

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO EN  
10KV/4.16KV/0.48KV PARA UN CENTRO MINERO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**NAVARRO ALLCCA, JORGE LUIS**

**PROMOCIÓN 2009 - I**

**LIMA - PERU**

**2012**

**Dedicatoria:**

A mis padres, **Juan y Basilia**, por todo su cariño, dedicación y esfuerzo por mí,  
A mis hermanos, Jhon, José y Miguel, por haber estado conmigo en todo momento,  
Y a toda mi familia por su apoyo.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b>	03
1.1 Generalidades	03
1.2 Objetivos	04
1.3 Alcances	05
1.4 Normas	05
1.5 Parámetros eléctricos del proyecto	07
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	10
2.1 Celda de media tensión	10
2.1.1 Aspecto conceptual de celdas de media tensión	10
2.1.2 Especificaciones técnicas de celdas de media tensión	17
2.2 Transformadores	25
2.2.1 Transformadores de potencia	25
2.2.2 Especificación técnica de transformadores de potencia	31
2.3 Centro de control de motores	36
2.3.1 Aspecto conceptual de un centro de control de motores	36
2.3.2 Sistema eléctrico de potencia	41
2.3.3 Sistema de control industrial	49
2.3.4 Especificaciones técnicas	51
2.4 Banco de condensadores de baja tensión 480 V	57
2.5 Cables eléctricos	62
2.5.1 Cables de media tensión para 10 kV	62

## II

2.5.2	Cables de fuerza de baja tensión	62
2.5.3	Cables de alumbrado y tomacorrientes	63
2.6	Salas eléctricas	63
<b>CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL CENTRO MINERO</b>		<b>65</b>
3.1	Descripción del proyecto	67
3.2	Requerimientos y consideraciones generales	70
3.3	Descripción del proceso	73
3.3.1	General	73
3.3.2	Chancado Primario	74
3.3.3	Molienda (SAG)	74
3.3.4	Molienda con molino de bolas	74
3.3.5	Espesamiento de pre-lixiviación	75
3.3.6	Lixiviación	76
3.3.7	Lavado de solución, decantación en contracorriente (CCD)	77
3.3.8	Clarificación de solución rica	77
3.3.9	Merrill Crowe	79
3.3.10	Planta Doré	79
3.4	Estructura de trabajo (EDT)	80
3.5	Planos de ingeniería básica	81
<b>CAPITULO IV: SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>		<b>82</b>
4.1	Calculo de la máxima demanda	83
4.2	Sala Principal 10 kV	93
4.3	Subestación y sala eléctrica de Limpieza, Detoxificación, Molienda & Espesadores	96

### III

4.4	Subestación y sala eléctrica de Lixiviación & CCD	108
4.5	Subestación y sala eléctrica de Tanques de almacenamiento, Planta doré & Compresores	114
4.6	Subestación y sala eléctrica de Reactivos & planta de oxígeno	120
4.7	Subestación y sala eléctrica de Chancadora y presa de agua	125
4.8	Subestación y sala eléctrica de Transferencia de la Torre	130
4.9	Subestación y sala eléctrica de Laboratorio y Agua potable	135
4.10	Subestación y sala eléctrica de Central Térmica	141
4.11	Calculo de conductores	143
4.11.1	Selección del conductor por capacidad de corriente	143
4.11.2	Selección del conductor por caída de tensión	146
4.11.3	Cálculos eléctricos	148
	<b>CAPITULO V: EVALUACIÓN DE COSTOS</b>	<b>156</b>
5.1	Cuadro de costos	156
	<b>CONCLUSIONES</b>	
	<b>RECOMENDACIONES</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>PLANOS</b>	
	<b>APÉNDICE</b>	

## PRÓLOGO

El presente informe plantea una parte del proyecto de un centro minero, que es la selección del equipamiento eléctrico del mismo. Dicho centro minero se ubica en el sur del Perú en el Departamento de Ayacucho. El informe se ha estructurado en (5) capítulos que a continuación se detallan.

En el capítulo 1, **Introducción**, se establece el objetivo, alcance, las normas y los parámetros eléctricos del presente informe de suficiencia.

En el capítulo 2, **Marco Teórico**, se establece la teoría necesaria y las definiciones relacionadas con los equipos eléctricos.

En el capítulo 3, **Descripción del centro minero**, se describe el proyecto con las condiciones del sitio; también se hace una descripción del proceso productivo donde se identifican las cargas eléctricas que se emplearán en el centro minero y las cuales serán la referencia para determinar los equipamientos eléctricos, los cuales son analizados, técnica y

económicamente, para seleccionar la mejor alternativa para el presente proyecto.

En el capítulo 4, **Selección del equipamiento eléctrico**, se establecen los parámetros de selección, así como el cálculo de la máxima demanda del proyecto, para seleccionar el equipamiento eléctrico como: Celdas de media tensión, subestaciones, centro de control de motores, banco de condensadores, grupo de emergencia y salas eléctricas.

En el capítulo 5, **Evaluación de costos**, se detalla los costos de suministro, que involucra los equipos y la instalación propiamente del proyecto.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 Generalidades**

La minería es uno de los sectores más importantes de la economía peruana y representa normalmente más del 50% de las exportaciones peruanas con cifras alrededor de los 4 mil millones de dólares al año. Por su propia naturaleza la gran minería constituye un sector que genera grandes movimientos de capital más no de mano de obra. La minería se ha vuelto tan importante que desde el año 1993 el Perú ha duplicado su producción de minerales.

Los principales minerales que exporta nuestro país son: cobre, oro, hierro, plata, zinc y plomo entre otros. Actualmente todos ellos son fuertemente demandados como insumos para procesos industriales de alto nivel tecnológico.

El Perú es un país de tradición minera. Durante la época de la colonia se explotaron las minas de plata de Potosí (Hoy Bolivia) y las minas de azogue de Santa Bárbara (Huancavelica). El azogue es conocido hoy como el mercurio y fue en su momento indispensable para la separación de la plata. Diversas

fuentes coinciden que los minerales provenientes de estas minas permitieron la supervivencia y el desarrollo de Europa.

En el Perú, la explotación en Cerro de Pasco (Pasco) comenzó en 1905 y en 1922 se inauguró el complejo metalúrgico de la Oroya (Junín). En los años noventa se otorgaron numerosas concesiones mineras como parte de la política de apertura de mercados del gobierno de Alberto Fujimori. Actualmente las mayores explotaciones de cobre se registran en Cuajone (Moquegua), Toquepala (Tacna), Cerro Verde (Arequipa) y Tintaya (Cuzco). Cerro de Pasco y sus inmediaciones continúan extrayendo zinc, el plomo y la plata. Marcona (Ica) con hierro y San Rafael (Puno) con estaño. Con respecto al oro, Yanacocha y Sipán (Cajamarca), Pierina (Ancash) y Santa Rosa (La Libertad) constituyen las mayores explotaciones.

El Perú posee el 16% de las reservas de minerales conocidas, incluyéndole 15% de las de cobre y el 7% de las de zinc. Se estima que hasta el día de hoy el Perú únicamente ha extraído el 12% de sus recursos minerales y que con tecnología adecuada puede triplicar su actual producción, especialmente en metales básicos. Los principales demandantes de oro son Estados Unidos, Suiza y Reino Unido. Así, desde 1990 las extracciones en el Perú se han incrementado en un 500%.

## **1.2 Objetivo**

Seleccionar el equipamiento eléctrico para dotar de energía eléctrica a un centro minero para la producción de Dore de oro.

### **1.3 Alcance**

El alcance del informe de suficiencia comprende la selección de los siguientes equipos y materiales eléctricos: Celdas de Media tensión, Transformadores de potencia, centro de control de motores, banco de condensadores, conductores eléctricos en media tensión 10 kV, conductores eléctricos en baja tensión 0.48 kV y estimados de costos

No se ha considerado para este informe los siguientes equipos y componentes eléctricos de la planta correspondientes a: Subestación principal, campamentos de empleados, instalaciones de la mina, planta de relaves, planta presa de agua, transmisión de la energía eléctrica dentro de la planta de procesos y otras facilidades, así como los sistemas de aterramiento, iluminación, protección contra descargas atmosféricas, sistemas de canalización.

### **1.4 Normas**

#### **1.4.1 Códigos**

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

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

### **1.4.2 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

### **1.4.3 Estándares**

El diseño y la construcción eléctrica serán conforme a los requerimientos de las normas o regulaciones de autoridades locales incluyendo el Código Nacional de Electricidad (CNE). En caso se presente conflicto entre requerimientos y estándares, prevalecerá la más estricta

Adicionalmente, los equipos, materiales, componentes y funciones eléctricas serán diseñados, contruidos, clasificados, probados y funcionarán de acuerdo con los últimos estándares, requerimientos, recomendaciones y guías 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
- IESNA Illuminating Engineering Society of North America

- IEC            Comisión Electrotécnica Internacional
- 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.

## **1.5 Parámetros eléctricos**

### **1.5.1 Resistencia de equipos a cortocircuitos**

- Nivel de media tensión            10 kV, 20 kA, 1 s.
- Nivel de baja tensión              0.48 kV, 36 kA, 1 s.

Los valores mostrados deberán ser verificados en el estudio de cortocircuito.

### **1.5.2 Nivel básico de aislamiento**

Los valores a considerarse para el nivel de aislamiento del equipamiento eléctrico (de acuerdo a IEC 2006 60071-1) se listan a continuación:

#### **1.5.2.1 Aislamiento externo en 10 kV**

- Tensión de sostenimiento a impulso 1.2/50  $\mu$ s            : 95 kV.
- Tensión de sostenimiento a 60 Hz, 60 s                        : 28 kV.

### **1.5.3 Tensiones nominales de utilización**

#### **1.5.3.1 Suministro de energía**

Las características eléctricas del suministro de energía se mencionan a continuación:

- Tensión media tensión                      10 kV, trifásico.
- Tensión media tensión                      4.16 kV, trifásico.
- Tensión baja tensión                        0.48 kV, trifásico.
- Frecuencia                                      60 Hz.
- Regulación de frecuencia: La frecuencia del sistema será entre los límites + 1%, - 1% de 60 Hz como base, bajo condiciones normales.

#### **1.5.3.2 Suministro de energía de respaldo**

Para las cargas esenciales que serán definidas en el proyecto, se prevé suministro de energía de respaldo compuesto por un sistema de grupos generadores que trabajarán en régimen de operación de emergencia.

#### **1.5.3.3 Rango de cargas preferidas**

Los siguientes voltajes serán clasificados como voltajes en corriente alterna para utilización de equipos, los cuales serán preferiblemente restringidos a los rangos de carga indicados.

- 460 V, 60 Hz, trifásico;
- 220 V, monofásico para cargas menores, incluyendo iluminación y tomacorrientes;

#### **1.5.3.4 Niveles de tensión de utilización**

- Motores de 0.5 HP hasta 400 HP : 460 Vac.
- Máquinas de soldar : 460 Vac.
- Iluminación y tomacorrientes : 220 Vac.

#### **1.5.3.5 Límites de calidad de suministro**

- El rango normal de variación de tensión : +5%, - 5%.
- Caídas de tensión al arrancar el motor más grande : 15 %.
- Factor de potencia propuesto : 0.95.

#### **1.5.4 Corrección de la capacidad de los equipos eléctricos**

La instalación de mayor altitud está por encima de los 4000 m sobre el nivel del mar, por lo tanto la capacidad de los equipos eléctricos será corregida por altitud.

## **CAPITULO II**

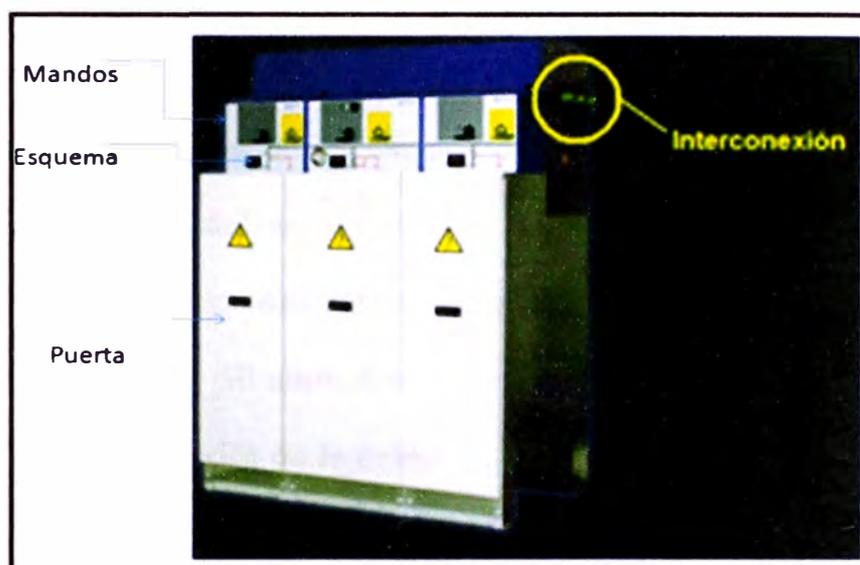
### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Celda de media tensión**

##### **2.1.1 Aspecto conceptual de celdas de media tensión**

###### **2.1.1.1 Elementos.**

En los centros de transformación cerrados, lo más usual es disponer de los distintos elementos tanto de media como de baja tensión, en módulos independientes cubiertos de paredes ignífugas. Estos módulos reciben el nombre de celdas modulares. Existe una gran diversidad de celdas en el mercado dependiendo de la función que desempeñen dentro de la instalación o de su forma constructiva. El uso de estos elementos supone una gran comodidad tanto a la hora de ejecutar la instalación como a la hora de desarrollar posibles ampliaciones o modificaciones e incluso a la hora de realizar maniobras o revisiones, esto se debe a su capacidad para interconectarse libremente unas con otras y al reducido espacio físico que ocupan.



**Figura 2.1.** Partes de una celda de media tensión.

#### **A. Base y frente**

Básicamente se trata de la parte inferior y la parte delantera de la celda. En la parte superior del frente se encuentra el esquema eléctrico de la propia celda, en muchas ocasiones podremos realizar la maniobra desde el propio frente sin necesidad de acceder al interior de la celda. Un poco más abajo se encuentra la puerta desde la que se puede acceder al interior de la celda, en la cara exterior de la puerta se pueden observar las señalizaciones óptica, los accesos de los cables y fusibles. En el interior de las celdas se dispone una pletina de cobre que supone el punto de conexión a tierra de todas las masas metálicas de la celda.

**B. Cuba**

En ella se depositan los elementos de protección, el embarrado y el elemento extintor del arco eléctrico. Su sellado permite eliminar el mantenimiento del elemento extintor durante periodos de tiempo que en ocasiones superan los 30 años. Cuenta con un sistema de evacuación de gases por la parte anterior de la celda.

**C. Interconexión**

Se trata de las clavijas que permiten la interconexión entre celdas, las cuales se sitúan en la parte lateral de la celda. Este elemento está compuesto por tres adaptadores elastoméricos que permiten una cómoda conexión de las celdas entre sí sin necesidad de reponer el elemento extintor. Una vez conectadas las celdas mediante este sistema, tan solo es necesario dar continuidad al sistema de tierras y afianzar la unión mecánica mediante tornillos y otros elementos.

**D. Paneles de mando**

En la parte superior frontal de la celda se dispone de un esquema sinóptico del circuito principal, desde ahí, se pueden realizar las maniobras básicas de conexión, desconexión, medida... de la propia celda, así como comprobar su correcto funcionamiento mediante la visualización de señalizadores visuales.

### 2.1.1.2 Tipos constructivos.

#### A. Celdas de obra civil:

Son características de los Centros de transformación (CT) convencionales, están construidas mediante tabiques de obra civil a modo de separadores, cubriéndose el frente mediante una tela metálica abatible. Actualmente este tipo de celdas ha caído en desuso al igual que los CT convencionales, debido a las ventajas de montaje que ofrecen los centros de transformación prefabricados.



**Figura 2.2.** Celda de media tensión de construcción civil.

#### B. Celdas modulares con aislamiento al aire:

Reciben el nombre debido a que el medio que utilizan para la extinción del arco eléctrico es el propio aire. Son celdas prefabricadas de tipo modular que mejoraron notablemente las condiciones de montaje de las celdas de obra civil, además, proporcionaban a la aparamenta una

mayor estanqueidad que las protege de la incidencia de agentes externos como el polvo o la suciedad.

**C. Celdas modulares de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>):**

Físicamente son muy parecidas a las celdas modulares con aislamiento al aire, la principal diferencia con este tipo de celdas es que no usan el aire para extinguir el arco, si no que usan un tipo de gas con unas propiedades aislantes muy buenas: el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Este tipo de gas debe ser cambiado cada cierto tiempo, por lo que este tipo de celdas incorporan un abatimiento posterior para ello.

Evidentemente son más costosas que las celdas con aislamiento al aire, pero sus propiedades dieléctricas han hecho de este tipo de celdas las más utilizadas en la actualidad.

**2.1.1.3 Clasificación según su función.**

**A. Celda de línea.**

Podrá ser de entrada o salida y dependiendo de ese factor, su función será la de recibir los cables de la acometida o darlos salida hacia otros centros de transformación. La aparamenta que suelen incorporar suele ser un seccionador de corte omnipolar y que constituye el elemento de corte de la instalación.

**B. Celda de protección general:**

Se suele ubicar justo a continuación de la celda de entrada y su misión es la de proteger el resto de la instalación de posibles anomalías. Esta función la puede realizar de dos maneras, mediante fusibles o utilizando un interruptor automático especial para media tensión.

**C. Celda de medida:**

En su interior alberga, normalmente, un transformador de tensión y otro de intensidad, que reducen respectivamente los valores de tensión e intensidad hasta valores aptos para los equipos de medida, una vez hecho esto, se deriva desde este punto al contador a instalar en el correspondiente armario de medida.

**D. Celda de protección individual de cada transformador:**

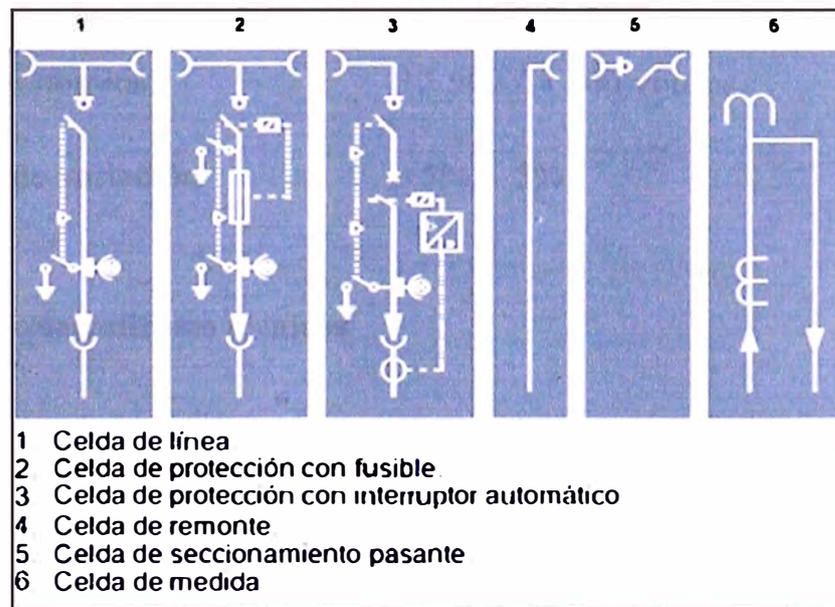
Es en realidad igual que una celda de protección habitual. Se usa en aquellos centros de transformación con más de un transformador, debiendo disponerse de una por cada uno de estos elementos sirviendo las mismas de protección individual a cada uno.

