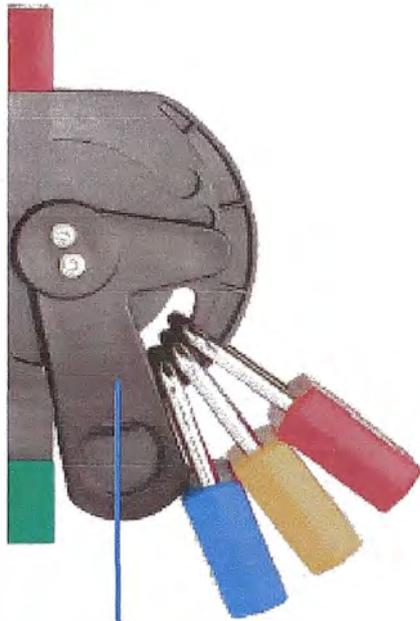
Table 9 - Continued

Size (AWG or kcmil)	Ohms to Neutral per Kilometer Ohms to Neutral per 1000 Feet															Size (AWG or kcmil)
	$X_L$ (Reactance) for All Wires		Alternating-Current Resistance for Uncoated Copper Wires			Alternating-Current Resistance for Aluminum Wires			Effective $Z$ at 0.85 PF for Uncoated Copper Wires			Effective $Z$ at 0.85 PF for Aluminum Wires				
	PVC, Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit		
500	0.128 0.039	0.157 0.048	0.089 0.027	0.105 0.032	0.095 0.029	0.141 0.043	0.157 0.048	0.148 0.045	0.141 0.043	0.157 0.048	0.164 0.050	0.187 0.057	0.200 0.061	0.210 0.064	500	
600	0.128 0.039	0.157 0.048	0.075 0.023	0.092 0.028	0.082 0.025	0.118 0.036	0.135 0.041	0.125 0.038	0.131 0.040	0.144 0.044	0.154 0.047	0.167 0.051	0.180 0.055	0.190 0.058	600	
750	0.125 0.038	0.157 0.048	0.062 0.019	0.079 0.024	0.069 0.021	0.095 0.029	0.112 0.034	0.102 0.031	0.118 0.036	0.131 0.040	0.141 0.043	0.148 0.045	0.161 0.049	0.171 0.052	750	
1000	0.121 0.037	0.151 0.046	0.049 0.015	0.062 0.019	0.059 0.018	0.075 0.023	0.089 0.027	0.082 0.025	0.105 0.032	0.118 0.036	0.131 0.040	0.128 0.039	0.138 0.042	0.151 0.046	1000	

## 7.- Centro de control de motores



# Seguridad y Durabilidad Superior



## Manija de desconexión para uso pesado, montada en la unidad

- Mantiene al operador en control, aun cuando la puerta esté abierta o cerrada
- Acepta múltiples candados para fácil implementación de procedimientos de trabajo etiquetado
- El material no conductor contribuye a aislar al operador de voltajes peligrosos
- Indicación ON/OFF a simple vista

## Unidades compactas cuando el espacio del cuarto de control es crítico

- Arrancadores tamaño NEMA 1
- Interruptores hasta 225A
- Arrancadores suaves hasta 19A

## Versátil mecanismo de bloqueo diseñado para realizar un servicio más seguro

- La unidad no puede ser insertada o removida cuando la manija de desconexión está en posición de energizado (Encendido)
- Si la unidad es removida para mantenimiento, puede colocarse un candado para prevenir la inserción de la misma
- La unidad puede ser asegurada en la posición de servicio (parcialmente removida con clips de fuerza fuera del bus de fuerza)



## Los componentes NEMA proporcionan una operación confiable

- Botones de arranque y paro
- Luces piloto
- Contactores y amarradores con vida documentada de 10 millones de operaciones para tamaño NEMA 1



DISPOSITIVOS INTELIGENTES

# Mejorando y Expandiendo la Tecnología de Control de Potencia

## Variadores de Velocidad



Variador PowerFlex 700

### Variadores PowerFlex®

- Línea completa de variadores desde tamaños fraccionales hasta media tensión
- Diseños y estándares globales
- Plataforma de diseño y apariencia común, incluyendo la interfase del usuario, programación, configuración y diagnósticos
- Herramientas FC comunes
- Facilidad de instalación, configuración y utilización
- Capacidades de comunicación multiredes, incluyendo DeviceNet, ControlNet, Remote I/O y otros protocolos
- Control de motor robusto y flexible



Variador PowerFlex 40



Variador PowerFlex 70

## Relés Electrónicos de Sobrecarga



### Relé SMP-1

- Amplio rango de ajuste
- Protección contra pérdida de fase
- Indicación visible de disparo
- Auto-energizado
- Bajo consumo de energía

### Relé E3 y E3 Plus

- Comunicación y Control
  - DeviceNet Integrado
  - 2 ó 4 puntos de entrada (120VCA ó 24VDC)
  - 1 ó 2 puntos de salida
- Funciones de Protección
  - Sobrecarga
  - Fuga de Corriente
  - Fuga/desequilibrio de fase
  - Falla a tierra con ajuste hasta 1 A (E3 Plus)
- Funciones Programables
  - Nivel de disparo
  - Nivel de alarma
  - Temporizador antes de disparo
- Información
  - Tiempo para disparo
  - Corriente promedio y de línea
  - Porcentaje de capacidad térmica utilizada



## Controladores de Arranque y Paro Suave

### SMC-FLEX

- Innovadoras opciones de arranque y paro electrónicos
- Contactor de bypass Integrado
- Construcción modular que permite el reemplazo de polos individuales de energía
- Diagnósticos y protección avanzados
- Capacidad de comunicación multi-red incluyendo DeviceNet, ControlNet, Remote I/O y otros protocolos
- Diseño compacto



### SMC-3

- Arranque y paro electrónicos
- Contactor de bypass Integrado
- Fide de sobrecarga Integrado
- Diseño compacto



## Monitores Digitales de Calidad de Energía

### PowerMonitor 3000

- Muestra voltios, amperes, hertzios, vatios, vatios de demanda, demanda pico, kWh/kvarh, y factor de potencia
- Registra valores min/max, valores instantáneos, ondas de armónicos
- Salidas programables indican sobrevoltaje, bajo voltaje y desbalance, pérdida o inversión de fases
- Se comunica a través de Ethernet, ControlNet, DeviceNet, Remote I/O, RS-232 o RS-485



## Opciones de Control y Monitoreo de Red

### DSA - Modulo de E/S

- 2 puntos de salida para control
- 4 puntos de entrada para monitoreo (sobrecarga, selector de tres posiciones, posición del desconector, etc.)
- Entradas de 120VCA o 24VCD
- DeviceNet Integrado



### Puente ControlNet/DeviceNet

- Conecta el OCM DeviceNet a la red ControlNet de toda la planta
- Alternativa diferente y de bajo costo a los tradicionales módulos de comunicación montados en chasis

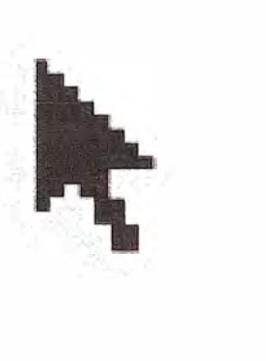


### ControlLogix

- Controlador de alto desempeño para control integrado de movimiento, secuencial, proceso y drives
- Las comunicaciones flexibles incluyen ControlNet, Ethernet/IP, DeviceNet y otras redes
- Amplio rango de Entradas/Salidas discretas, analógicas y especiales según la aplicación
- Permite la combinación de múltiples procesadores, redes y E/S

# CenterONE®

Ahorra Tiempo y Reduce Costos Desde la Etapa de Diseño Hasta la Entrega

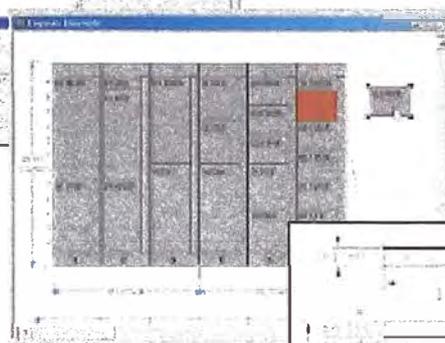


## Ahorre Tiempo de Diseño

Determinar las especificaciones generales del CCM es más sencillo con los menús de selección para unidades y secciones.