**E. Celda de seccionamiento pasante:**

Se usa en aquellos casos en los que se quiere seccionar o aislar parte de la instalación del propio CT.

**F. Celda de remonte:**

Permite subir los cables hasta el embarrado, dotándolos de una mayor protección mecánica.



**Figura 2.3.** Diagrama de celda según su función.

## **2.1.2 Especificaciones técnicas de celdas de media tensión**

### **2.1.2.1 Requerimientos de diseño**

La Celda de Media Tensión serán apropiadas para operar en un sistema distribución de 12,500 V, tres fases, 60 Hz, con el neutro aislado y 4 160 V, tres fases, 60Hz con neutro a tierra con resistencia.

La celda y sus componentes: seccionadores y accesorios deberán ser diseñados y construidos para una tensión máxima de 15 000 y 5 000 Voltios para operar con los siguientes valores de tensión a 4,800 m.s.n.m.

- Tensión nominal : 12 500 / 4 160 voltios.
- Rango de variación : +5%, - 5%.

### **2.1.2.2 Requerimientos técnicos**

#### **A. Requerimientos Generales**

Las celdas serán fabricadas para uso exterior. Las celdas de llegada, de reserva y de transformación serán conectadas a un sistema trifásico de 12,500 y 4,160 V 3 fases, 3 hilos, 60Hz, con el neutro aislado y resistencia de puesta a tierra respectivamente.

Toda la construcción será metálica a partir de perfiles angulares y planchas dobladas y/o soldadas, adecuadas para soportar los esfuerzos electromecánicos generados por las corrientes de cortocircuito y/o los movimientos sísmicos de la zona.

La celda será apropiada para uso exterior a prueba de lluvia, hielo y polvo. Donde sea necesario, se incluirá la adecuación y previsión para interconectar las barras con otras celdas existentes.

La celda estará prevista para la conexión a cajuela de transformador. Antes del diseño de fabricación de la celda, se deberá verificar en campo las dimensiones y detalles necesarios para garantizar un acoplamiento seguro de las celdas.

## **B. Características Nominales**

Las capacidades nominales serán las siguientes:

**Tabla 2.1.** Características Nominales.

Corriente Nominal	(*)	Amp.
Tensión Nominal	12.500/4.16	kV [Delta] / [Estrella]
Máxima Tensión	15 / 5	kV
HV BIL	125 / 95	kV

Estas capacidades nominales deberán ser diseñadas por el fabricante para asegurarse de que sean efectivas a 4 800 m.s.n.m.

## **C. Gabinete**

Las celdas serán del tipo Metal Clad, de salida única; es decir que solamente alojará un equipo de maniobra o transformación y sus respectivos elementos complementarios y/o accesorios.

Las celdas recibirán el alimentador por la parte inferior conectando directamente el seccionador o equipo de maniobra y/o protección. Las celdas serán estructuradas para acoplarse a la celda existente en caso sea necesario. Estará equipada con seccionador de potencia con fusibles

Dimensiones aproximadas:

- Ancho : 1 000 mm
- Profundidad : 2 700 mm
- Altura : 2 800 mm

El diseño de la celda será tal que soporte movimientos sísmicos según 3.0 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 el adecuado anclaje de la celda.

La celda y sus componentes deberán ser diseñados y construidos para los siguientes valores nominales efectivos a 4,800 m.s.n.m.:

**Tabla 2.2. Características Nominales.**

Voltaje nominal	12,500 / 4.16 kV
Nivel básico de asilamiento (BIL)	125kV / 95 kV
Sobre tensión a frecuencia industrial	50kV / 38 kV
Barras	Según Unifilar.
Poder de ruptura simétrico	36 kA

Las celdas serán del tipo autosoportado, y estará formada por paneles metálicos verticales completamente cerrados, de montaje en el piso, de frente muerto, accesible por el frente y ensamblado de modo que sus comportamientos formen una unidad rígida.

La estructura y paneles 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.

Será a prueba de polvo, lluvia y hielo. Podrá ser de cerramiento exterior NEMA 1 pero deberá estar alojada dentro de cabina que la proteja de los efectos indicados.

#### **D. Seccionador de Potencia**

El seccionador será tripolar, para apertura con carga, con mecanismo para operación manual desde el exterior.

El mecanismo de accionamiento será a base de enlaces metálicos articulados con sistema de resorte de uso pesado para la acción propiamente dicha de apertura y cierre del seccionador.

La velocidad de apertura y cierre debe ser independiente de la fuerza del operador y deberá ser imposible detener las cuchillas del seccionador en cualquier posición intermedia en la carrera de su recorrido.

El seccionador estará equipado con contactos principales y de arco para proveer máxima capacidad de resistencia para las operaciones de cerrar con falla y apertura con carga.

#### **E. Interruptor de Potencia**

El interruptor será tripolar en vacío de ejecución extraíble, con un mecanismo de operación de accionamiento frontal. Estará equipado con un mecanismo de cierre y disparo por almacenamiento de energía, que cargue el resorte de disparo durante la operación de cierre, permitiendo que el interruptor sea usado para rápidos re-cierres. El resorte deberá poder ser cargado manualmente para casos de emergencia o durante mantenimiento.

#### **F. Relé de Protección**

La celda será suministrada con relé de protección según se indica en el esquema unifilar y en ésta especificación. Deberá incluir las funciones de protección temporizada de sobrecorriente de fases, instantánea de sobrecorriente de fases y contra fallas a tierra (ANSI 50/51 y 50/51G o 50/51N)

## **G. Medidor Multifunción**

Donde se indique en los planos se incluirá un sistema de medición cuyos medidores se alojarán en la puerta abisagrada. Deberá operar con tensión de suministro autoregulada entre 120 y 600 VAC.

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 -25°C y 25°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.

## **H. Barras**

Las celdas serán del tipo Metal Clad, de salida única; es decir que solamente alojará un equipo de maniobra o transformación y sus respectivos elementos complementarios y/o accesorios Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y de capacidad suficiente.

Las barras deberán ser montadas en aisladores soporte de poliéster reforzado con fibra de vidrio u otro material equivalente y deberán ser fijadas para soportar los esfuerzos electrodinámicos producidos por una corriente simétrica de corto circuito no menor a la que pueden soportar los contactores.

Barras de Tierra; se deberá prever la colocación, a lo largo de la celda, de una barra de tierra de cobre electrolítico. Esta barra incluirá las previsiones para la conexión de la celda al sistema de puesta a tierra de la subestación.

#### **I. Calefactores**

En cada celda se instalarán calefactores, anti-condensación de la capacidad adecuada, controlados por un termostato regulable. Los calefactores de cada panel deberán ser alimentados por un mismo circuito independiente, adecuadamente protegido e identificado.

La fuente de alimentación será externa a la tensión de 230 VAC, una fase, 60 Hz y será provista desde los tableros de servicios

#### **J. 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 ANSI 61. Cada capa aplicada deberá tener un espesor mínimo de 2.0 Mills.

#### **K. Pruebas**

La celda y todos los componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables listadas en 1.4.

Sin perjuicio de lo indicado en las Normas listadas en 1.4, 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.

## 2.2 Transformadores

### 2.2.1 Transformadores de potencia

#### A. Características generales de los transformadores.

Por lo general, todos los transformadores trifásicos utilizados en los CT reúnen una serie de características comunes independientemente del tipo de transformador que sea. Las características más importantes en este aspecto son:

- **Tensión primaria:** es la tensión a la cual se debe alimentar el transformador, dicho en otras palabras, la tensión nominal de su bobinado primario. En algunos transformadores hay más de un bobinado primario, existiendo en consecuencia, más de una tensión primaria.
- **Tensión máxima de servicio:** es la máxima tensión a la que puede funcionar el transformador de manera permanente.
- **Tensión secundaria:** si la tensión primaria es la tensión nominal del bobinado primario del transformador, la tensión secundaria es la

tensión nominal del bobinado secundario. Este parámetro debe ser un valor de baja tensión, normalmente 400 V entre fases.

- **Potencia nominal:** es la potencia aparente máxima que puede suministrar el bobinado secundario del transformador. Este valor se mide en kilovoltioamperios (KVA), siendo las más usuales de 63, 100, 200, 400 y 630 KVA.
- **Relación de transformación:** es el resultado de dividir la tensión nominal primaria entre la secundaria.
- **Intensidad nominal primaria:** es la intensidad que circula por el bobinado primario, cuando se está suministrando la potencia nominal del transformador. Dicho en otras palabras, es la intensidad máxima a la que puede trabajar el bobinado primario del transformador.
- **Intensidad nominal secundaria:** al igual que ocurría con la intensidad primaria, este parámetro hace referencia a la intensidad que circula por el bobinado secundario cuando el transformador está suministrando la potencia nominal.
- **Tensión de cortocircuito:** hace referencia a la tensión que habría que aplicar en el bobinado primario para que, estando el bobinado secundario cortocircuitado, circule por éste la intensidad secundaria nominal. Se expresa en porcentaje.
- **Grupo de conexión:** indica la forma de conexión del bobinado primario y secundario (estrella, triángulo o zig zag). Se indica mediante dos letras, una mayúscula para el bobinado primario y otra

minúscula para el bobinado secundario, utilizándose las letras que se indican en la siguiente tabla:

- **Índice horario:** representa el desfase existente entre la tensión primaria y la secundaria. Se representa mediante un número obtenido de colocar los vectores de tensión como si fueran las agujas de un reloj.

## B. Transformador trifásico sumergido en aceite

El transformador con cuba de aceite y depósito de expansión es el más utilizado en los centros de transformación. Para hacerlo más funcional, en el propio transformador se incorporan una serie de elementos de control, protección, etc., que lo hacen más práctico y seguro. Estas son las partes constructivas que forman parte del transformador:



**Figura 2.4.** Características Nominales.

- **Pasa-tapas de entrada:** conectan el bobinado primario del transformador con la red eléctrica de entrada a la estación o subestación transformadora.
- **Pasa-tapas de salida:** conectan el bobinado secundario del transformador con la red eléctrica de salida a la estación o subestación transformadora.
- **Cuba:** es un depósito que contiene el líquido refrigerante (aceite), y en el cual se sumergen los bobinados y el núcleo metálico del transformador.
- **Depósito de expansión:** sirve de cámara de expansión del aceite, ante las variaciones de volumen que sufre ésta debido a la temperatura.
- **Indicador del nivel de aceite:** permite observar desde el exterior el nivel de aceite del transformador.
- **Relé Bucholz:** este relé de protección reacciona cuando ocurre una anomalía interna en el transformador, mandándole una señal de apertura a los dispositivos de protección.
- **Desecador:** su misión es secar el aire que entra en el transformador como consecuencia de la disminución del nivel de aceite.
- **Termostato:** mide la temperatura interna del transformador y emite alarmas en caso de que esta no sea la normal.

- **Regulador de tensión:** permite adaptar la tensión del transformador para adaptarla a las necesidades del consumo. Esta acción solo es posible si el bobinado secundario está preparado para ello.
- **Placa de características:** en ella se recogen las características más importantes del transformador, para que se pueda disponer de ellas en caso de que fuera necesaria conocerlas.
- **Grifo de llenado:** permite introducir líquido refrigerante en la cuba del transformador.
- **Radiadores de refrigeración:** su misión es disipar el calor que se pueda producir en las carcassas del transformador y evitar así que el aceite se caliente en exceso.

### **C. Otros tipos de transformadores.**

Además del transformador sumergido en aceite, existen otro tipo de transformadores menos usuales pero que conviene conocer:

#### **C.1. Transformador hermético de llenado integral.**

Es muy parecido al transformador sumergido en aceite, con la única diferencia de no necesita depósito de expansión. Esto se debe a que las paredes del depósito de aceite en este tipo de transformadores, están constituidas por una chapa especial laminada capaces de disipar el calor y

de absorber las variaciones producidas por los cambios de volumen que puedan producirse en el aceite.

Este tipo de transformadores presentan numerosas ventajas respecto a los anteriores, la primera evidente es que, al no necesitar depósito de expansión, sus dimensiones son menores; la segunda se refiere a su mantenimiento, que es bastante más simple y la tercera y principal es que, al no estar el aceite en contacto con el aire, no absorbe humedad conservando así intactas sus propiedades aislantes.

## **C.2. Transformador en seco, encapsulado en resina epoxi.**

Eliminan el aceite como elemento aislante, en su lugar, introducen cada una de las bobinas que componen el transformador en el interior de unas cápsulas de resina epoxi, un material con unas propiedades aislantes magníficas. Este tipo de transformador no se usa demasiado debido a su elevado coste respecto a los anteriores pero lo cierto es que presentan ventajas muy importantes respecto a los transformadores en aceite como que no les afecta la humedad, son muy silenciosos y lo más importante es que, al no tener aceite en su interior, se elimina por completo el riesgo de incendio y explosión.

## **2.2.2 Especificación técnica de transformadores de potencia**

### **2.2.2.1 Requerimientos de diseño.**

El Transformador de Potencia se instalará en la Planta conforme se indica en las Hojas de Datos Técnicos y planos.

El proveedor deberá corregir el equipo por altitud, de acuerdo a los estándares aplicables. Los valores resultantes luego de la corrección serán iguales o mayores que los valores especificados aplicables. El proveedor deberá indicar el método de corrección utilizado.

### **2.2.2.2 Descripción del equipo**

#### **A. General**

El transformador será diseñado para operar en forma continua suministrando la potencia nominal en kVA a las condiciones de temperatura ambiente y elevación especificadas, sin que los arrollamientos excedan la temperatura promedio establecida en las hojas de datos.

Las condiciones de servicio podrán incluir el requerimiento de alimentar cargas constituidas por convertidores. En el caso de un transformador cuya carga sea un convertidor, la potencia nominal kVA del transformador se determinará en base a la frecuencia fundamental de la carga incluyendo el convertidor. El fabricante deberá diseñar el transformador para esa potencia a fin de evitar sobrecalentamientos o pérdidas de capacidad o de

vida debido a los armónicos inducidos por el convertidor y a los efectos de corte por conmutación.

#### **B. Tanque.**

El transformador deberá tener un tanque de plancha de acero soldada.

Las juntas entre los bornes terminales y el tanque del transformador, y las juntas de todas las tapas empernadas que están en contacto con un líquido o gas, deberán ser provistas con empaquetaduras apropiadamente instaladas en cajas de retención y provistas con topes metálicos para controlar la compresión de la empaquetadura. Todas las juntas deberán ser a prueba de intemperie y humedad y herméticas a los líquidos y gases.

#### **C. Líquido Aislante.**

Junto con cada transformador se deberá suministrar una cantidad suficiente de líquido aislante para completar el llenado en campo del tanque, enfriador y radiadores, a su nivel apropiado.

El llenado inicial en fábrica de cada transformador deberá ser hecho bajo pleno vacío. Excepto cuando el transformador no pueda ser embarcado con su plena dotación de líquido aislante, el líquido aislante requerido para el relleno en campo, deberá ser embarcado en carros o camiones tanque, contenedores, o cilindros a criterio del cliente. A no ser que se

indique de otro modo en la hoja de datos, el fabricante deberá suministrar todos los contenedores requeridos para el embarque del líquido aislante. Estos contenedores deberán ser limpiados y secados antes del llenado. Los cilindros deberán ser nuevos y no reusados. Todos los contenedores requeridos para el embarque deberán ser no retornables. El embarque de líquido aislante por camiones o trenes deberá ser inventariado para el suministro conforme se indica en la hoja de datos o al acuerdo entre el comprador y el vendedor.

#### **D. Preservación del Líquido Aislante.**

El sistema de preservación del líquido aislante podrá ser mediante tanque sellado con gas inerte a presión, sistema con tanque de expansión del líquido sellado mediante un diafragma al interior, o tanque sellado con un colchón de aire.

#### **E. Refrigeración**

Se puede requerir transformadores con solo ventilación natural, o se puede requerir ventilación natural y forzada con incremento adicional de potencia, o previsión para la instalación futura de la ventilación forzada.

**F. Núcleo.**

Los núcleos serán de fierro silicoso de grano orientado, laminado en frío, de alta permeabilidad. Las láminas del núcleo deberán ser convenientemente apiladas y prensadas, y libres de rebabas en los bordes y esquinas. Cada hoja deberá tener un tratamiento aislante en su superficie o revestimiento para proporcionar la necesaria resistencia de inter-laminación. Los núcleos deberán ser ensamblados y rígidamente prensados para asegurar una adecuada resistencia mecánica para soportar los arrollamientos y prevenir desplazamiento de las láminas durante el embarque, y también reducir las vibraciones a un mínimo bajo condiciones de operación.

**G. Arrollamientos.**

Los arrollamientos deberán ser de cobre y diseñados para resistir las pruebas de tensión y cortocircuito de acuerdo con las Normas. Las bobinas deberán ser construidas, conformadas y fijadas de modo que permitan las expansiones y contracciones debido a los cambios de temperatura sin que se produzca abrasión en su aislamiento. Cada arrollamiento deberá tener protección adicional contra las perturbaciones anormales en las líneas.

**H. Conmutador en vacío.**

Cada transformador deberá ser equipado con un conmutador externamente operado, con plena capacidad en todos sus taps para ser operado con el transformador desenergizado. La rueda o manija del conmutador deberá estar montado fijado a la tapa del transformador o en una de las caras laterales del tanque, según las normas de fabricación adoptada, a una altura conveniente de operación desde el piso. Los contactos y el conmutador deberán ser capaces de soportar la plena corriente de cortocircuito del transformador sin daño. El instrumento de indicación y el dial indicador de posición deberán ser accesibles desde el nivel del piso.

**I. Pintura y acabado.**

En general, la preparación de la superficie y pintura estarán de acuerdo con la especificación de pintura del fabricante. La capa del acabado exterior será ANSI 61 gris claro y el acabado interior será un color claro a menos que se especifique otra cosa por parte del comprador. El fabricante incluirá en su cotización una descripción completa del sistema de pintado propuesto. Si se encontrara disponible un sistema de pintura Premium para mejorar la protección contra la corrosión, se podrá presentar una cotización y descripción alternativa.

## **2.3 Centro de control de motores**

### **2.3.1 Aspecto conceptual de un centro de control de motores**

Los CCM son tableros eléctricos que alimentan, controlan y protegen circuitos cuya carga esencialmente consiste en motores y otras cargas eléctricas, que usa principalmente contactores o arrancadores como componentes de control, además estará diseñado para satisfacer los requerimientos de la Industria, minería e Industria Ligera.