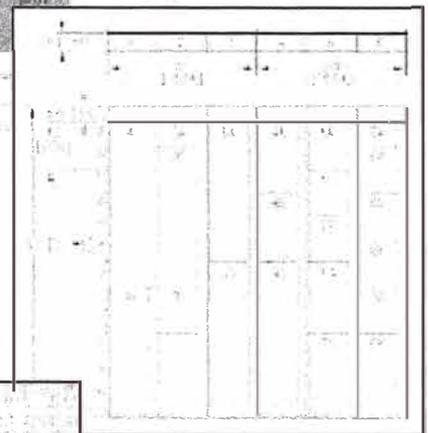
## Ahorre Tiempo de Arreglo de Unidades

Después de determinar las especificaciones de cada unidad, CenterONE automáticamente distribuye las cargas del CCM. Reacomodar las unidades es una simple operación del mouse.



## Ahorre Tiempo al Generar Diagramas Mecánicos

CenterONE genera diagramas en AutoCAD de su diseño. El diagrama de elevación del CCM es completado en minutos en lugar de horas.



## Ahorre Tiempo de Corrección de Errores



CenterONE detectará en su diseño errores comunes (por ejemplo, sobrecarga de sección, contactos auxiliares faltantes) y hará sugerencias para optimizar el CCM. Errores y omisiones son rápidamente identificados y corregidos.



## Ahorre Tiempo al Generar Diagramas de Instalación

CenterONE genera diagramas utilitarios y de control de su diseño en forma instantánea.



Diagrama de Cables de Unidad

**ABB**

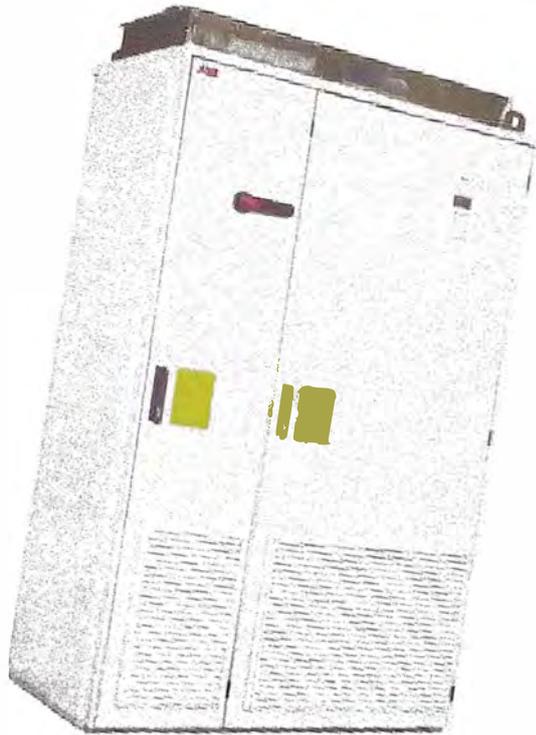
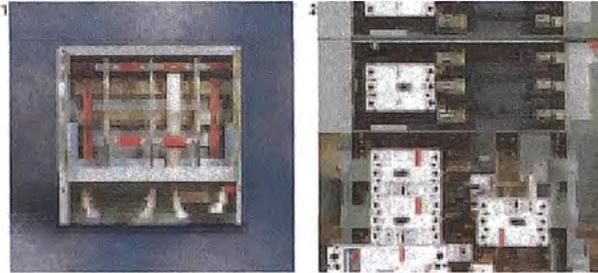


Fig 1. Variador típico ACS800-37

## 9.- Tableros de distribucion baja tension

### Distribution Switchboards Pow-R-Line C Switchboards



#### 1. Utility Metering Equipment

Available to meet standard or specific requirements. Units can be arranged for hot or cold sequence.

#### 2. Single Channel Design

Provides device flexibility, accommodating both circuit breaker and fusible switches.

#### 3. Pow-R-Line C Switchboards

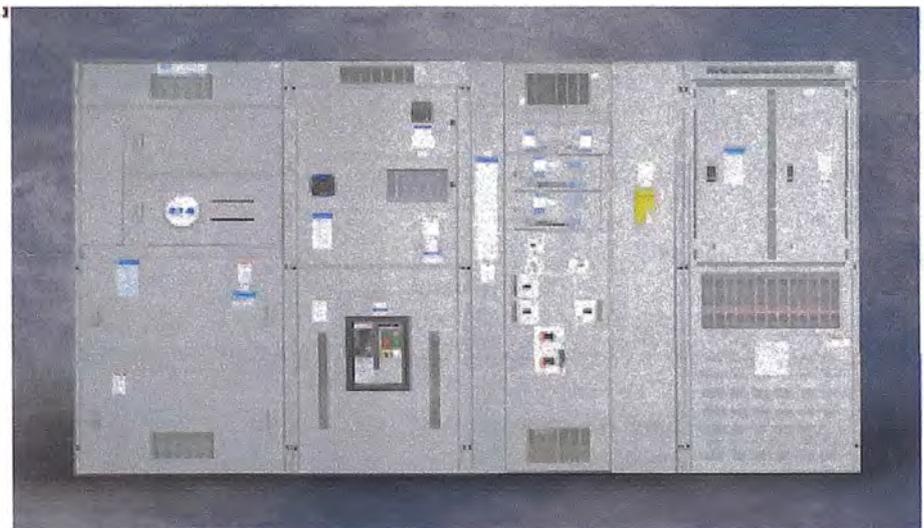
Group mounted distribution switchboard.

### Pow-R-Line C Switchboards

Cutler-Hammer Distribution Switchboards combine a space-saving design with modular construction and increased systems ratings to provide economical and dependable electrical system distribution and protection.

#### Features

- 6000 A maximum main bus rating.
- 600 Vac and below.
- Front or rear accessible.
- Indoor or outdoor enclosures.
- ANSI-61 gray powder coat paint finish.
- Microprocessor-based metering, monitoring and communication devices.
- Utility metering provisions.
- Surge Protective Devices (SPD).
- Ground fault protection.
- Busway and transformer connections.
- Integrated panelboards (IPSI).
- 65 kAIC standard bus bracing. Optional 100 or 200 kAIC.
- Aluminum or optional copper bus.



- Meets NEMA® Standard PB-2 and UL® E91.
- Seismically qualified.

#### Main Devices

- Magnum™ GS power circuit breakers, 800 – 5000 A.
- Molded case circuit breakers, 400 – 2500 A, fixed mounted.

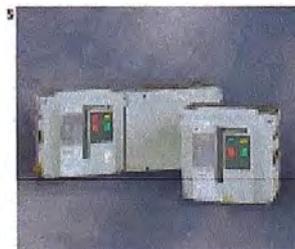
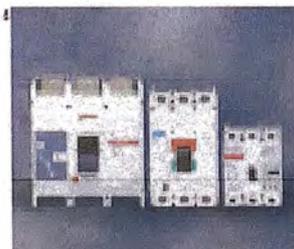
- Pivangle™ bolted pressure contact switches, 800 – 8000 A.
- Fusible switches, 400 – 1200 A.

#### Group Mounted Distribution Devices

- Molded case circuit breakers, 15 – 2000 A.
- Fusible Switches, 90 – 1200 A.

#### Metering and Monitoring Devices

A wide range of metering options for power measurement and power quality. Along with local display, these meters can provide web-enabled monitoring of Cutler-Hammer switchboards and other equipment via an open communications architecture. The Power Xpert® Gateway enables third-party equipment to communicate across this same system.