Los centros de control de motores CCM están destinados al control y protección centralizada de los motores, por tanto comprenden los aparatos relacionados con la operación coordinada de maniobra y protección (unidad funcional autónoma) y aquellos auxiliares de control y señalización

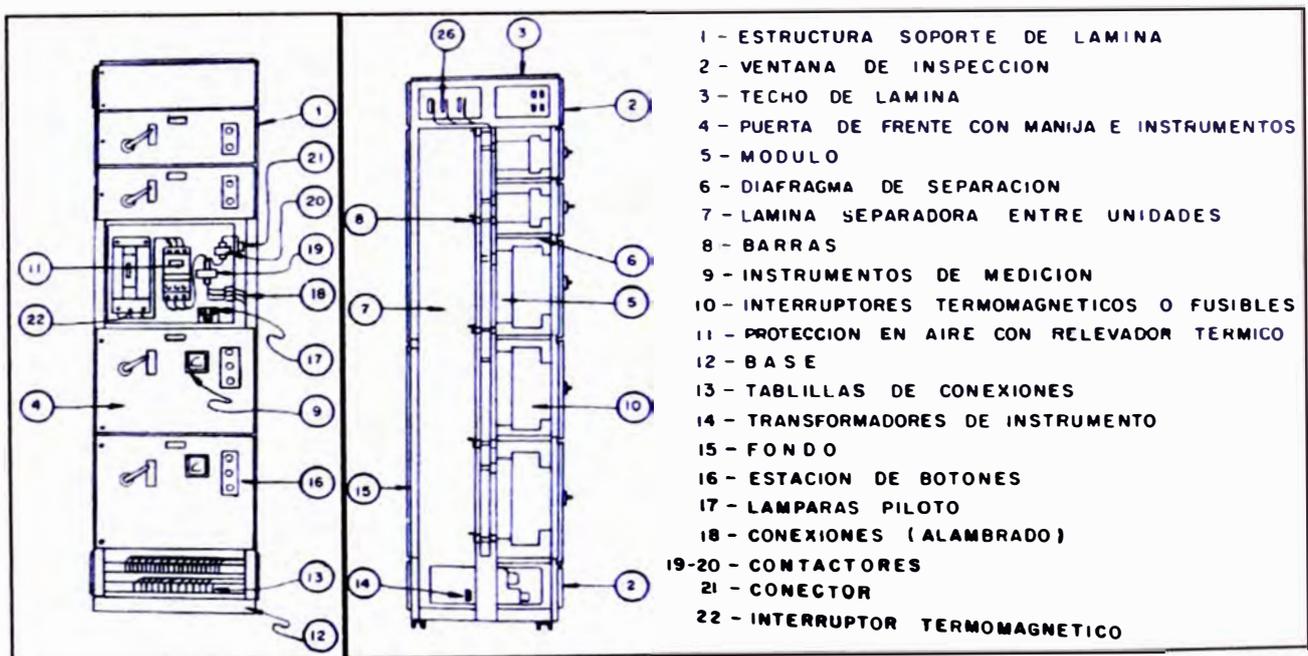
#### **2.3.1.1 Disposición de equipos en un CCM**

La mayoría de los MCC están equipados con un aeroducto vertical en el lado derecho de cada sección que se extiende sobre toda la altura. El alambrado de control y de carga es accesado a través de la puerta. Se proporcionan soportes a intervalos para sujetar el alambrado y los cables.

Establecimos que la estructura distribuye la energía eléctrica a las unidades individuales utilizando un sistema de bus vertical y horizontal. El bus horizontal proporciona una distribución de energía trifásica a partir del suministro principal de energía eléctrica. El bus vertical en cada

sección está conectado al bus horizontal. Dispositivos de sujeción y barreras aislantes se proveen para proteger contra corrientes de falla.

En la siguiente figura podemos apreciar cómo están distribuidos los equipos electromecánicos dentro de un CCM



**Figura 2.5.** Disposición de equipos electromecánicos

### 2.3.1.2 Grado de protección

El grado de protección de los tableros se define mediante el índice de protección IP seguido de tres dígitos que indican: IPxy, el primero protección contra contactos sólidos externos, el segundo protección contra penetración de líquidos.

**Tabla 2.3. Grados de Protección**

PRIMER DÍGITO	GRADO DE PROTECCIÓN POLVO DESCRIPCIÓN	SEGUNDO DÍGITO	GRADO DE PROTECCIÓN AL AGUA DESCRIPCIÓN
0	No protegido	0	No protegido
1	Protegido contra objetos sólidos de diámetro $\geq 50$ (mm)	1	Protegido contra goteos que descienden verticalmente.
2	Protegido contra objetos sólidos de diámetro $\geq 12,5$ (mm).	2	Protegido contra goteos que descienden verticalmente cuando la cubierta esta inclinada hasta 15°
3	Protegido contra objetos sólidos de diámetro $\geq 2,5$ (mm)	3	Protegido contra agua pulverizada.
4	Protegido contra objetos sólidos de diámetro $\geq 1$ (mm)	4	Protegido contra salpicaduras de agua
5	Protegido contra suciedad.	5	Protegido contra chorros de agua a presión
6	Hermético contra suciedad	6	Protegido contra chorros de agua a presión de alta potencia.
		7	Protegido contra efectos de inmersión temporal en agua.
		8	Protección contra los efectos de continuas inmersiones en agua

### 2.3.1.3 Clasificación de los CCM

Los CCM se suministran de fábrica con alambrado tipo A, B o C y como ensamble Clase I o Clase II.

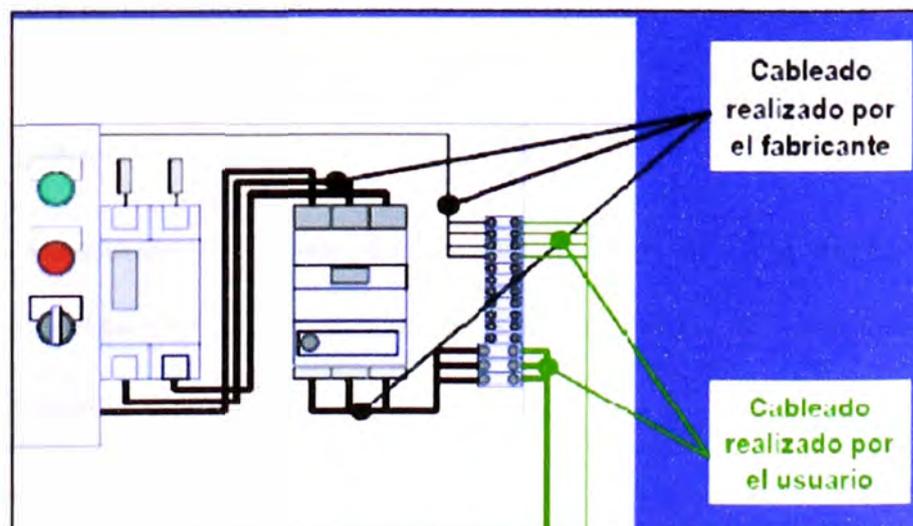
Cada clase se debe suministrar con diagramas normalizados o los solicitados por el cliente.

- **Clase I:** CCM con unidades cuyo alambrado es Independientes uno de otro, es decir no existen inter - alambrados entre unidades.

- **Clase II:** CCM con unidades cuyo alambrado interactúa con el de otras unidades, es decir existen interalambrados entre unidades, con el fin de tener un sistema de control completo con enlaces, bloqueos y secuencias.

Así mismo dentro de esta clasificación se tienen tres tipos:

- **Tipo A:** Las unidades no incluyen bornes terminales, es decir, el alambrado es de terminal a terminal de los dispositivos. (Solo en Clase I).
- **Tipo B:** Las unidades incluyen bornes terminales en dos modalidades (Tipo BD: Únicamente bornes para control, Tipo BT: Incluye bornes de Control y Fuerza)
- **Tipo C:** Emplea unidades con alambrado tipo B, las cuales son alambradas de fábrica hasta un compartimento con bornes terminales maestros en la parte superior o inferior de cada sección vertical



**Figura 2.6.** Unidad funcional: Clase I, Cableado: Tipo B-T

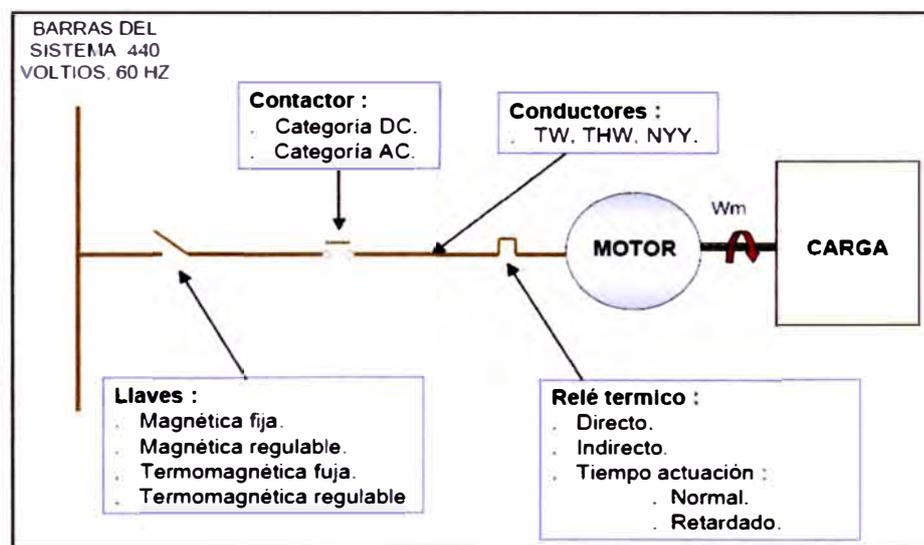
#### **2.3.1.4 Consideraciones para el diseño de los CCM**

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Elaborar una lista de los motores que estarán contenidos en el CCM indicando para cada motor: Potencia en HP o KW, Voltaje de operación, Corriente nominal a plena carga, Forma de arranque, (Tensión plena o a tensión reducida), Lámparas de control e indicadores.
- Elaborar un diagrama unifilar simplificado de las conexiones de los motores indicando la información principal referente a cada uno.
- Tomando como referencia los tamaños normalizados para centro de control de motores, se puede hacer un arreglo preliminar de la disposición de sus componentes de acuerdo con el diagrama unifilar y considerando ampliaciones futuras.
- El grado de protección del tablero.
- Las condiciones ambientales.
- La altitud.
- Las tensiones auxiliares. En el caso de los tableros especiales para automatización deben indicarse las condiciones de funcionamiento y las mediciones que se desean realizar.

### 2.3.1.5 Normalización IEC 60947

En general, cuando las cargas son motores que accionan máquinas u otros tipos de receptores que requieren un funcionamiento automático o semiautomático, Una salida motor o arrancador es la que asume la mayor cantidad de funciones.



**Figura 2.7.** Esquema eléctrico de protección de un motor.

## 2.3.2 Sistema eléctrico de potencia

### 2.3.2.1 Interruptores eléctricos

Un interruptor magnetotérmico o interruptor termomagnético o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico

(efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

### **2.3.2.2 Guardamotor.**

Un guardamotor es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores. Su curva característica se denomina D o K. Las características principales de los guardamotors, al igual que de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase

### **2.3.2.3 Selección de barras de cobre**

Las barras de distribución se deberán montar rígidamente soportadas en las cajas, gabinetes o armarios, y estarán convenientemente aisladas cuando corresponda. Tanto las barras como los conductores de

alambrado interno de los tableros deberán cumplir con el código de colores siguiente:

- Conductor fase 1 : Azul
- Conductor fase 2 : Negro
- Conductor fase 3 : Rojo
- Conductor neutro : Blanco
- Conductor de TP : Amarillo

La capacidad de transporte de corriente de de las barras se fijara de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 2.4:** Capacidad de transporte de corriente para barras de cobre de sección rectangular

Dimensiones de la Barra (mm)	Barras Pintadas				Barras Desnudas			
	1	2	3	4	1	2	3	4
12 x 2	125	225			110	200		
15 x 2	155	270			140	240		
12 x 3	185	330			170	300		
20 x 2	205	350			185	315		
20 x 3	245	425			220	380		
20 x 5	325	560			295	500		
25 x 3	300	520			270	460		
25 x 5	395	670			350	600		
30 x 3	355	610			315	540		
30 x 5	450	780			400	700		
40 x 3	460	790			425	710		
40 x 5	600	1000			520	900		
40 x 10	850	1500	2060	2800	760	1350	1850	2500
50 x 5	720	1220	1750	2300	630	1100	1650	2100
50 x 10	1030	1800	2450	3330	920	1600	2250	3000
60 x 5	850	1430	1950	2650	760	1250	1760	2400
60 x 10	1200	2100	2800	3700	1060	1900	2600	3500
80 x 5	1070	1900	2500	3200	870	1700	2300	3000
80 x 10	1560	2500	3300	4500	1380	2300	3100	4200
100 x 5	1350	2300	3000	3800	1200	2050	2850	3500
100 x 10	1880	3100	4000	5400	1700	2800	3650	5000
120 x 10	2550	3500	4500	6100	2000	3100	4100	5100
160 x 10	2800	4400	5800	7800	2500	3900	5300	7300
200 x 10	3350	5300	6900	9400	3000	4750	6350	8800

#### 2.3.2.4 Selección de contactores

Cada carga tiene sus propias características, y en la elección del aparato de conmutación (contactor) deberán ser consideradas. Es importante no confundir la corriente de empleo  $I_e$  con la corriente térmica  $I_{th}$ . Donde  $I_e$ : Es la corriente que un contactor puede operar y está definida para la tensión nominal, la categoría de empleo (AC1, AC3,...) y la temperatura ambiente. Donde  $I_{th}$ : Es la corriente que el contactor puede soportar en condición cerrado por un mínimo de 8 horas, sin que su temperatura exceda los límites dados por las normas. La vida eléctrica, expresada en ciclos de maniobra, es una condición adicional para la elección de un contactor y permite prever su mantenimiento. En los catálogos de contactores se incluyen curvas de vida eléctrica en función de la categoría de utilización. El gráfico muestra el aumento de vida eléctrica, para una potencia dada de motor, incrementando un calibre de contactor. Algunos ejemplos ayudarán a realizar una correcta elección a partir de un catálogo de productos. Teniendo en cuenta la siguiente clasificación:

- **Categoría AC1** Se aplica a todos los aparatos de utilización en corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ( $\cos \varphi > 0,95$ ).
- **Categoría AC2** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso de los motores de anillos. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque del orden de 2,5 veces la

intensidad nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque con una tensión menor o igual a la tensión de la red.

- **Categoría AC3** Se refiere a los motores de jaula, y el corte se realiza a motor lanzado. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque con 5 a 7 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, corta la intensidad nominal absorbida por el motor. En este momento la tensión en los bornes de sus polos es del orden del 20% de la tensión de la red, por lo que el corte es fácil.
- **Categoría AC4** Esta categoría se refiere a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha por impulso utilizando motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra con un pico de corriente que puede alcanzar 5, incluso 7 veces, la intensidad nominal del motor. La tensión puede ser igual a la de la red. El corte es severo.

### 2.3.2.5 Arrancadores electrónicos

El comando y protección electrónica de motores provee un desempeño mayor que las soluciones tradicionales electromecánicas. Cuando la necesidad sea arrancar un motor, la opción será elegir entre los métodos tradicionales electromecánicos de arranque (directo o a tensión reducida como estrella-triángulo o autotransformador para motores jaula, o con resistencias rotóricas para motores de rotor bobinado, entre otros), y un arrancador electrónico progresivo. Si las necesidades de la

aplicación son de variar velocidad y controlar el par, las opciones son utilizar alguna solución mecánica, un motor especial (de corriente continua, servo, etc.), ó un motor asincrónico jaula de ardilla con variador de frecuencia.

Se recomienda utilizar un arrancador progresivo cuando sea necesario:

- Reducir los picos de corriente y eliminar las caídas de tensión en la línea.
- Reducir los pares de arranque.
- Acelerar, desacelerar o frenar suavemente, para la seguridad de las personas u objetos transportados.
- Arrancar máquinas progresivamente, en especial aquellas de fuerte inercia.
- Adaptar fácilmente el arrancador a las máquinas especiales.
- Proteger al motor y a la máquina con un sistema de protección muy completo.
- Supervisar y controlar el motor en forma remota.

**Selección de un arrancador.-** Se seleccionan en función de la potencia del motor y el tipo de servicio (normal o severo). Se entiende por servicio severo aquellas aplicaciones donde los arranques son muy pesados y largos o muy frecuentes.

### **2.3.2.6 Variador de velocidad**

Los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que permiten variar la velocidad y la cupla de los motores asincrónicos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables. Se utilizan estos equipos cuando las necesidades de la aplicación sean:

- Dominio de par y la velocidad
- Regulación sin golpes mecánicos
- Movimientos complejos
- Mecánica delicada

Los variadores de velocidad están preparados para trabajar con motores trifásicos asincrónicos de rotor jaula. La tensión de alimentación del motor no podrá ser mayor que la tensión de red.

**Selección de un variador de velocidad** Para definir el equipo más adecuado para resolver una aplicación de variación de velocidad, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de carga: Par constante, par variable, potencia constante, cargas por impulsos.
- Tipo de motor: De inducción rotor jaula de ardilla o bobinado, corriente y potencia nominal, factor de servicio, rango de voltaje.
- Rangos de funcionamiento: Velocidades máximas y mínimas. Verificar necesidad de ventilación forzada del motor.

- **Par en el arranque:** Verificar que no supere los permitidos por el variador. Si supera el 170% del par nominal es conveniente sobredimensionar al variador.
- **Frenado regenerativo:** Cargas de gran inercia, ciclos rápidos y movimientos verticales requieren de resistencia de frenado exterior.
- **Condiciones ambientales:** Temperatura ambiente, humedad, altura, tipo de gabinete y ventilación.
- **Aplicación multimotor:** Prever protección térmica individual para cada motor. La suma de las potencias de todos los motores será la nominal del variador.
- **Consideraciones de la red:** Micro interrupciones, fluctuaciones de tensión, armónicas, factor de potencia, corriente de línea disponible, transformadores de aislación.
- **Consideraciones de la aplicación:** Protección del motor por sobre temperatura y/o sobrecarga, contactor de aislación, bypass, re arranque automático, control automático de la velocidad.

**Aplicaciones especiales:** Compatibilidad electromagnética, ruido audible del motor, bombeo, ventiladores y sopladores, izaje, motores en paralelo, etc.

### **2.3.3 Sistema de control industrial**

#### **2.3.3.1 Sistema de medición.**

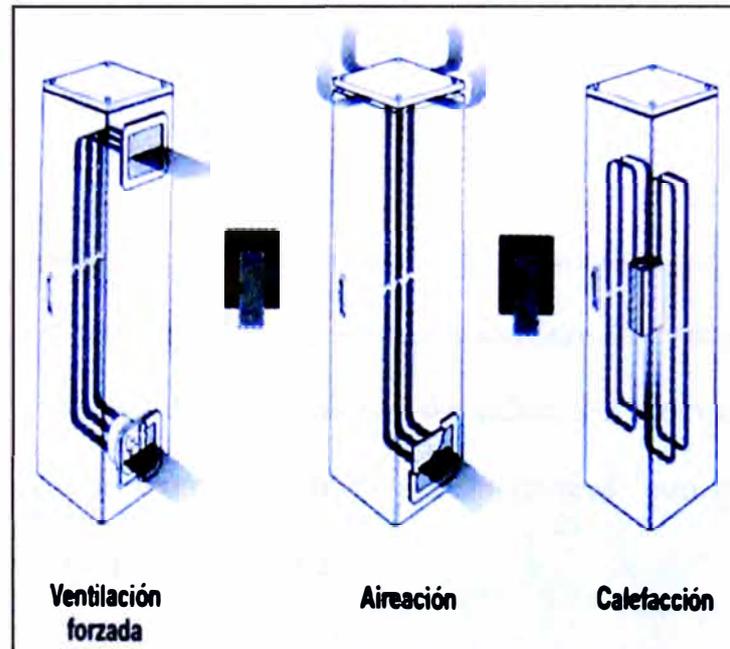
Para realizar un control de las propiedades de eléctricas se emplea un analizador de redes que es un instrumento capaz de analizar las propiedades de las redes. Basado en la tecnología del microprocesador y con características de operación programable: El instrumento estará provisto de un display de cuarzo líquido, en el que se mostrarán como mínimo las variables eléctricas siguientes: Tensión de línea y fase, Corriente por fase y su valor promedio, Potencia por fase activa, Potencia reactiva, Potencia aparente, sumas de lo anterior Máxima Demanda en horas pico, kW-hr totales en horas base, kW-hr totales en horas pico, kVAR-hr totales como un acumulado total, Factor de Potencia, Frecuencia, Distorsión de armónicos (THD) y % de cresta total, desbalance, Rotación de fase, fecha – hora.

El display dispondrá de un mínimo de 7 dígitos para las funciones de indicación (A, kW, kVAR) y 9 para las funciones de registro (kW-hr y kVAR-hr).

El instrumento estará provisto de un teclado y/o pulsador para la activación del display durante el proceso de adquisición de datos.

### 2.3.3.2 Sistema de climatización

Los sistemas de climatización garantizan que los equipos se encuentren operando a condiciones de temperatura adecuadas, dentro de los sistemas tenemos los siguientes.



**Figura 2.8.** Tipos de ventilación en tablero eléctricos.

### 2.3.3.3 Transformadores de corriente y de potencia

Los transformadores más usados en este tipo de diseño son:

- **Transformador de corriente.-** La función de un transformador de corriente es la reducir a valores normales y no peligrosos, las características de corriente en un sistema eléctrico, con el fin de permitir el empleo de aparatos de medición normalizados, por consiguiente más económicos y que pueden manipularse sin peligro. Un transformador de corriente es un transformador de medición, donde la corriente secundaria es, dentro de las condiciones normales

de operación, prácticamente proporcional a la corriente primaria, y desfasada de ella un ángulo cercano a cero, para un sentido apropiado de conexiones. El primario de dicho transformador está conectado en serie con el circuito que se desea controlar, en tanto que el secundario está conectado a los circuitos de corriente de uno o varios aparatos de medición, relevadores o aparatos análogos, conectados en serie. Generalmente es de 5 Amperios en el secundario.

- **Transformador de potencia.-** El transformador, es un dispositivo que no tiene partes móviles, el cual transfiere la energía eléctrica de un circuito u otro bajo el principio de inducción electromagnética. La transferencia de energía la hace por lo general con cambios en los valores de voltajes y corrientes.

#### **2.3.4 Especificaciones técnicas.**

##### **2.3.4.1 Requerimientos Generales.**

El equipo será de fabricación ensamblada, sin partes bajo tensión accesibles, conformado por unidades extraíbles.

##### **A. Chasis.**

Las unidades montadas frontalmente no requerirán acceso posterior, sino que deben ser apropiadas para montaje espalda con espalda o espalda contra la pared.

Cada conjunto deberá ser apropiado para una futura ampliación a cada extremo, a menos que se indique lo contrario. Se proporcionaran espacios adecuados para la entrada de tuberías y cableado por la superior o inferior sin interferencia estructural.

Cada sección de embarque deberá disponer de dispositivos de izarla para que permita moverla o desplazarla durante la construcción.

El chasis y los cubículos tendrán la resistencia adecuada para resistir todas las tensiones impuestas durante el transporte, manipuleo y operación sin distorsión u otro daño.

Los chasis, incluidas las puertas y los paneles, deben ser capaz de resistir la presión interna creada por las fallas máximas producidas dentro del chasis, sin causar peligro al personal de operaciones.

Los chasis no tendrán bordes afilados u objetos puntiagudos, tales como los extremos puntiagudos de los tornillos de la chapa, en el exterior, dentro de cualquier canalización, o en cualquier espacio de acceso requerido para instalación, operación, o mantenimiento.

Cada sección vertical tendrá su propia canaleta vertical y horizontal, y cada canaleta vertical tendrá su puerta con bisagras en toda su longitud.

Las puertas con bisagras frontales deberán estar equipadas con empaquetaduras para evitar el ingreso de polvo. Los agujeros o ranuras en las canaletas y otros miembros de metal para el enrutamiento de los cables deberán estar provistos de casquillos o arandelas.

Las estructuras incluirán una canaleta horizontal en la parte superior, aislado de la barra horizontal a través de barreras de metal y será fácilmente accesible a través de una tapa con bisagras.

Los compartimentos de equipos, compartimientos de barras, los compartimientos para las barras de puesta a tierra, y canaletas de cable deberán estar completamente aislados unos de otros por barreras metálicas.

La tensión de servicio de los MCC de Baja Tensión se realizará según se indiquen en las hojas de datos y en los planos. El dispositivo principal y las barras principales serán de las capacidades que se indiquen en las hojas de datos.

El interior de todas las unidades estarán pintados de blanco para incrementar la visibilidad. Las unidades deben ser equipados con bloques terminales de control, montados lateralmente, tipo pestillo de retiro positivo, con capacidad nominal 300 voltios. Se proporcionarán espacios físico para la instalación de futuros bloques terminales.

El cableado interior del arrancador de motor deberá ser adecuado para la capacidad nominal máxima del contactor. Los terminales de conexión para los conductores de cobre del lado de la carga (1 conductor por cada terminal) deben estar de acuerdo a lo siguiente:

**B. Barras de fuerza.**

La barra horizontal principal de fuerza debe estar completamente aislada mediante barreras frontales y posteriores.

La barra de fuerza deberá ser de cobre y serán mecánicamente preparados para soportar la corriente de cortocircuito asimétrica, la barra tendrá una capacidad corriente continua como se indica en las hojas de datos. Las juntas de cobre empernadas serán plateadas o estañadas, y las uniones atornilladas serán estañadas.

Todas las uniones atornilladas deberán ser accesibles para su inspección y ajuste.

**C. Barra de tierra.**

Se suministrará una barra de puesta a tierra a lo largo de cada MCC de BT, el tamaño mínimo de la barra de cobre de puesta a tierra será de 1/4 pulgada por 1 pulgada (6.35mm por 25.4mm) y deberán permitir la conexión de cada sección vertical. Esta barra de puesta a tierra deberá estar equipado con un conector de soldadura para cable 70mm<sup>2</sup> (2/0AWG) en cada extremo.

**D. Cableado de Control y Bloques de Terminales.**

El cableado de baja tensión de 1000 V será resistente al fuego, el cable será de cobre cableado y será continuo de terminal a terminal sin empalmes. La sección mínima será 2.5mm<sup>2</sup> (14 AWG), con excepción los cables TC serán 4mm<sup>2</sup> (12 AWG). Se tomarán provisiones para flexibilizar el amarre de los alambres que se instalen entre los paneles y las puertas. El alambrando debe ser amarrado y soportado por correas.

Las conexiones a los circuitos externos del comprador se podrán en bloques de terminales ubicados convenientemente con cintas marcadas y con tornillos terminales. Por lo menos se proporcionarán un 15% de terminales de reserva.

#### **E. Calentadores de Espacio.**

Cuando se especifique en las hojas de datos del equipo, se suministrarán calentadores en cada sección vertical para prevenir la condensación. Los calentadores serán apropiados para 220 voltios AC y funcionar a 120 voltios AC. El control del calentador será por un termostato. El circuito de los calentadores deberá estar protegido por un interruptor unipolar ubicado en la columna. El circuito será cableado a un bloque de terminales accesible para su conexión a una fuente de energía exterior.

#### **F. Unidades: General**

Las unidades deberán ser uniformes, removible e intercambiable. Los componentes y cableado de cada unidad deberán estar protegidos de las unidades adyacentes por barreras metálicas conectados a la puesta a tierra.

Las conexiones de la unidad de la línea será del tipo engrapable (plug-in), que desconecta la unidad automáticamente cuando la unidad

es retirada del MCC de BT. Las unidades de gran tamaño pueden ser atornilladas directamente a la barra principal.

Cada arrancador o contactor o alimentador se debe montar con sus dispositivos de desconexión, sobre-corriente y el control en un compartimiento individual.

#### **G. Pintura y Acabado.**

En general, la preparación de la superficie y la pintura se hará de conformidad con las especificaciones de pintura del fabricante. La capa del acabado exterior deberá ser de color gris claro ANSI 61 y el acabado interior será de un color claro menos que se especifique lo contrario por parte del comprador. El fabricante deberá incluir en su oferta una descripción completa del sistema de pintura propuesto. Si un sistema de pintura de primera calidad (Premium) se contará para mejorar la protección contra la corrosión, podrán presentar una cotización y descripción alternativa por la pintura.

#### **H. Ensamble y Pruebas.**

Los CCM y todos los componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables listadas en 1.4.

## **2.4 Banco de condensadores de baja tensión 480 V.**

### **2.4.1 Requerimientos de Diseño.**

El equipo que se suministre a estas especificaciones técnicas serán en todo los aspectos de la más alta calidad, con los últimos avances de la tecnología y del diseño de la ingeniería moderna y mano de obra.

El equipo debe ser diseñado para la facilidad de montaje y mantenimiento en campo. Debe garantizar el cumplimiento de las especificaciones con un mínimo de mantenimiento en campo para la clase del equipo especificada. El equipo será nulo en riesgos de seguridad para el personal autorizado de operaciones y al público en general.

### **2.4.2 Especificaciones Técnicas.**

#### **A. Generales.**

El Banco Automático de Condensadores estará constituido por gabinetes verticales modulares auto soportados, de frente muerto y deberá estar equipado con todos los componentes y accesorios principales, formado por:

- Regulador de factor de potencia.
- Módulo de Compensación Reactiva (contactores, condensadores y fusibles).

La Potencia total del Banco Automático de Condensadores se dividirá en bloques o pasos, los cuales entrarán en funcionamiento según la demanda de energía reactiva y factor de potencia del sistema. La conexión y desconexión de cada paso será controlada mediante un regulador automático de factor de potencia, el cual estará incluido en el Banco Automático de Condensadores.

El accionamiento para la conexión y desconexión de cada paso se realizará mediante contactores especiales para condensadores. La protección de cada paso se realizará mediante fusible tipo NH.

El equipo será montado sobre base modular que pueden ser retiradas por la parte frontal del tablero. En la parte frontal de la base modular deben ir montados los contactores especiales para condensadores, fusibles y aisladores. En la parte posterior de las placas bases deben ir montados los condensadores. La conexión eléctrica entre módulos se hace mediante barras de cobre por la parte delantera. Para evitar contactos accidentales, las barras son cubiertas con planchas de acrílico transparentes.

Dentro de cada gabinete, deberá estar equipado con una barra de puesta a tierra de cobre, rectangular de 5x50 mm, conectado al sistema de puesta a tierra.

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

En caso de que el gabinete requiera de ventilación, el proveedor deberá suministrar e instalar el sistema necesario, con sus correspondientes circuitos de protección y control.

#### **B. Estructura.**

La estructura será con perfil C perforado. Todos los componentes se unen con tornillos del tipo libres de mantenimiento autoroscantes.

Para sujetar los cables a la estructura se dispondrán soportes apropiados, con uniones mecánicas atornilladas con tornillos libres de mantenimiento.

#### **C. Gabinete.**

El gabinete deberá proveer un grado mínimo de hermeticidad o una protección equivalente a NEMA 12, para uso en interiores. Si el Banco de Condensadores se instalará en el exterior, el grado de protección o hermeticidad mínima deberá ser NEMA 3R o superior.

El gabinete tendrá espacio suficiente para permitir una fácil instalación de los terminales de fuerza. También tendrá los elementos de izaje apropiados para su montaje.

El gabinete tendrá la suficiente rigidez y consistencia para soportar los esfuerzos impuestos por el transporte, manipuleo y operación sin causar deformaciones notables ni otros daños.

El gabinete, incluidas las puertas y los paneles deben soportar la presión interna creada por las corrientes de cortocircuito máximas especificadas, en el interior del gabinete sin generar daño al personal de operaciones.

El espacio entre el suelo y las columnas deberán cerrarse con placas.

El ingreso y las salidas de los cables podrán ser indistintamente por arriba o por debajo de cada columna.

#### **D. Contactores de fuerza.**

El contactor debe estar diseñado especialmente para control de los condensadores trifásicos de uno o varios escalones.

El contactor deberá estar equipado con un bloque de contactos de paso de desconexión y con una resistencia de amortiguación, que limitan el valor de la corriente en la activación a 80 In como máximo.

La capacidad de corriente del contactor, en ningún caso será menor que 1.5 veces la corriente máxima del condensador.

#### **E. Fusibles de protección**

La protección contra los cortocircuitos de cada paso se realizará por medio de fusibles tipo NH con un calibre adecuado a la potencia del paso.

## **F. Condensadores**

Los condensadores serán trifásicos, modulares e intercambiables entre sí, independientemente de su potencia.

Cada condensador debe contar con una resistencia de descarga interna, tal que la tensión en los terminales no supere los 50 V después de un minuto de la desconexión. También debe tener un sistema de protección interna eficaz, constituida por un dispositivo cortocircuitador activado por sobrepresión, junto con, un fusible HPC de alto poder de corte, en serie con cada bobina del condensador.

## **G. Regulador automático de factor de potencia**

El regulador automático de factor de potencia puede alimentar con la tensión fase a fase o de fase a neutro. Será del tipo “control inteligente”, de estado sólido, compacto, con funciones programables y teclado frontal.

El regulador se instala en la parte frontal de la columna principal. Debe contar con una pantalla alfanumérica que permita:

- Visualizar el factor de potencia y los pasos conectados.
- Señalización de las condiciones de alarma.
- Visualizar los parámetros programados durante la puesta en servicio.

## **H. Sistema de Ventilación.**

El banco de condensadores deberá tener una ventilación apropiada, para lo cual el proveedor deberá considerar, de ser necesario, la instalación de rejillas de ventilación y extractores de pequeña potencia accionados por un control de temperatura.

## **2.5 Cables eléctricos**

### **2.5.1 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 901C de operación, protegidos con chaqueta exterior a prueba de radiación solar.

### **2.5.2 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 particular 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.

### **2.5.3 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>).

## **2.6 Salas eléctricas**

### **2.6.1 Especificaciones Técnicas.**

#### **A. Requerimientos Generales**

Todos los equipos, componentes y materiales suministrados deberán ser nuevos, de alta calidad y de diseño estándar para trabajos pesados, cumpliendo o excediendo los requerimientos de esta especificación y de los estándares.

Todos los equipos, componentes y materiales suministrados deberán ser fabricados y diseñados recientemente, con repuestos y servicios

fácilmente disponibles. Se aplicarán factores de derrateo a la tensión, corriente y potencia especialmente para operación en altitud 4800 msnm.

La estructura de la sala eléctrica será diseñada para tolerar todas las cargas de transporte e instalación además de las cargas muertas y cargas vivas.

Las cargas del viento y de la actividad sísmica serán como se indica en la especificación de las condiciones de sitio. Como mínimo la base de la sala se diseñará para soportar una carga uniformemente distribuida de 500 kg/m<sup>2</sup> más la estructura de la sala.

El techo será diseñado para tolerar una carga mínima de 250 kg/m<sup>2</sup> y el peso de una persona de 113 kg en cualquier punto del techo durante la construcción o el mantenimiento.

## **CAPITULO III**

### **DESCRIPCIÓN DEL CENTRO MINERO**

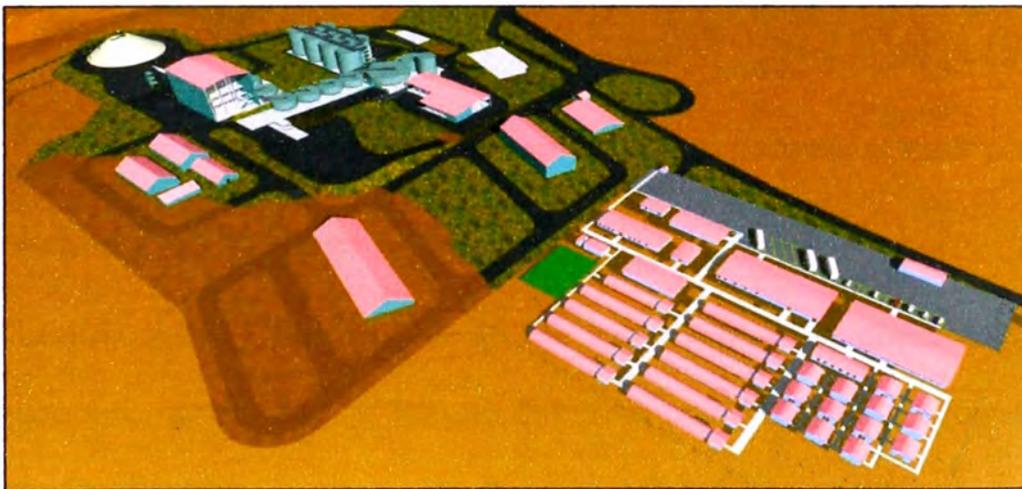
El Proyecto centro minero, considera el desarrollo de una nueva unidad minera al sur del Perú, en el departamento de Ayacucho. La unidad dispone de una veta, de las cuales se extraerán los minerales de oro y plata con leyes de 3.37 g/t de Oro y 120.2 g/t de Plata, minerales que serán procesados a una capacidad de producción aproximada de 3 506 t/d para 365 días al año.

El proyecto se encuentra en la etapa de ingeniería Básica, la misma que ya está concluida. El cliente contrato a una compañía Australiana para el desarrollo del estudio de factibilidad y la ingeniería básica del proyecto.

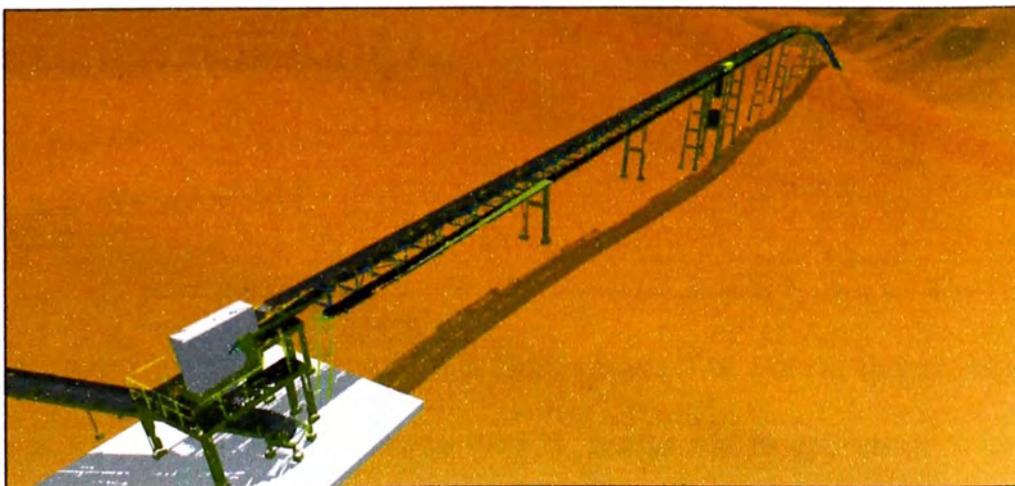
El cliente ha dividido los alcances del proyecto centro minero en varios paquetes; uno de los cuales incluye corresponde al paquete EPC “Plantas de Procesamiento”.