#### 4. Cutler-Hammer Molded Case Circuit Breakers

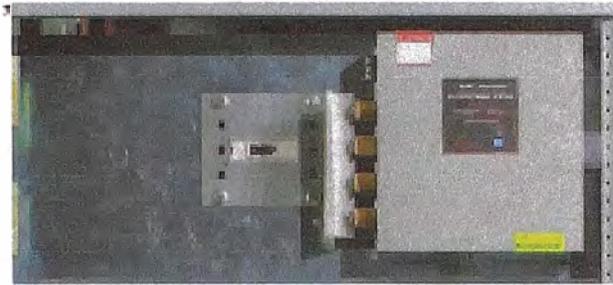
275 ampere, electronic trip frame (left) 600 ampere, electronic trip frame (middle) and 2500 ampere, electronic trip frame (right).

#### 5. Magnum GS Power Circuit Breakers

#### 6. Metering and Monitoring Devices

Power Xpert Gateway (right) and 10.250 Meter (left).

**Distribution  
Switchboards**  
Electronic Trip  
Unit System,  
Surge Protective  
Devices and IQ  
Energy Sentinels



**3. Surge Protective Device**  
Integrally mounted with circuit breaker.

**4. Electronic Trip Unit System**  
Advanced technology offers ultra superior protection, energy management and communications.



**Electronic Trip  
Unit System**

Cutler-Hammer electronic trip units provide enhanced accuracy and reliability for protection and optimum system coordination.

**Surge Protective  
Devices**

Eaton's Surge Protective Devices (SPD) protect sensitive electronic equipment from the damaging effects of high and low energy transients, as well as high frequency noise.

The SPD, combined with our innovative connection, yields the industry's lowest let-through voltage.

**Wide Range of Surge Ratings**

Surge current ratings from 100 to 400 kA per phase provide a range of cost-effective facility-wide protection solutions.

Products are third-party tested to verify published surge current ratings.

SPD mounted within the enclosure eliminates extra wiring and the need for outboard wall space:

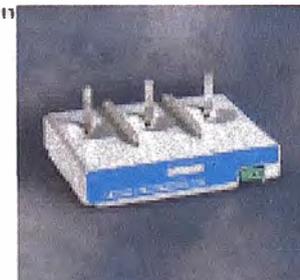
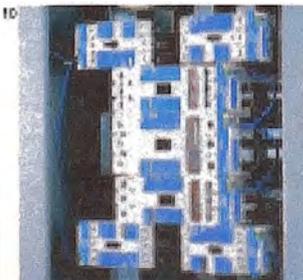
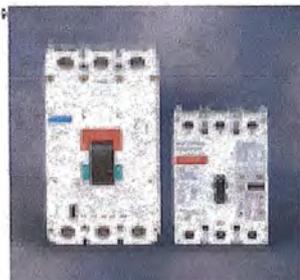
- UL 1449 listed high performance suppression system and parallel hybrid filter technology.
- Diagnostic system.
- Integral circuit breaker disconnect.

**IQ Energy Sentinels**

**Cost-Effective  
Submetering Throughout  
the Electrical System**

These devices monitor power and energy readings down to the smaller loads. They measure watts, peak demand and watt-hours within a one-percent accuracy level.

The device mounts directly on F-, J- or K-Frames feeder breakers without requiring additional panel height. A Universal Sentinel is available where breaker mounting is not feasible and for the larger frame breakers.



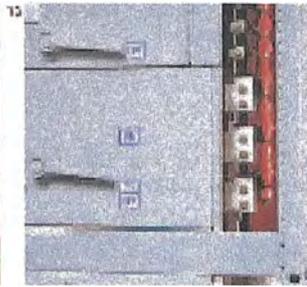
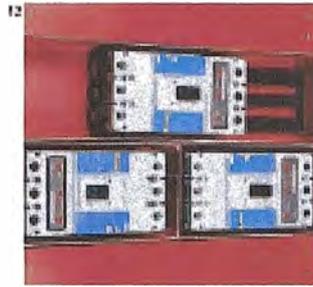
**3. Cutler-Hammer Power Xport  
Communications System, Programming  
and Monitoring**

Accomplished remotely from a personal computer via the web.