El alcance del servicio comprende 03 aspectos relevantes; el primero corresponde al desarrollo de la ingeniería de detalle de cada uno de las áreas componentes del alcance del servicio, dentro de ello tenemos: área 100 “Plantas de Procesamiento” (En las figuras 3.1, 3.2 y 3.2 se puede visualizar la disposición de las edificaciones dentro de la planta de procesos, la faja overland desde la torre de transferencia hacia el área de chancado y la faja overland desde la torre de transferencia hacia la la planta de procesamiento respectivamente), área 200 “Infraestructura Interior a la

Planta”, área 300 “Suministro de Energía” y área 500 “Infraestructura Exterior a la Planta”. El segundo aspecto corresponde a la procura y como parte de ello los suministros de los equipos principales y secundarios, así como los suministros de los bulk materials. Finalmente el tercer aspecto relevante es la construcción que contempla en ejecutar las obras civiles, de concreto, estructurales, electromecánicas y de instrumentación y control de los componentes que forman parte del alcance de los trabajos.



**Figura 3.1.** Disposición de las edificaciones en la planta.



**Figura 3.2.** Faja desde la torre de transferencia hacia la zona de chancado



**Figura 3.3.** Faja desde la torre de transferencia hacia el stockpile.

### **3.1 Descripción del proyecto**

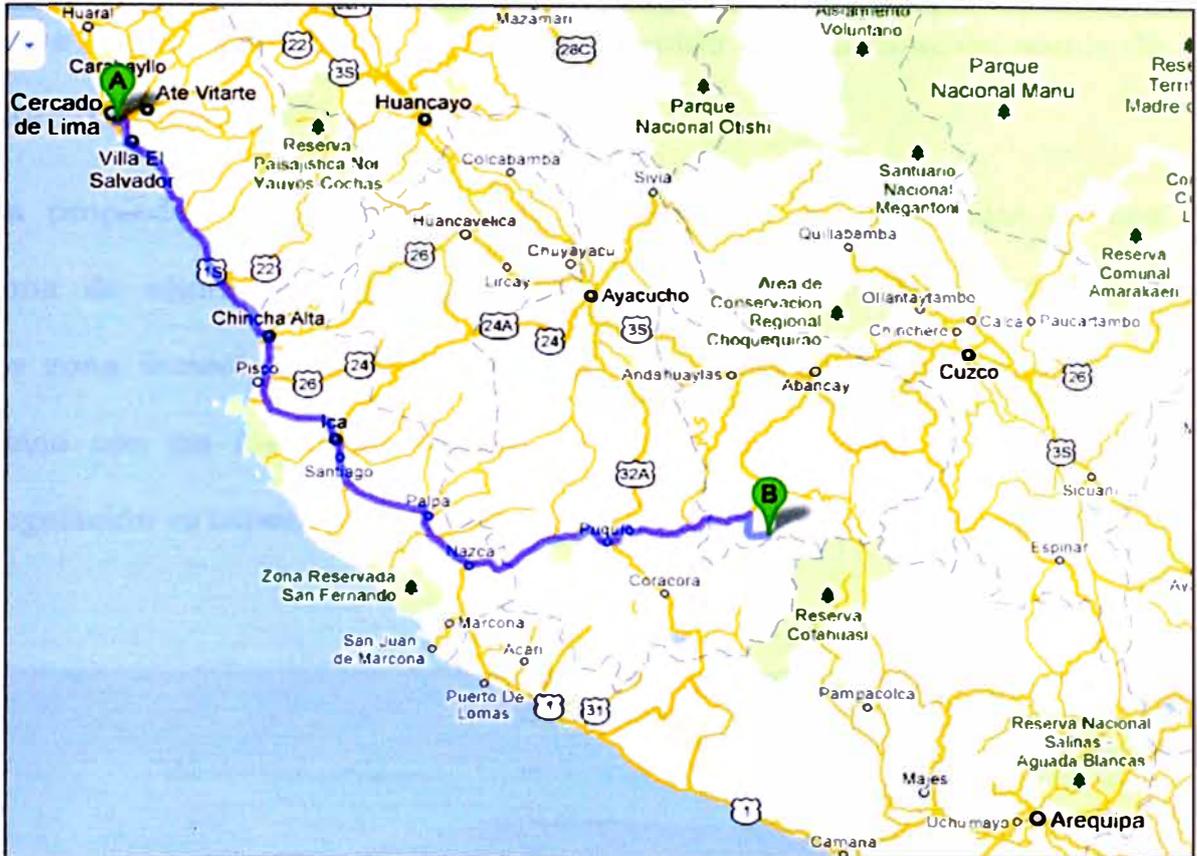
El centro minero se localiza al Sur del Perú en el departamento de Ayacucho, provincia de Paucar del Sara Sara, distrito de Oyolo, en el cerro Quellopata.

La propiedad está situada entre los 3 900 y 4 800 msnm en el cinturón de Puquio-Caylloma y se localiza aproximadamente a 210 Km Sur-Oeste del Cuzco y a unos 530 Km Sud-Este de Lima.

#### **3.1.1. Accesibilidad**

El tiempo total de viaje vía terrestre desde Lima al centro minero es aprox. 15.5 h. Para acceder a la propiedad se puede llegar desde Lima vía la Panamericana Sur hasta Nazca, luego vía la carretera desde Nazca a Cuzco, luego por una carretera comarcal no asfaltada hasta el cruce

de Huancamarca y luego siguiendo y atravesando la comunidad de Sauricay y Sorani.



**Figura 3.4. Acceso al centro minero**

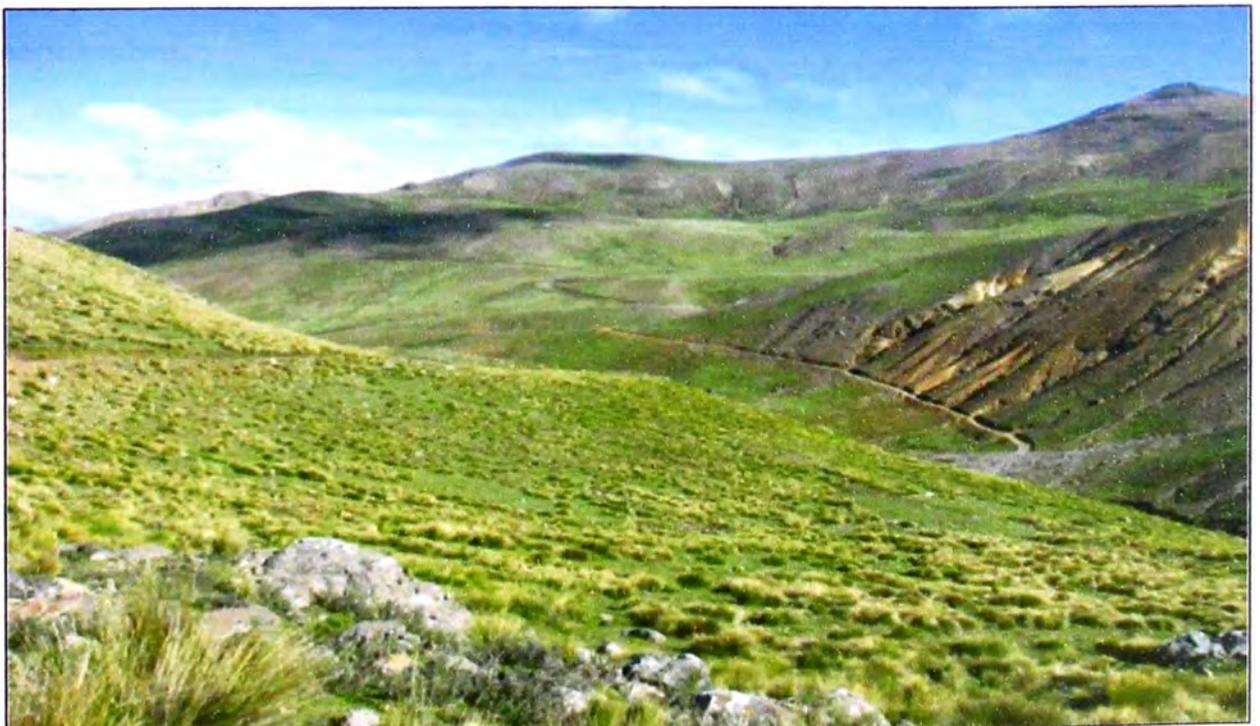
Accesos alternativos pueden hacerse desde Cuzco viajando hacia el Oeste en la carretera Cuzco-Nazca y desviándose en el cruce de Chalhuanca a Iscahuaca, siguiendo a continuación el itinerario anterior.

Otra alternativa es desde la ciudad de Arequipa (970 km al sur de Lima) y tomando la autopista que pasa por Majes-Chuquibamba luego en un camino comunal no asfaltado hasta Cotahuasi y de ahí por un camino no pavimentado hasta la zona de Inmaculada, este acceso puede tomar 10 horas hasta Inmaculada.

### 3.1.2. Clima y fisiografía

El clima en el área es característico de puna con lluvias y nieve entre Diciembre y Marzo, Seguido de una estación sequia de Abril a Noviembre.

La propiedad está localizada en la Cordillera de los Andes en una zona de altura que varía entre una elevación de 3 900 a 4 800 msnm. La zona inmediata al depósito de la veta Ángela es moderadamente plana con un fuerte incremento en altura en la zona de la veta, la vegetación es esporádica consistente en ichu y pajonal (ver figura 3.5).



**Figura 3.5.** Vista actual del centro minero

## **3.2 Requerimientos y consideraciones generales**

### **3.2.1. Generales**

Los datos climatológicos han sido tomados del Informe del campo del Estudio Hidrológico - Hidrogeológico para el Proyecto Inmaculada realizado por Hirdrogeological & Geotechnical Services Peru S.A. (Julio 2011). Los datos climatológicos se basan en datos recolectados en campo y datos de las estaciones meteorológicas ubicadas cerca del área del proyecto.

El clima en la zona es típico de la región "Puna", con lluvia y nieve entre diciembre y marzo, seguido por una estación seca entre abril y septiembre.

### **3.2.2. Presión atmosférica**

La presión del aire sobre el nivel del mar puede calcularse de la siguiente forma

$$p = 101325 (1 - 2.25577 \times 10^{-5} \cdot h)^{5.25568}$$

Donde;

p = presión del aire (Pa)

h = altitud sobre el nivel del mar (m)

A una altitud de 4 800 msnm, la presión absoluta es de 55 kPa

### **3.2.3. Temperatura ambiente**

Temperatura mínima	:	-9 °C
Temperatura máxima	:	22 °C
Rango de Temperatura Promedio	:	1.7 a 5°C

### **3.2.4. Humedad**

La humedad relativa de diseño en todas las áreas: 80%

Humedad relativa mínima: 28 %

Humedad relativa máxima: 92.2 %

Humedad relativa promedio: 58.6 %

### **3.2.5. Viento**

Dirección predominante del viento: Suroeste

Velocidad máximo del viento medido : 17 km/h

Velocidad promedio del viento medido : 7 km/h

En el diseño de cargas por viento, se deberá considerar lo indicado por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Velocidad máxima del viento adecuada a la zona de las edificaciones del proyecto : 65 km/h

Velocidad de Diseño del viento mínimo : 75 km/h

### **3.2.6. Carga de nieve**

Carga básica de nieve: 0.4 kPa para todas las superficies de pisos y techos expuestas a nieve.

### **3.2.7. Requerimiento de diseño de vida**

La vida de diseño de la planta es de 7 años. A menos que se especifique lo contrario, toda la planta y equipos deberán ser diseñados para operar continuamente 24 horas por día, 365 días por año durante la vida de diseño prevista de la mina bajo las condiciones de diseño especificadas.

La planta y equipos deberán ser diseñados para operar en un ambiente donde parte de estos estarán expuestos a la intemperie y sujetos a polvo abrasivo fino, lavado con manguera a alta presión, luz solar directa, lluvia y nieve, a menos que se especifique lo contrario.

### **3.2.8. Requerimiento de diseño de ruido**

Los niveles de ruido de equipos en operación normal no deberán exceder los 85 dB(A) a 1 metro en todas las direcciones medidos de acuerdo a la norma ISO 1999.

### 3.3 Descripción del proceso

#### 3.3.1 General

Las operaciones unitarias utilizadas para modelar la capacidad de planta y el desempeño metalúrgico son bastante conocidas en la industria del procesamiento de oro/plata (ver figura 3.6).



**Figura 3.6.** Planta de procesos

En los planos 5800-G-001, 5800-G-002, 5800-G-003 y 5800-G-004 se puede visualizar la ubicación de la planta, la ubicación del área de los procesos productivos para la obtención de los minerales así como detalles constructivos.

### **3.3.2 Chancado Primario**

El mineral proveniente de mina (ROM) es descargado de camiones o mediante un cargador frontal (FEL) a través de un grizzly estático de abertura cuadrada de 800 mm hacia la tolva ROM de 100 toneladas de capacidad. El mineral de la tolva ROM a la chancadora de quijadas 44 x 34 pulgadas mediante un alimentador vibratorio. La chancadora de quijadas está diseñada para operar con una abertura del lado cerrado (CSS) de 150 mm y reducir el tamaño del mineral a un P80 de 115 mm. El producto de la chancadora primaria se transporta por fajas a la pila del mineral chancado (ver plano 5800-F-101).

### **3.3.3 Molienda (SAG)**

El stock pile de mineral chancado tendrá una capacidad viva de 1920 toneladas o aproximadamente 12 horas de alimentación al molino. Tres alimentadores vibratorios extraen el mineral desde la base del stock pile de mineral chancado a la faja transportadora que alimenta al molino SAG (ver plano 5800-F-102).

### **3.3.4 Molienda con molino de bolas**

El circuito de molienda tiene una configuración estándar molino SAG – molino de bolas (SAB) con las instalaciones para que los pebbles retornen hacia la alimentación del molino SAG. El mineral chancado es alimentado al molino SAG el cual descarga la pulpa se descarga a través

de la malla del trommel hacia el cajón de bombas de alimentación a los ciclones.

La pulpa es bombeada a la batería de ciclones que opera en la configuración de circuito cerrado con el molino de bolas. Se añade la solución rica del overflow del pre-clarificador al cajón de alimentación a los ciclones para alcanzar la densidad de pulpa de alimentación requerida.

La batería de ciclones del circuito de molienda está compuesta por 26 ciclones de los cuales 20 son operativos y 6 son stand by.

El underflow de los ciclones de molienda fluye por gravedad hacia la alimentación del molino de bolas y el overflow de los ciclones fluye por gravedad hacia la alimentación de la zaranda vibratoria de remoción de impurezas y partículas gruesas de la pulpa antes de ingresar al espesador de pre-lixiviación.

Las tuberías, cajones y chutes en todo el circuito de molienda que están en contacto con pulpa de material grueso tendrán un recubrimiento protector de caucho (ver plano 5800-F-102).

### **3.3.5 Espesamiento de pre-lixiviación**

La pulpa de mineral molido fluye por gravedad desde la zaranda de remoción de impurezas hacia el espesador de pre-lixiviación. Se añade, floculante con solución barren, para ayudar a la separación sólido-líquido. En el Espesador de pre-lixiviación la pulpa ingresa a 35% de

sólidos y el underflow del espesador se descarga al tanque de U/F al 50% w/w de sólidos. Luego la pulpa del underflow del espesador de pre-lixiviación es bombeada hacia el cajón alimentador de los tanques de lixiviación (ver plano 5800-F-102).

### **3.3.6 Lixiviación**

La pulpa del underflow del espesador de pre-lixiviación es bombeada hacia el circuito de lixiviación. La lixiviación de metales preciosos con cianuro ocurre en una serie de siete tanques de agitación de lixiviación para brindar un tiempo de residencia de lixiviación de 96 horas.

La solución de cianuro de sodio y solución de nitrato de plomo se dosifican al circuito de lixiviación desde una línea de presión. Se insufla oxígeno desde el fondo de los tanques a través de difusores. Y se utiliza lechada de cal para brindar alcalinidad a fin de incrementar los niveles de pH en la pulpa.

Sobre los tanques de lixiviación se cuenta con un detector de gas de ácido cianhídrico (HCN) para monitorear la concentración de gas HCN que se pudiera generar en los tanques de lixiviación. En el área de lixiviación hay un laboratorio de campo para analizar concentraciones de ácido débil disociable (WAD) y de cianuro libre en solución. La pulpa del tanque de lixiviación 7 fluye por gravedad al circuito de lavado/recuperación por decantación en contra corriente (CCD) (ver plano 5800-F-103).

### **3.3.7 Lavado de solución, decantación en contracorriente (CCD)**

La pulpa lixiviada pasa por un proceso de separación sólido-líquido siendo los sólidos lixiviados dirigidos a la zona de relaves y la solución rica al pre-clarificador para luego ser enviada a los filtros de clarificación y posteriormente a los filtros de precipitados para recuperar los metales preciosos. El circuito de decantación en contra corriente (CCD) comprende de cuatro espesadores de alta capacidad. La solución que rebosa de los espesadores CCD pasa al espesador de la etapa anterior, mientras que el underflow es bombeado al espesador de la etapa siguiente.

Se añade floculante, con solución barren, a cada espesador CCD para ayudar a la separación sólido-líquido y se utiliza lechada de cal para mantener los niveles de pH en la pulpa (ver plano 5800-F-104).

### **3.3.8 Clarificación de solución rica**

La solución rica procedente del primer espesador CCD fluye por gravedad al cajón de alimentación del pre-clarificador para la remoción de sólidos. Se le añade floculante, con solución barren, para ayudar a la sedimentación de los sólidos. El underflow del pre-clarificador es retornado al circuito de lixiviación.

El overflow del pre-clarificador, fluye por gravedad hacia el tanque de solución no clarificada y es bombeado al circuito de filtros clarificadores.

El cake del filtro clarificador es descargado manualmente, mediante una secuencia de retro lavado y limpieza usando solución barren, hacia el sumidero de lodos de los filtros clarificadores y posteriormente bombeada hacia el cajón de alimentación al espesador CCD 1. La solución rica clarificada es descargada a la torre de de aireación, que cuenta con dos bombas de vacío (1 en servicio/una en stand-by) para reducir el contenido de oxígeno disuelto en la solución rica hasta  $< 1$  ppm a fin de facilitar la precipitación de oro y plata en el proceso Merrill Crowe.

Luego, la solución rica y desairada se bombea a los filtros de precipitados de zinc. Se adiciona el polvo de zinc, nitrato de plomo y tierra diatomea, de manera controlada, al tanque de mezclado para ser dosificado a la tubería de succión de la bomba de alimentación a los filtros de precipitados donde se precipitará el oro y la plata de la solución deaireada.

Se utilizan tres filtros prensa de placas para la filtración de precipitado. Dos filtros se encuentran en línea mientras que el tercero está fuera de línea para la cosecha y preparación para su siguiente ciclo. Asimismo, se utiliza tierra diatomea para la pre-capa de los filtros, antes del ingreso de la solución con precipitado. El precipitado con contenido de metales preciosos es descargado en bandejas y cargado en el sistema de retorta mediante montacargas. La solución barren que se obtiene de los filtros de

precipitados es retornada al tanque de solución barren (ver planos 5800-F-105 y 5800-F-106).

### **3.3.9 Merrill Crowe**

Este proceso se utiliza para transformar el mineral en lingotes y se encuentra dentro de la planta Doré

### **3.3.10 Planta Doré**

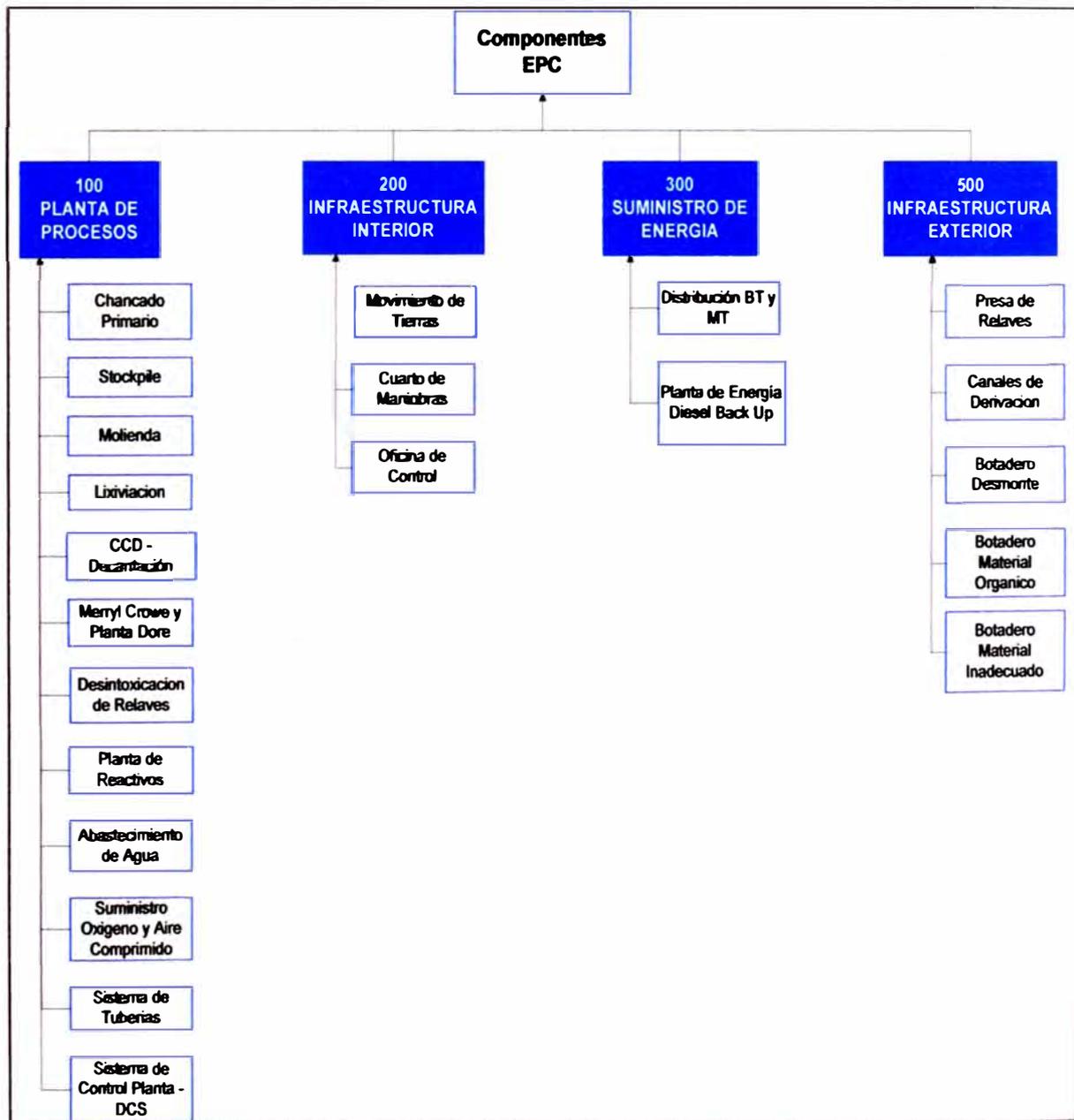
Después de la filtración de precipitado, el cake del filtro es desecado con aire de alta presión antes de su descarga. El cake recolectado de los filtros de precipitados es cargado por el montacargas a un sistema de retorta de mercurio. Una vez que el cake está seco, se transfiere a la tolva de volteo. En la tolva de volteo, el producto del sistema de retorta de mercurio es mezclado con fundentes de fundición y cargado al horno de fundición. El precipitado es fundido y el doré es colado en lingotes.

La escoria de la fundición es recolectada, chancada y retornada al molino SAG manualmente, y los metales preciosos contenidos en la escoria son recuperados en el circuito de lixiviación.

El sistema de colección de polvo permite controlar la emisión de partículas en la tolva de volteo y el horno de fundición. El polvo colectado es retornado a la tolva de volteo. Esta planta cuenta con suficientes ventiladores para garantizar suficiente circulación de aire (ver plano 5800-F-107).

### 3.4 Estructura de trabajo

EPC Plantas de Procesamiento y Presa de Relaves y en ese sentido indica el alcance de trabajo considerado en cada fase (ver figura 3.7)



**Figura 3.7.** Estructura de trabajo del proyecto.

### **3.5 Planos de ingeniería eléctrica básica.**

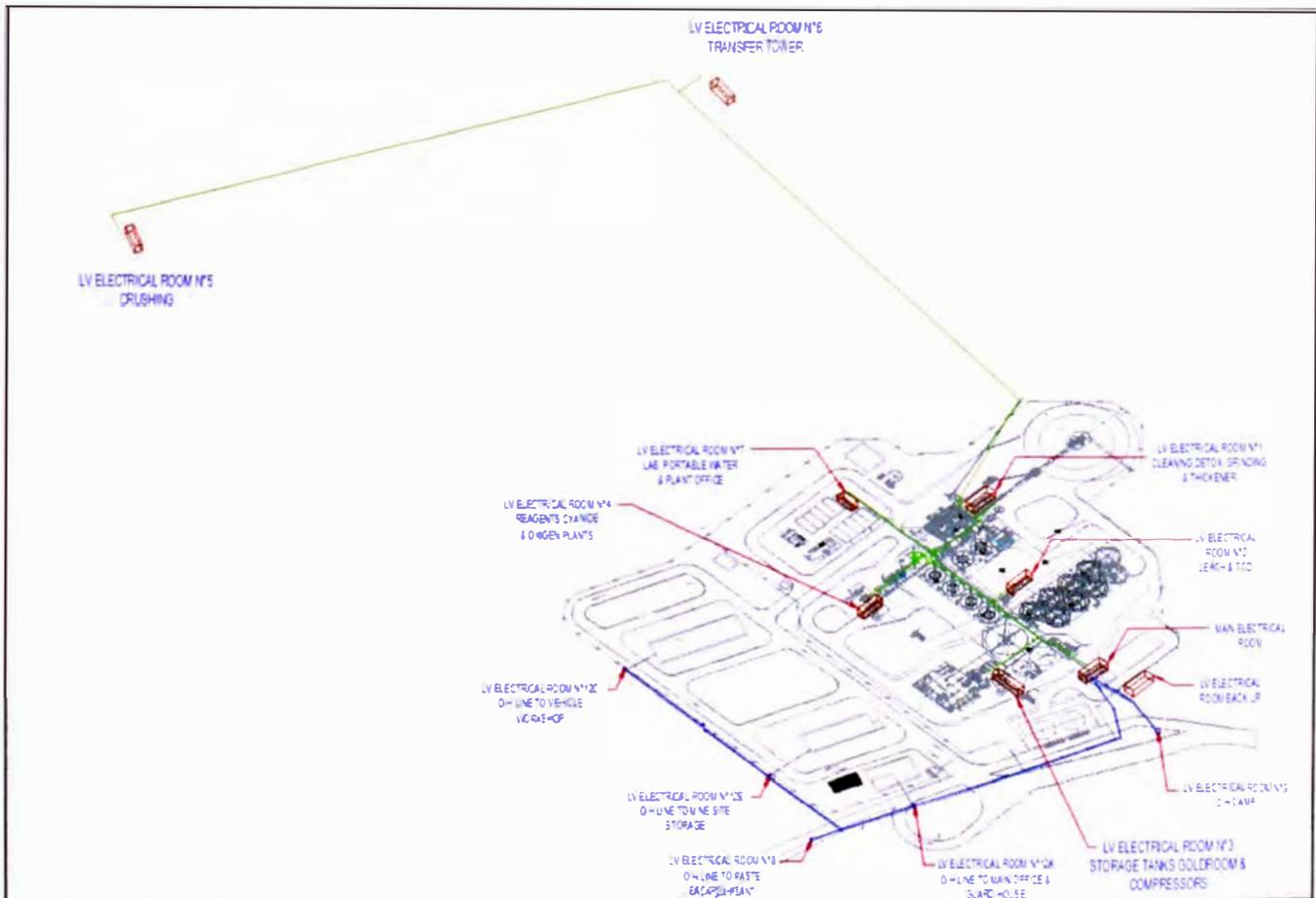
De la información de ingeniería básica alcanzada por el cliente se debe analizar, revisar, reformular y validar la ingeniería eléctrica básica para la correcta selección de los equipos eléctricos dentro de la información tenemos los siguientes planos eléctricos:

- 5800-E-100 : Distribución general, leyenda símbolos.
- 5800-E-101 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 1.
- 5800-E-102 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 2.
- 5800-E-103 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 3.
- 5800-E-104 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 4.
- 5800-E-105 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 5
- 5800-E-106 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 6
- 5800-E-110 : Distribución en media tensión, planta de procesos.
- 5800-E-111 : Distribución en media tensión, chancado y faja.
- 5800-E-112 : Distribución en media tensión, Campamento,  
Mina y planta pasta de relleno.

## CAPITULO IV

### SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO ELECTRICO.

Tomando como referencia la información de la ingeniería básica, se desarrolla los cálculos eléctricos para determinar la capacidad de los equipos eléctricos y determinar los pesos y dimensiones de estos, la distribución de la planta de procesos y la ubicación de las subestaciones se ilustran en la siguiente figura 4.1 y la tabla 4.1.



**Figura 4.1.** Disposición de las salas eléctricas.

**Tabla 4.1.** Distribución de las subestaciones y salas eléctricas.

Ítem	Subestación	Sala	Desglose por Subestación
1		Principal	Distribución de energía en Media tensión
2	1	1	Distribución de energía en Media tensión
3	2	2	Lixiviación & CCD
4	3	3	Tanques de almacenamiento, Planta doré & Compresores
5	4	4	Reactivos, Cianurización & planta de oxígeno
6	5	5	Chancadora y presa de agua
7	6	6	Transferencia de la Torre y presa de relave
8	7	7	Laboratorio, Agua potable & oficinas de planta
9	8		Planta de relleno en pasta
10	9		Campamento
11	10		Para Mina
12	12A		Oficina Principal y Casa de la Guardia
13	12B		Almacén de Mina
14	12C		Taller de vehículos

#### 4.1 Cálculo de la máxima demanda

La definición de los términos utilizados se presenta a continuación:

- **Potencia instalada (PI):** Es la suma de las potencias eléctricas indicadas en la placa de todas las cargas conectadas a un centro de distribución y/o suministro eléctrico.
- **Máxima demanda (MD):** Es el mayor valor promedio de la suma de las potencias de consumo de energía eléctrica, durante un período de 15 minutos, medido para un período específico de tiempo, generalmente un mes.
- **Factor de demanda (FD):** Es la relación entre la máxima demanda de un sistema o parte de un sistema, entre la potencia instalada del sistema,

o parte de ese sistema en consideración. El resultante es siempre menor o igual a 1. El rango típico es de 0.8 a 1.

- **Factor de potencia (FP):** Es el coseno del ángulo que forma la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA) y se denomina  $\cos(\varphi)$ .
- **Eficiencia (EFF):** Es la relación entre la potencia útil de salida y la potencia de entrada y es expresada en porcentaje (%).

#### 4.1.1. Ecuaciones de cálculo:

- **Eficiencia:**

$$EFF = \frac{P_u}{P_i} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

$P_u$  : Potencia útil.

$P_i$  : Potencia instalada

- **Factor de demanda:**

$$FD = \frac{MD}{P_i} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

$P_u$  : Máxima demanda

$P_i$  : Potencia instalada

- **Factor de potencia:**

$$FP = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

$P$  : Potencia Activa

Pi : Potencia Aparente

➤ Factor de Altura:

$$Fh = 1 + \frac{1.25(h-1000)}{1000} \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

h : Altura sobre el nivel del mar. (m)

Nota: Este factor solo es usado a partir de los 1000 msnm.

#### 4.1.2. Metodología

Para el cálculo de la demanda máxima eléctrica se considerará lo siguiente:

- Información de las potencias (HP o kW) según el Listado de Equipos Mecánicos (Motores eléctricos). Cualquier variación en el listado de equipos hará necesario una revisión del cálculo de máxima demanda.
- Los valores de eficiencia (EFF), factor de potencia (FP) y el factor de demanda (FD) según lo indicado en los motores y que se detallan en la tabla 4.2.
- Se considera suministro de energía para toda la planta de procesos.

Tabla 4.2. Listado de motores y cargas de la planta de procesos.

Tag	Descripción	Diagrama de Flujo	Tipo de Arranque	Servicio / Stand-by	Voltaje V	Pu kW	FP	FD	EFF	Potencia Instalada			Máxima Demanda			Sub
										kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA	
10-01-CR-001-M	Chancadora primaria de mandíbulas	F-101	DOL	Servicio	480	160	0.80	60%	95.00%	168.42	126.32	210.53	101.05	75.79	126.32	5
10-01-CV-001-M	Faja transportadora de chancado primario	F-101	SOFT	Servicio	480	11	0.80	60%	90.00%	12.22	9.17	15.28	7.33	5.50	9.17	5
10-01-CV-002-M	Faja transportadora overland No.1	F-101	SOFT	Servicio	480	160	0.80	60%	95.00%	168.42	126.32	210.53	101.05	75.79	126.32	6
10-01-CV-003-M	Faja transportadora overland No.2	F-101	SOFT	Servicio	480	190	0.80	60%	95.00%	200.00	150.00	250.00	120.00	90.00	150.00	1
10-01-FE-002-M	Alimentador vibratorio	F-101	VSD	Servicio	480	24	0.80	60%	87.50%	27.43	20.57	34.29	16.46	12.34	20.57	5
	Tecle de imán de faja de chancado primario	F-101	DOL	Servicio	220	2	0.80	60%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.07	0.05	0.08	5
	Pluma giratoria de la chancadora primaria	F-101	DOL	Servicio	480	11	0.80	60%	90.00%	12.22	9.17	15.28	0.37	0.28	0.46	5
10-01-MA-001-M	Imán de faja de chancado primario	F-101	DOL	Servicio	220	2	0.80	60%	90.00%	2.22	1.67	2.78	1.33	1.00	1.67	5
10-02-CV-004-M	Faja transportadora de alimentación al molino SAG	F-101	SOFT	Servicio	480	30	0.80	60%	90.00%	33.33	25.00	41.67	20.00	15.00	25.00	1
10-02-FE-003-M	Alimentador vibratorio de recuperación No.1	F-101	VSD	Servicio	220	8	0.80	60%	87.50%	9.14	6.86	11.43	5.49	4.11	6.86	1
10-02-FE-004-M	Alimentador vibratorio de recuperación No.2	F-101	VSD	Servicio	220	8	0.80	60%	87.50%	9.14	6.86	11.43	5.49	4.11	6.86	1
10-02-FE-005-M	Alimentador vibratorio de recuperación No.3	F-101	VSD	Standby	220	8	0.80	60%	87.50%	9.14	6.86	11.43	0.00	0.00	0.00	1
10-03-CV-005-M	Faja transportadora de pebbles No. 1 del molino SAG	F-101	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	1
10-03-CV-006-M	Faja transportadora de pebbles No.2 del molino SAG	F-101	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	1
	Tecle de imán autolimpiante de faja de pebbles del molino SAG	F-101	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.10	0.08	0.13	1
	Puente grua de área de molienda	F-102	DOL	Servicio	220	11	0.80	92%	90.00%	12.22	9.17	15.28	0.56	0.42	0.70	1
10-03-MA-002-M	Imán auto limpiante de faja de pebbles del molino SAG	F-101	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	1
	Molino SAG	F-102	VSD	Servicio	4160	2000	0.65	92%	92.50%	2,162.16	2,527.85	3,326.40	1,989.19	2,325.62	3,060.29	1
	Molina de bolas	F-102	LRS	Servicio	4160	4500	0.93	92%	95.00%	4,736.84	1,911.61	5,108.03	4,009.26	1,617.99	4,323.43	1
10-03-PU-001-M	Bomba No.1 de alimentación a ciclones	F-102	VSD	Servicio	480	150	0.80	92%	92.50%	162.16	121.62	202.70	149.19	111.89	186.49	1
10-03-PU-002-M	Bomba No.2 de alimentación a ciclones	F-102	VSD	Standby	480	150	0.80	92%	92.50%	162.16	121.62	202.70	0.00	0.00	0.00	1
10-03-PU-003-M	Bomba No.1 de alimentación a lixiviación	F-102	VSD	Servicio	480	75	0.80	92%	92.50%	81.08	60.81	101.35	74.59	55.95	93.24	1
10-03-PU-004-M	Bomba No.2 de alimentación a lixiviación	F-102	VSD	Standby	480	75	0.80	92%	92.50%	81.08	60.81	101.35	0.00	0.00	0.00	1
	Bomba sumidero del área de molienda	F-102	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	1
	Bomba sumidero del área de espesador de pre-lixiviación	F-102	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	1
10-03-PU-031-M	Bomba de agua No. 1 del área de molienda	F-102	DOL	Servicio	480	22	0.80	92%	90.00%	24.44	18.33	30.56	22.49	16.87	28.11	1
10-03-PU-032-M	Bomba de agua No. 2 del área de molienda	F-102	DOL	Standby	480	22	0.80	92%	90.00%	24.44	18.33	30.56	0.00	0.00	0.00	1
10-03-SA-001-M	Muestreador A de O/F de hidrociclones	F-102	DOL	Servicio	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	1.02	0.77	1.28	1
10-03-SA-002-M	Muestreador B de O/F de hidrociclones	F-102	DOL	Servicio	220	0	0.80	92%	90.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
10-03-SC-001-M	Zaranda de remoción de impurezas	F-102	DOL	Servicio	480	11	0.80	92%	90.00%	12.22	9.17	15.28	11.24	8.43	14.06	1
10-03-TH-006-M	Espesador de pre-lixiviación	F-102	FDR	Servicio	480	11	0.80	92%	100.00%	11.00	8.25	13.75	10.12	7.59	12.65	1
10-04-AG-001-M	Agitador del tanque de lixiviación No.1	F-103	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	2
10-04-AG-002-M	Agitador del tanque de lixiviación No.2	F-103	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	2
10-04-AG-003-M	Agitador del tanque de lixiviación No.3	F-103	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	2
10-04-AG-004-M	Agitador del tanque de lixiviación No.4	F-103	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	2