**10 & 11. IQ Energy Sentinels**

Power and energy information from IQ Sentinels can be communicated to a PC, a panel mounted Central Energy Display (CED), or even existing building management or distributed control systems.

## Distribution Switchboards Pow-R-Line i



### 12. Branch Circuit Breakers

Shown in single and tandem mounted construction.

### 13. Fusible Switches

Branch fusible switches in single unit construction.

### 14. Pow-R-Line i Switchboards

Compartmentalized design for increased device isolation.

### 15. Barried Construction

Disconnect devices isolated from bus.

## Pow-R-Line i Switchboards

Pow-R-Line i Distribution Switchboards are engineered in a compartmentalized design for applications where a greater degree of component isolation is required. A wide variety of configurations is possible, including utility metering, customer metering, main devices, branch devices, accessories and enclosures.

### Significant Safety Features

- Individual compartments for branch devices. Compartments help eliminate possible contact with the main bus and reduce fault propagation.
- Three-section construction with each barriered from the other:
  - Device section — each device is mounted in its own compartment.
  - Bus bar section — contains both horizontal and vertical busses.
  - Rear cable compartment — completely isolated from the bus bars.
- Insulated runbacks. Power is taken from the protective device by the runback through a full height glass-polyester barrier to the rear cable compartment, virtually eliminating the possibility of accidental contact with the main busses during installation or maintenance.

### Construction Features

- Full family of metering and protective devices available.
- Custom-built utility metering compartments.
- Individually mounted main devices.



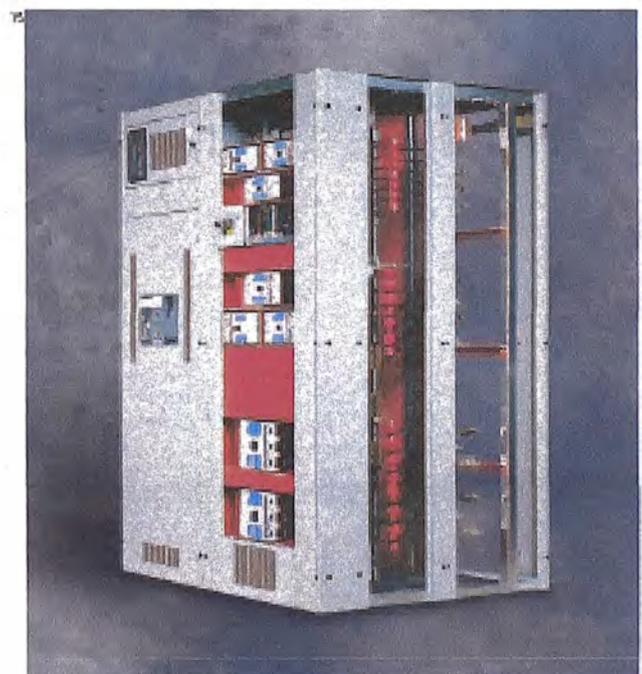
- Compartmentalized feeder devices.
- Meets NEMA Standard PB-2 and UL 991.
- Rear accessible.
- 66 kAIC standard bus bracing. Optional 100 and 200 kAIC.
- Aluminum or optional copper bus bar.
- ANSI-81 gray powder coat paint finish.
- Indoor and outdoor enclosures.
- Seismically qualified.

### A Wide Selection of Branch Devices

**Circuit Breakers**  
Branch circuit breakers range from 150 to 1200 amperes.

### Fusible Switches

Branch fusible switches are available from 100 to 1200 ampere frames.



## 10.- Transformador tipo seco

**SOLA** ENERGY **TECH**

### Ventilated Distribution Transformers

**6**

#### General Purpose

Energy efficient dry-type transformers 600 Volt Class, isolation type, single and three phase, 15 kVA through 500 kVA. Indoor and outdoor models available.

#### Accessories and Optional Design Styles

- Electrostatic shield for quality power
- Wall mounting brackets (500 lbs maximum) (Item WS10)
- Weather Shields (UL-3R)\*
- Stainless Steel Enclosures
- Totally enclosed non-ventilated designs (TENV) (Non UL)
- Open core and coil designs (UL Recognized)
- Copper Wound designs
- Low temperature designs

#### Features

- UL-3R ventilated outdoor enclosures when used with optional weather shields (order separately)
- UL Class 320°C insulation system, 150°C temperature rise under full load
- Terminal board connections and accessible wiring compartment



**UL** Listed  
125172

- Panel enclosure design reduces labor time. Wiring diagram on inside front cover.
- High efficiency for low cost operation
- Compliant to NEMA TP-1 Standards
- Single and three phase availability
- Fast delivery
- 10 year warranty

#### Selection Tables: Single Phase

##### Group 1 - 345 x 480 Volt Primary, 120/240 Secondary, 60 Hz

**UL** Listed  
125172

kVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (inch)	Width (inch)	Depth (inch)	Approx. Ship Weight (lbs)	Design Style**	Elec Conn**	Primary Amps	Secondary Amps
15	ESEH15S	WS-15	28	16	16	210	1	1	62.5/31.3	125/62.5
25	ESEH25S	WS-15	28	16	16	245	1	1	104/52.1	208/104
37.5	ESEH37S	WS-17	31	19	19	340	1	1	156/78	313/156
50	ESEH50S	WS-17	31	19	19	415	1	1	208/104	416/208
75	ESEH75S	WS-03	44	23	21	610	1	1	313/156	625/313
100	ESEH100S	WS-03	44	23	21	705	1	1	417/208	835/417
157	ESEH157S	WS-16	45	25	24	960	1	1	606/303	1212/606

##### Group 2 - 120/208/240/277 Volt Primary, 120/240 Secondary, 60 Hz

**UL** Listed  
125172

kVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (inch)	Width (inch)	Depth (inch)	Approx. Ship Weight (lbs)	Design Style**	Elec Conn**	Primary Amps @ 277 V	Secondary Amps
15	ES12H15S	WS-15	28	16	16	215	1	2	64.2	128/64.2
25	ES12H25S	WS-15	28	16	16	250	1	2	90.3	180/90.3

## Selection Tables: Single Phase

## Group 3 – 600 Volt Primary, 120/240 Secondary, 60 Hz



KVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (Inch)	Width (Inch)	Depth (Inch)	Approx. Ship Weight (lbs)	Design Style**	Elec Conn**	Primary Amps	Secondary Amps
15	ES10H15S	WS-15	29	16	16	175	1	4	25	125/62.5
25	ES10H25S	WS-15	29	16	16	265	1	4	41.7	208/104
37.5	ES10H37S	WS-17	31	18	18	340	1	4	62.5	313/156
50	ES10H50S	WS-17	31	18	18	410	1	4	83.3	416/208
75	ES10H75S	WS-29	44	23	21	655	1	4	125	625/313
100	ES10H100S	WS-29	44	23	21	750	1	4	167	833/417
157	ES10H167S	WS-16	46	26	24	990	1	4	275	1367/683

Group 4 – Export 195/230/238/220/380/400/415/440 Volt Primary, 110/230 Secondary, 50/60 Hz  
 Export 200/238/—/230/400/415/—/460 Volt Primary, 115/230 Secondary, 50/60 Hz  
 Export 208/—/—/240/415/—/—/480 Volt Primary, 120/240 Secondary, 60 Hz only



KVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (Inch (mm))	Width (Inch (mm))	Depth (Inch (mm))	Approx. Ship Weight – (lbs (kg))	Design Style**	Elec Conn	Primary Amps @ 220/440 V	Secondary Amps
15	ES14-15S	WS-15	29 (711.2)	16 (406.4)	16 (406.4)	210 (95.23)	1	3	69.3/34.1	136.4/68.2
25	ES14-25S	WS-15	29 (711.2)	16 (406.4)	16 (406.4)	295 (129.23)	1	3	113.6/56.8	227.3/113.6

## Notes:

\* Weather shields (set of two) must be ordered separately.

\*\* Design Style and Electrical Connections can be found on pages 100-200.