Tag	Descripción	Diagrama de Flujo	Tipo de Arranque	Servicio / Stand-by	Voltaje V	Pu kW	FP	FD	EFF	Potencia Instalada			Máxima Demanda			Sub
										kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA	
10-04-AG-005-M	Agitador del tanque de lixiviación No.5	F-103	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	2
10-04-AG-006-M	Agitador del tanque de lixiviación No.6	F-103	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	2
10-04-AG-007-M	Agitador del tanque de lixiviación No.7	F-103	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	2
	Bomba sumidero No.1 del área de lixiviación	F-103	DOL	Servicio	480	22	0.80	92%	90.00%	24.44	18.33	30.56	11.24	8.43	14.06	2
	Bomba sumidero No.2 del área de lixiviación	F-103	DOL	Servicio	480	22	0.80	92%	90.00%	24.44	18.33	30.56	11.24	8.43	14.06	2
10-05-AG-018-M	Agitador del cajón de alimentación al CCD No.1	F-104	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	2
10-05-AG-019-M	Agitador del cajón de alimentación al CCD No.2	F-104	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	2
10-05-AG-020-M	Agitador del cajón de alimentación al CCD No.3	F-104	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	2
10-05-AG-021-M	Agitador del cajón de alimentación al CCD No.4	F-104	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	2
10-05-CL-001-M	Pre-clarificador	F-105	FDR	Servicio	480	11	0.80	92%	100.00%	11.00	8.25	13.75	10.12	7.59	12.65	2
10-05-PU-009-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 1	F-104	VSD	Servicio	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	55.70	41.77	69.62	2
10-05-PU-010-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 1	F-104	VSD	Standby	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	0.00	0.00	0.00	2
10-05-PU-011-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 2	F-104	VSD	Servicio	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	55.70	41.77	69.62	2
10-05-PU-012-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 2	F-104	VSD	Standby	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	0.00	0.00	0.00	2
10-05-PU-013-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 3	F-104	VSD	Servicio	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	55.70	41.77	69.62	2
10-05-PU-014-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 3	F-104	VSD	Standby	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	0.00	0.00	0.00	2
10-05-PU-015-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 4	F-104	VSD	Servicio	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	55.70	41.77	69.62	2
10-05-PU-016-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 4	F-104	VSD	Standby	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	0.00	0.00	0.00	2
	Bomba sumidero del área de espesadores CCD	F-104	DOL	Servicio	480	19	0.80	92%	90.00%	21.11	15.83	26.39	9.71	7.28	12.14	2
10-05-PU-018-M	Bomba No. 1 de underflow del pre-clarificador	F-105	DOL	Servicio	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	1.02	0.77	1.28	2
10-05-PU-019-M	Bomba No. 2 de underflow del pre-clarificador	F-105	DOL	Standby	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	0.00	0.00	0.00	2
10-05-PU-020-M	Bomba de alimentación No. 1 al filtro clarificador	F-105	VSD	Servicio	480	150	0.80	92%	92.50%	162.16	121.62	202.70	149.19	111.89	186.49	3
10-05-PU-021-M	Bomba de alimentación No. 2 al filtro clarificador	F-105	VSD	Servicio	480	150	0.80	92%	92.50%	162.16	121.62	202.70	149.19	111.89	186.49	3
10-05-PU-022-M	Bomba de alimentación No. 3 al filtro clarificador	F-105	VSD	Standby	480	150	0.80	92%	92.50%	162.16	121.62	202.70	0.00	0.00	0.00	3
10-05-PU-040-M	Bomba de distribución No. 1 de solución barren	F-108	DOL	Servicio	480	95	0.80	92%	95.00%	100.00	75.00	125.00	92.00	69.00	115.00	3
10-05-PU-041-M	Bomba de distribución No. 2 de solución barren	F-108	DOL	Servicio	480	95	0.80	92%	95.00%	100.00	75.00	125.00	92.00	69.00	115.00	3
10-05-PU-042-M	Bomba de distribución No. 3 de solución barren	F-108	DOL	Standby	480	95	0.80	92%	95.00%	100.00	75.00	125.00	0.00	0.00	0.00	3
	Bomba sumidero del área de tanque de solución barren	F-108	DOL	Servicio	480	19	0.80	92%	90.00%	21.11	15.83	26.39	9.71	7.28	12.14	3
10-05-TH-001-M	Espesador CCD No.1	F-104	FDR	Servicio	480	11	0.80	92%	100.00%	11.00	8.25	13.75	10.12	7.59	12.65	2
10-05-TH-002-M	Espesador CCD No.2	F-104	FDR	Servicio	480	11	0.80	92%	100.00%	11.00	8.25	13.75	10.12	7.59	12.65	2
10-05-TH-003-M	Espesador CCD No.3	F-104	FDR	Servicio	480	11	0.80	92%	100.00%	11.00	8.25	13.75	10.12	7.59	12.65	2
10-05-TH-004-M	Espesador CCD No.4	F-104	FDR	Servicio	480	11	0.80	92%	100.00%	11.00	8.25	13.75	10.12	7.59	12.65	2
10-06-AG-017-M	Agitador de cono mezclador de zinc	F-105	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	3
10-06-FA-001-M	Extractor de colector de polvos de zinc y nitrato de plomo	F-105	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	3
10-06-FE-006-M	Alimentador de polvo de zinc	F-105	VSD	Servicio	220	0	0.80	92%	87.50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
10-06-FE-007-M	Alimentador de polvo de nitrato de plomo	F-105	VSD	Servicio	220	0	0.80	92%	87.50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
10-06-FL-001-M	Filtro clarificador No.1	F-105	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	3
10-06-FL-002-M	Filtro clarificador No.2	F-105	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	3

Tag	Descripción	Diagrama de Flujo	Tipo de Arranque	Servicio / Stand-by	Voltaje V	Pu kW	FP	FD	EFF	Potencia Instalada			Máxima Demanda			Sub
										kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA	
10-06-FL-003-M	Filtro clarificador No.3	F-105	DOL	Standby	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.00	0.00	0.00	3
10-06-FL-004-M	Filtro de precipitados No.1	F-106	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	3
10-06-FL-005-M	Filtro de precipitados No.2	F-106	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	3
10-06-FL-006-M	Filtro de precipitados No.3	F-106	DOL	Standby	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	0.00	0.00	0.00	3
	Tecla de polvo de zinc	F-105	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.10	0.08	0.13	3
10-06-PU-023-M	Bomba de alimentación No.1 a filtro de precipitados	F-105	VSD	Servicio	480	185	0.80	92%	92.50%	200.00	150.00	250.00	184.00	138.00	230.00	3
10-06-PU-024-M	Bomba de alimentación No.2 a filtro de precipitados	F-105	VSD	Servicio	480	185	0.80	92%	92.50%	200.00	150.00	250.00	184.00	138.00	230.00	3
	Bomba sumidero de agua de los filtros clarificadores	F-105	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	3
10-06-VP-001-M	Bomba de vacío No.1 de torre de deaeración	F-105	DOL	Servicio	480	56	0.80	92%	95.00%	58.95	44.21	73.68	54.23	40.67	67.79	3
10-06-VP-002-M	Bomba de vacío No.2 de torre de deaeración	F-105	DOL	Standby	480	56	0.80	92%	95.00%	58.95	44.21	73.68	0.00	0.00	0.00	3
10-07-CR-002-M	Chancadora de escoria	F-107	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	3
10-07-FA-003-M	Extractor del colector de polvos de la planta doré	F-107	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	3
10-07-FA-007-M	Ventilador axial No.1	F-107	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	3
10-07-FA-008-M	Ventilador axial No.2	F-107	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	3
10-07-FE-008-M	Alimentador del mezclador de fundentes	F-107	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	3
10-07-FE-009-M	Alimentador del horno de fusión	F-107	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	3
10-07-FU-001-M	Horno de fusión	F-107	FDR	Servicio	480	9	0.80	92%	100.00%	9.00	6.75	11.25	8.28	6.21	10.35	3
10-07-MX-006-M	Mezclador de fundentes	F-107	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	3
	Bomba sumidero de planta doré	F-107	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	3
10-07-XM-022-M	Sistema de retorta de mercurio	F-107	FDR	Servicio	480	15	0.80	92%	100.00%	15.00	11.25	18.75	13.80	10.35	17.25	3
10-08-AG-011-M	Agitador del tanque de destrucción de cianuro	F-108	DOL	Servicio	480	150	0.80	92%	95.00%	157.89	118.42	197.37	145.26	108.95	181.58	1
10-08-AG-023-M	Agitador del tanque de remoción de cobre No. 1	F-113	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	1
10-08-AG-024-M	Agitador del tanque de remoción de cobre No. 2	F-113	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	1
10-08-AG-025-M	Agitador del tanque de remoción de arsénico No. 1	F-113	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	1
10-08-AG-026-M	Agitador del tanque de remoción de arsénico No. 2	F-113	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	1
10-08-PU-036-M	Bomba No. 1 de overflow de espesador de relaves	F-108	VSD	Servicio	220	8	0.80	92%	87.50%	9.14	6.86	11.43	8.41	6.31	10.51	1
10-08-PU-037-M	Bomba No. 2 de overflow de espesador de relaves	F-108	VSD	Standby	220	8	0.80	92%	87.50%	9.14	6.86	11.43	0.00	0.00	0.00	1
10-08-PU-038-M	Bomba No. 1 de underflow de espesador de relaves	F-108	VSD	Servicio	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	55.70	41.77	69.62	1
10-08-PU-039-M	Bomba No. 2 de underflow de espesador de relaves	F-108	VSD	Standby	480	56	0.80	92%	92.50%	60.54	45.41	75.68	0.00	0.00	0.00	1
	Bomba sumidero del área de destrucción de cianuro y relaves	F-108	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	1
10-08-PU-103-M	Bomba No.1 de agua recuperada de presa de relaves	F-108	DOL	Servicio	480	90	0.80	92%	95.00%	94.74	71.05	118.42	87.16	65.37	108.95	6-R
10-08-PU-104-M	Bomba No.2 de agua recuperada de presa de relaves	F-108	DOL	Servicio	480	90	0.80	92%	95.00%	94.74	71.05	118.42	87.16	65.37	108.95	6-R
10-08-PU-105-M	Bomba booster No.1 de agua recuperada de presa de relaves	F-108	DOL	Servicio	480	160	0.80	92%	95.00%	168.42	126.32	210.53	154.95	116.21	193.68	6
10-08-PU-106-M	Bomba booster No.2 de agua recuperada de presa de relaves	F-108	DOL	Servicio	480	160	0.80	92%	95.00%	168.42	126.32	210.53	154.95	116.21	193.68	6
10-08-PU-107-M	Bomba de tanque de agua tratada	F-113	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	1
10-08-SA-003-M	Muestreador A de descarga del tanque de destrucción	F-108	DOL	Servicio	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	1.02	0.77	1.28	1
10-08-SA-004-M	Muestreador B de descarga del tanque de destrucción	F-108	DOL	Servicio	220	0	0.80	92%	90.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
10-08-TH-005-M	Espesador de relaves	F-108	FDR	Servicio	480	11	0.80	92%	100.00%	11.00	8.25	13.75	10.12	7.59	12.65	1

Tag	Descripción	Diagrama de Flujo	Tipo de Arranque	Servicio / Stand-by	Voltaje V	kW total	FP	FD	EFF	Potencia Instalada			Máxima Demanda			Sub
										kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA	
10-09-AG-008-M	Agitador del tanque de alimentación de pre-capa a filtros de precipitados	F-106	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	3
10-09-AG-009-M	Agitador del tanque de alimentación de pre-capa a filtros clarificadores	F-106	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	3
10-09-AG-010-M	Agitador del tanque de body feed a filtros clarificadores	F-106	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	3
10-09-AG-012-M	Agitador del tanque de preparación de cal	F-109	DOL	Servicio	480	9	0.80	92%	90.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	3
10-09-AG-014-M	Agitador del tanque de preparación de floculante	F-109	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	4
10-09-AG-015-M	Agitador del tanque de preparación de MBSS	F-110	DOL	Servicio	220	4	0.80	92%	90.00%	4.44	3.33	5.56	4.09	3.07	5.11	4
10-09-AG-016-M	Agitador del tanque de prep de sulfato de cobre	F-110	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	4
10-09-AG-022-M	Agitador del tanque de prep de nitrato de plomo	F-110	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	4
10-09-AT-001-M	Alimentador vibratorio del silo de cal	F-109	DOL	Servicio	220	0	0.80	92%	90.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4
10-09-BL-001-M	Soplador de floculante	F-109	DOL	Servicio	480	22	0.80	92%	90.00%	24.44	18.33	30.56	22.49	16.87	28.11	4
10-09-FA-005-M	Extractor del tanque de preparación de MBSS	F-110	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	4
10-09-FA-006-M	Extractor del colector de polvos del silo de cal	F-109	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	3
10-09-FE-010-M	Alimentador helicoidal del silo de cal	F-109	VSD	Servicio	220	3	0.80	92%	87.50%	3.43	2.57	4.29	3.15	2.37	3.94	3
10-09-FE-011-M	Alimentador helicoidal de floculante	F-109	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	4
	Tecle de silo de cal	F-109	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.10	0.08	0.13	4
	Tecle de floculante	F-109	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.10	0.08	0.13	4
	Tecle de preparación de MBSS	F-110	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.10	0.08	0.13	4
10-09-ML-003-M	Molino apagador de cal	F-109	DOL	Servicio	480	45	0.80	92%	90.00%	50.00	37.50	62.50	46.00	34.50	57.50	3
10-09-PU-026-M	Bomba de alimentación de pre-capa a filtros de precipitados	F-106	DOL	Servicio	480	37	0.80	92%	90.00%	41.11	30.83	51.39	37.82	28.37	47.28	3
10-09-PU-027-M	Bomba de alimentación de pre-capa a filtros clarificadores	F-106	DOL	Servicio	480	37	0.80	92%	90.00%	41.11	30.83	51.39	37.82	28.37	47.28	3
10-09-PU-028-M	Bomba de body feed No. 1 a filtros de precipitados	F-106	VSD	Servicio	220	4	0.80	92%	87.50%	4.57	3.43	5.71	4.21	3.15	5.26	3
10-09-PU-029-M	Bomba de body feed No. 2 a filtros de precipitados	F-106	VSD	Standby	220	4	0.80	92%	87.50%	4.57	3.43	5.71	0.00	0.00	0.00	3
10-09-PU-030-M	Bomba de body feed No.1 a filtros clarificadores	F-106	VSD	Servicio	220	4	0.80	92%	87.50%	4.57	3.43	5.71	4.21	3.15	5.26	3
10-09-PU-043-M	Bomba de lechada de cal No.1	F-109	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	3
10-09-PU-044-M	Bomba de lechada de cal No.2	F-109	DOL	Standby	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	0.00	0.00	0.00	3
10-09-PU-045-M	Bomba de lechada de cal No.3	F-109	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	3
10-09-PU-046-M	Bomba de transferencia de cianuro de sodio	F-110	DOL	Servicio	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	1.02	0.77	1.28	4
10-09-PU-047-M	Bomba de distribución de cianuro de sodio No.1	F-110	DOL	Servicio	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	1.02	0.77	1.28	4
10-09-PU-048-M	Bomba de distribución de cianuro de sodio No.2	F-110	DOL	Standby	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	0.00	0.00	0.00	4
	Bomba sumidero del área de cianuro de sodio	F-110	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	4
10-09-PU-050-M	Bomba de transferencia de floculante	F-109	DOL	Servicio	480	11	0.80	92%	90.00%	12.22	9.17	15.28	11.24	8.43	14.06	4
10-09-PU-051-M	Bomba de dosificación de floculante al espesador CCD No.1	F-109	VSD	Servicio	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	1.05	0.79	1.31	4
10-09-PU-052-M	Bomba de dosificación de floculante al espesador CCD No.2	F-109	VSD	Servicio	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	1.05	0.79	1.31	4
10-09-PU-053-M	Bomba de dosificación de floculante al espesador CCD No.3	F-109	VSD	Servicio	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	1.05	0.79	1.31	4
10-09-PU-054-M	Bomba de dosificación de floculante al espesador CCD No.4	F-109	VSD	Servicio	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	1.05	0.79	1.31	4
10-09-PU-055-M	Bomba de dosificación de floculante al pre-clarificador	F-109	VSD	Servicio	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	1.05	0.79	1.31	4
10-09-PU-056-M	Bomba de dosificación de floculante al espesador de relaves	F-109	VSD	Servicio	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	1.05	0.79	1.31	4
10-09-PU-057-M	Bomba de dosificación de floculante a espesador de pre-lixiviación	F-109	VSD	Servicio	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	1.05	0.79	1.31	4