## Selection Tables: Three Phase

## Group A: 480 Volt Δ Primary, 208/120 Secondary, 60 Hz



KVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (Inch)	Width (Inch)	Depth (Inch)	Approx. Ship Weight (lbs)	Design Style**	Elec Conn**	Primary Amps	Secondary Amps
15	ET3H15***	WS-22	23	19	14	167	1	5	18.1	41.7
	ET3H15S									
30	ET3H30***	WS-14	28	23	16	262	1	5	36.1	80.4
	ET3H30S									
45	ET3H45***	WS-14	28	23	16	376	1	5	54.2	121.0
	ET3H45S									
75	ET3H75***	WS-32	34	29	19	668	1	5	90.3	206.0
	ET3H75S									
112.5	ET3H112S	WS-32	34	29	22	768	1	5	136.0	313.0
150	ET3H150S	WS-12	44	33	21	933	1	5	181.0	417.0
225	ET3H225S	WS-11	46	36	24	1342	1	5	271.0	625.0
300	ET3H300S	WS-11	46	36	24	1595	1	5	361.0	834.0
500	ET3H500S	WS-12	66	45	26	2460	1	5	600.0	1360.0

Selection Tables: Three Phase

Group I: 800 Volt Δ Primary, 480Y/277 Secondary, 60 Hz



kVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (Inch)	Width (Inch)	Depth (Inch)	Ship Weight Approx. (lbs)	Design Style**	Elec. Conn.**	Primary Amps	Secondary Amps
15	ET71H15S	WS-02	22	18	14	154	1	14	14.5	15.1
30	ET71H30S	WS-14	28	22	16	262	1	14	28.0	30.1
45	ET71H45S	WS-14	28	23	16	380	1	14	43.4	54.2
75	ET71H75S	WS-30	34	28	22	560	1	14	72.8	90.3
112.5	ET71H112S	WS-30	34	28	22	770	1	14	108.2	135.3
150	ET71H150S	WS-10	44	33	21	933	1	14	144.3	180.4

Group J: 480 Volt Δ Primary, 300Y/220 Secondary, 60 Hz



kVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (Inch)	Width (Inch)	Depth (Inch)	Ship Weight Approx. (lbs)	Design Style**	Elec. Conn.**	Primary Amps	Secondary Amps
15	ET75H15S	WS-02	22	18	14	160	1	7	18.1	22.8
30	ET75H30S	WS-14	28	23	16	292	1	7	36.1	45.6
45	ET75H45S	WS-14	28	23	16	380	1	7	54.2	68.4
75	ET75H75S	WS-30	34	28	22	560	1	7	81.3	114.6
112.5	ET75H112S	WS-30	34	28	22	770	1	7	121.9	150.5
150	ET75H150S	WS-10	44	33	21	933	1	7	162.4	207.9

Group K: 480 Volt Δ Primary, 208Y/120 Secondary, 60 Hz, Copper-Wound



kVA	Catalog Number	NEMA 3R Weather Shield*	Height (Inch)	Width (Inch)	Depth (Inch)	Ship Weight Approx. (lbs)	Design Style**	Elec. Conn.**	Primary Amps	Secondary Amps
15	ET2H1500U	WS-02	22	18	14	200	1	5	18.1	41.7
30	ET2H3000U	WS-14	28	23	16	265	1	5	36.1	83.4
45	ET2H4500U	WS-14	28	23	16	445	1	5	54.2	125.0
75	ET2H7500U	WS-30	34	28	22	540	1	5	81.3	216.0
112.5	ET2H11200U	WS-30	34	28	22	800	1	5	121.9	313.0
150	ET2H15000U	WS-10	44	35	21	970	1	5	162.4	412.0
225	ET2H22500U	WS-11	46	36	24	1305	1	5	271.0	625.0
300	ET2H30000U	WS-11	46	36	24	1315	1	5	361.0	834.0
500	ET2H50000U	WS-12	65	45	25	2460	1	5	600.0	1380.0

Notes:

- \* Weather shield (out of two) must be ordered separately.
- \*\* Design Style and Electrical Connections can be found on pages 204-206.

11.- Salas eléctricas prefabricadas, tipo container