Tag	Descripción	Diagrama de Flujo	Tipo de Arranque	Servicio / Stand-by	Voltaje V	Pu kW	FP	FD	EFF	Potencia Instalada			Máxima Demanda			Sub
										kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA	
10-09-PU-058-M	Bomba de dosificación de floculante en stand-by	F-109	VSD	Standby	220	1	0.80	92%	87.50%	1.14	0.86	1.43	0.00	0.00	0.00	4
10-09-PU-059-M	Bomba de transferencia de MBSS	F-110	DOL	Servicio	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	1.02	0.77	1.28	4
10-09-PU-060-M	Bomba dosificadora de MBSS No.1	F-110	VSD	Servicio	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	2.10	1.58	2.63	4
10-09-PU-061-M	Bomba dosificadora de MBSS No.2	F-110	VSD	Standby	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	0.00	0.00	0.00	4
	Bomba sumidero del área de sulfato de cobre y MBSS	F-110	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	4
	Bomba sumidero del área de floculante	F-109	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	4
10-09-PU-064-M	Bomba dosificadora de sulfato de cobre No.1	F-110	VSD	Servicio	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	2.10	1.58	2.63	4
10-09-PU-065-M	Bomba dosificadora de sulfato de cobre No.2	F-110	VSD	Standby	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	0.00	0.00	0.00	4
10-09-PU-066-M	Bomba de antincrustante del tanque de solución no clarificada	F-110	DOL	Servicio	120	0	0.80	92%	90.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
10-09-PU-067-M	Bomba de antincrustante del tanque de solución barren	F-110	DOL	Servicio	120	0	0.80	92%	90.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3
	Bomba sumidero del área de preparación de cal	F-109	DOL	Servicio	480	15	0.80	92%	90.00%	16.67	12.50	20.83	7.67	5.75	9.58	3
10-09-PU-087-M	Bomba de body feed No.2 a filtros clarificadores	F-106	VSD	Standby	220	4	0.80	92%	87.50%	4.57	3.43	5.71	0.00	0.00	0.00	3
10-09-PU-088-M	Bomba de descarga de cal apagada	F-109	VSD	Servicio	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	2.10	1.58	2.63	3
10-09-PU-099-M	Bomba dosificadora de nitrato de plomo No.1	F-110	VSD	Servicio	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	2.10	1.58	2.63	4
10-09-PU-100-M	Bomba dosificadora de nitrato de plomo No.2	F-110	VSD	Standby	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	0.00	0.00	0.00	4
10-09-PU-108-M	Bomba dosificadora de sulfato férrico	F-113	VSD	Servicio	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	2.10	1.58	2.63	1
10-09-PU-109-M	Bomba dosificadora de peróxido de hidrogeno	F-113	VSD	Standby	220	2	0.80	92%	87.50%	2.29	1.71	2.86	0.00	0.00	0.00	1
10-10-PU-068-M	Bomba No.1 de distribución de agua fresca	F-111	DOL	Servicio	480	75	0.80	92%	95.00%	78.95	59.21	98.68	72.63	54.47	90.79	7
10-10-PU-069-M	Bomba No.2 de distribución de agua fresca	F-111	DOL	Standby	480	75	0.80	92%	95.00%	78.95	59.21	98.68	0.00	0.00	0.00	7
10-10-PU-070-M	Bomba jockey para agua contraincendios	F-111	DOL	Servicio	480	11	0.80	92%	90.00%	12.22	9.17	15.28	11.24	8.43	14.06	7
10-10-PU-071-M	Bomba eléctrica para agua contraincendios	F-111	DOL	Servicio	480	75	0.80	92%	95.00%	78.95	59.21	98.68	72.63	54.47	90.79	7
10-10-PU-073-M	Bomba de distribución de agua potable a duchas de emergencia No.1	F-111	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	7
10-10-PU-074-M	Bomba de distribución de agua potable a duchas de emergencia No.2	F-111	DOL	Standby	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	0.00	0.00	0.00	7
10-10-PU-094-M	Bomba de agua fresca del área de chancado	F-111	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	5
10-10-PU-095-M	Bomba No.1 de distribución de agua potable	F-111	DOL	Servicio	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	2.04	1.53	2.56	7
10-10-PU-096-M	Bomba No.2 de distribución de agua potable	F-111	DOL	Standby	220	2	0.80	92%	90.00%	2.22	1.67	2.78	0.00	0.00	0.00	7
10-11-CP-001-M	Compresor de aire del área de chancado	F-112	FDR	Servicio	480	90	0.80	92%	100.00%	90.00	67.50	112.50	74.52	55.89	93.15	5
10-11-CP-002-M	Compresor de aire No.1 de planta de procesos	F-112	FDR	Servicio	480	90	0.80	92%	100.00%	90.00	67.50	112.50	74.52	55.89	93.15	3
10-11-CP-003-M	Compresor de aire No.2 de planta de procesos	F-112	FDR	Servicio	480	90	0.80	92%	100.00%	90.00	67.50	112.50	74.52	55.89	93.15	3
10-11-CP-004-M	Compresor de aire No.3 de planta de procesos	F-112	FDR	Standby	480	90	0.80	92%	100.00%	90.00	67.50	112.50	0.00	0.00	0.00	3
10-11-XM-017-M	Planta de oxígeno	F-112	DOL	Servicio	480	712	0.80	92%	95.00%	749.47	562.11	936.84	689.52	517.14	861.89	4
	Planta de relleno en pasta	F-108	FDR	Servicio	480	1856	0.50	92%	100.00%	1,856.00	3,214.69	3,712.00	1,109.89	1,922.38	2,219.78	8
10-12-XM-034-M	Sistema de preparación de floculante de planta de relleno en pasta	F-108	FDR	Servicio	480	22	0.80	92%	100.00%	22.00	16.50	27.50	20.24	15.18	25.30	8
20-01-BD-001-M	Oficinas principales y posta medica	F-111	FDR	Servicio	480	50	0.80	92%	100.00%	50.00	37.50	62.50	46.00	34.50	57.50	12A
20-02-BD-002-M	Almacén general	F-111	FDR	Servicio	480	50	0.80	92%	100.00%	50.00	37.50	62.50	46.00	34.50	57.50	12B
20-03-BD-012-M	Garita de seguridad de sitio	F-111	FDR	Servicio	480	10	0.80	92%	100.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	12A
20-04-BD-016-M	Comedor y banos de la planta	F-111	FDR	Servicio	480	10	0.80	92%	100.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	7
20-05-BD-004-M	Garita de seguridad de planta	F-111	FDR	Servicio	480	10	0.80	92%	100.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	7

Tag	Descripción	Diagrama de Flujo	Tipo de Arranque	Servicio / Stand-by	Voltaje V	Pu kW	FP	FD	EFF	Potencia Instalada			Máxima Demanda			Sub
										kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA	
20-05-BD-005-M	Oficinas y seguridad de la planta dore	F-111	FDR	Servicio	480	10	0.80	92%	100.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	3
20-05-BD-008-M	Oficinas de planta	F-111	FDR	Servicio	480	30	0.80	92%	100.00%	30.00	22.50	37.50	27.60	20.70	34.50	7
20-06-BD-006-M	Sala de control de planta	F-111	FDR	Servicio	480	20	0.80	92%	100.00%	20.00	15.00	25.00	18.40	13.80	23.00	7
20-06-BD-017-M	Sala de control de chancado	F-111	FDR	Servicio	480	10	0.80	92%	100.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	5
20-07-BD-009-M	Taller de mantenimiento de planta	F-111	FDR	Servicio	480	50	0.80	92%	100.00%	50.00	37.50	62.50	46.00	34.50	57.50	7
20-08-BD-007-M	Laboratorio de planta	F-111	FDR	Servicio	480	50	0.80	92%	100.00%	50.00	37.50	62.50	46.00	34.50	57.50	7
20-10-BD-010-M	Almacén de reactivos	F-111	FDR	Servicio	480	10	0.80	92%	100.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	7
20-12-PU-083-M	Bomba de descarga de combustible N°1	F-112	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	7
20-12-PU-089-M	Bomba de combustible para horno	F-112	DOL	Servicio	220	3	0.80	92%	90.00%	3.33	2.50	4.17	3.07	2.30	3.83	7
20-12-XM-018-M	Surtidor de combustible de baja capacidad	F-112	DOL	Servicio	220	1	0.80	92%	90.00%	1.11	0.83	1.39	1.02	0.77	1.28	7
20-12-XM-019-M	Surtidor de combustible de alta capacidad	F-112	DOL	Servicio	480	12	0.80	92%	90.00%	13.33	10.00	16.67	12.27	9.20	15.33	7
30-03-BD-013-M	Oficina y vestidores de mina	F-111	FDR	Servicio	480	20	0.80	92%	100.00%	20.00	15.00	25.00	18.40	13.80	23.00	R
30-04-BD-011-M	Sala de preparación de muestras de mina y exploraciones	F-111	FDR	Servicio	480	20	0.80	92%	100.00%	20.00	15.00	25.00	18.40	13.80	23.00	7
30-05-BD-003-M	Taller de mantenimiento de camiones	F-111	FDR	Servicio	480	100	0.80	92%	100.00%	100.00	75.00	125.00	92.00	69.00	115.00	12C
40-02-PU-090-M	Bomba No.1 de presa de agua fresca	F-111	DOL	Servicio	480	75	0.80	92%	95.00%	78.95	59.21	98.68	72.63	54.47	90.79	5-R
40-02-PU-091-M	Bomba No.2 de presa de agua fresca	F-111	DOL	Standby	480	75	0.80	92%	95.00%	78.95	59.21	98.68	0.00	0.00	0.00	5-R
40-02-PU-092-M	Bomba booster No.1 de presa de agua fresca	F-111	DOL	Servicio	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	106.53	79.89	133.16	6
40-02-PU-093-M	Bomba booster No.2 de presa de agua fresca	F-111	DOL	Standby	480	110	0.80	92%	95.00%	115.79	86.84	144.74	0.00	0.00	0.00	6
40-09-BD-014-M	Campamento	F-111	FDR	Servicio	480	600	0.80	92%	100.00%	600.00	450.00	750.00	552.00	414.00	690.00	9
40-10-PU-097-M	Bomba No.1 de distribución de agua potable al campamento	F-111	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	9
40-10-PU-098-M	Bomba No.2 de distribución de agua potable al campamento	F-111	DOL	Standby	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	0.00	0.00	0.00	9
40-10-PU-101-M	Bomba de alimentación de agua potable a planta de procesos	F-111	DOL	Standby	220	11	0.80	92%	90.00%	12.22	9.17	15.28	0.00	0.00	0.00	9
40-10-XM-010-M	Planta de tratamiento de agua potable	F-111	FDR	Servicio	480	10	0.80	92%	100.00%	10.00	7.50	12.50	9.20	6.90	11.50	9
40-11-PU-075-M	Bomba de aguas residuales No.1	F-111	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	7
40-11-PU-076-M	Bomba de aguas residuales No.2	F-111	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	9
40-11-PU-077-M	Bomba de aguas residuales No.3	F-111	DOL	Servicio	220	8	0.80	92%	90.00%	8.89	6.67	11.11	8.18	6.13	10.22	9
40-11-PU-079-M	Bomba de efluentes	F-111	DOL	Servicio	220	6	0.80	92%	90.00%	6.67	5.00	8.33	6.13	4.60	7.67	9
	Mine Substation Underground		FDR	Servicio	480	1900	0.80	92%	100.00%	1,900.00	1,425.00	2,375.00	1,748.00	1,311.00	2,185.00	10
	Mine Ventilation Surface Ducts		FDR	Servicio	480	600	0.80	92%	100.00%	600.00	450.00	750.00	552.00	414.00	690.00	R
	Mine Compressors Surface		FDR	Servicio	480	200	0.80	92%	100.00%	200.00	150.00	250.00	165.60	124.20	207.00	R
	Mine Misc Surface		FDR	Servicio	480	500	0.80	92%	100.00%	500.00	375.00	625.00	480.00	345.00	575.00	R
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 1		FDR	Servicio	480	160	0.70	92%	100.00%	160.00	163.23	228.57	147.20	150.17	210.29	1
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 2		FDR	Servicio	480	80	0.70	92%	100.00%	80.00	81.62	114.29	73.60	75.09	105.14	2
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 3		FDR	Servicio	480	80	0.70	92%	100.00%	80.00	81.62	114.29	73.60	75.09	105.14	3
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 4		FDR	Servicio	480	40	0.70	92%	100.00%	40.00	40.81	57.14	36.80	37.54	52.57	4
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 5		FDR	Servicio	480	40	0.70	92%	100.00%	40.00	40.81	57.14	36.80	37.54	52.57	5
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 6		FDR	Servicio	480	40	0.70	92%	100.00%	40.00	40.81	57.14	36.80	37.54	52.57	6
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 7		FDR	Servicio	480	40	0.70	92%	100.00%	40.00	40.81	57.14	36.80	37.54	52.57	7

Tag	Descripción	Diagrama de Flujo	Tipo de Arranque	Servicio / Stand-by	Voltaje V	Pu kW	FP	FD	EFF	Potencia Instalada			Máxima Demanda			Sub
										kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA	
	Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 8		FDR	Servicio	480	40	0.70	92%	100.00%	40.00	40.81	57.14	36.80	37.54	52.57	8
	Transformador de servicios auxiliares 1A		DOL	Servicio	480	130.5	0.80	92%	100.00%	130.50	97.88	163.13	120.06	90.05	150.08	1
	Transformador de servicios auxiliares 1B		DOL	Servicio	480	217.4	0.80	92%	100.00%	217.39	163.04	271.74	200.00	150.00	250.00	1
	Transformador de servicios auxiliares 2		DOL	Servicio	480	130.5	0.80	92%	100.00%	130.50	97.88	163.13	120.06	90.05	150.08	2
	Transformador de servicios auxiliares 3		DOL	Servicio	480	217.4	0.80	92%	100.00%	217.39	163.04	271.74	200.00	150.00	250.00	3
	Transformador de servicios auxiliares 4		DOL	Servicio	480	130.5	0.80	92%	100.00%	130.50	97.88	163.13	120.06	90.05	150.08	4
	Transformador de servicios auxiliares 5		DOL	Servicio	480	86.96	0.80	92%	100.00%	86.96	65.22	108.70	80.00	60.00	100.00	5
	Transformador de servicios auxiliares 6		DOL	Servicio	480	86.96	0.80	92%	100.00%	86.96	65.22	108.70	80.00	60.00	100.00	6
	Transformador de servicios auxiliares 7		DOL	Servicio	480	130.5	0.80	92%	100.00%	130.50	97.88	163.13	120.06	90.05	150.08	7

Total	21,958.03	17,696.92	28,743.07	17,635.66	13,890.74	22,848.08
			<b>Factores</b>			
		<b>Reserva</b>	10%	1,763.57		2,284.81
		<b>Factor de potencia</b>	0.77			
		<b>FD reducido con banco</b>	0.995	19,399.23	1,947.23	19,496.71
		<b>Factor de corrección altura</b>	1.475			28,757.65
		<b>Total</b>		19,399.23		28,757.65
		<b>Compensación reactiva</b>	KVAR		11943.51	

## 4.2 Sala Principal 10 kV

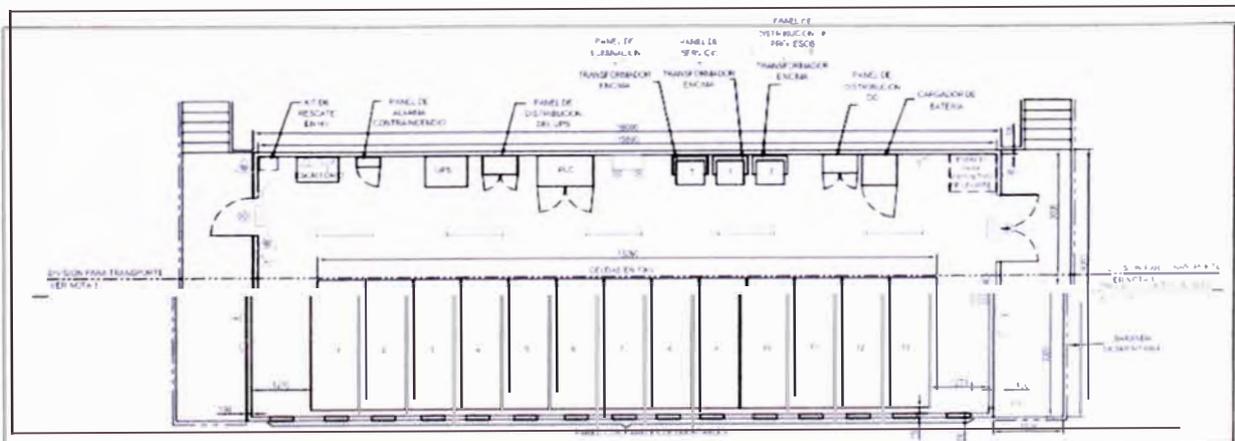
En la sala principal se encuentran los equipos que distribuirán la energía eléctrica a toda la planta de procesos y facilidades de la planta, esta sala contendrá el equipamiento que se muestra en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3.** Lista de equipos de la sala.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>01</b>	<b>SUBESTACIÓN PRINCIPAL 10kV</b>		
01.01	Celda de MT 10 kV, Sala principal	glb	1.00
01.02	Banco de condensadores, 10 kV	und	2.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto y revisión de la misma (ver plano CET0228-GEN-PL-E-0100).
- Especificaciones técnicas de las salas eléctricas. (Ver capítulo 2.6)
- Lista y disposición de equipos eléctricos dentro de la sala eléctrica. (Ver tabla 4.3 y figura 4.2).



**Figura 4.2.** Disposición de equipos (Ver plano CT0228-5800-E-826).

#### 4.2.1. Celdas de media tensión

Para la selección de la celda de media tensión requerimos de la siguiente información.

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto.
- Especificaciones técnicas de las celdas de media tensión. (Estas se encuentran en el capítulo 2.1.2)

Para la celda se requiere la distribución de energía para cada celda de salida, así como definir las celdas de llegada; para las celdas de salida se agrupa las cargas de las subestaciones y el resultado se muestra en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4. Carga por subestación.**

Ítem	Subestación	Sala	Desglose por Subestación	Nivel de Tensión (V)	Máxima Demanda KVA
1		Principal	Distribución de energía en Media tensión	10000	
2	1	1	Limpieza, Detoxificación, Molienda & Espesadores	480	1 808.00
				4160	9 781.40
3	2	2	Lixiviación & CCD	480	2 061.00
4	3	3	Tanques de almacenamiento, Planta doré & Compresores	480	2 519.00
5	4	4	Reactivos, Cianurización & planta de oxígeno	480	1 495.00
6	5	5	Chancadora y presa de agua	480	659.00
7	6	6	Transferencia de la Torre y presa de relave	480	1 338.00
8	7	7	Laboratorio, Agua potable & oficinas de planta	480	843.00
9	8		Planta de relleno en pasta	480	1 931.00
10	9		Campamento	480	929.00
11	10		Para Mina	480	4 874.00
12	12A/12B/12C		Oficina Principal y Casa de la Guardia, Almacén de Mina y Taller de vehículos	480	320.00

De la ingeniería básica se genera el Plano CET0228-GEN-PL-E-0100 Sala principal, esta ha sido diseñada previa coordinación con el cliente y siguiendo las normas (Estas se encuentran en el capítulo 2.1.2)

Tomando como referencia el diagrama unifilar de la ingeniería revisada la celda tendrá la configuración que se muestra en la tabla 4.5

**Tabla 4.5.** Configuración de la celda de la sala principal de 10 kV.

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>
	<b>Sala eléctrica principal 10kv</b>	
<b>1</b>	Celda de llegada	<b>2</b>
<b>2</b>	Celda de salida	<b>19</b>
<b>3</b>	Celda de acoplamiento de barras	<b>1</b>
<b>4</b>	Celda de enlace	<b>1</b>

#### **4.2.2. Banco de condensadores.**

Para la selección de la celda de media tensión requerimos de la siguiente información.

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para el banco de condensadores se requiere la potencia reactiva que se necesita compensar, esto lo podemos obtener del resultado del cálculo de la máxima demanda del proyecto.

Para llegar a un factor de potencia de  $FD=0.995$  se requiere compensar en 11943.41 kVAR, para ello la compensación reactiva se realizara de la

siguiente manera: En cada sala se tendrá compensación reactiva para las cargas que alimenten y en la sala principal se encontrara la compensación de la diferencia que se será aproximadamente de dos bancos de 3 MVAR según la ingeniería básica.

### 4.3 Subestación y sala eléctrica de Limpieza, Detoxificación, Molienda & Espesadores

#### 4.3.1. Máxima Demanda

De la tabla 4.2 se agrupan las cargas correspondientes a la subestación I y se obtienen los resultados que se muestran en las tablas siguientes:

**Tabla 4.6.** Cálculo de carga para el molino de bolas 4500kw en 4160 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA
<b>Total</b>	4 736.84	1 911.61	5 108.03	4 009.26	1 617.99	4 323.43
			<b>Factores</b>			
		<b>Reserva</b>	10%	400.93		432.34
		<b>Factor de potencia</b>	0.93			
		<b>FD reducido con banco</b>	0.98	4 410.19	895.53	4 500.19
		<b>Factor de corrección altura</b>	1.475			6 637.79
		<b>Total</b>		4 410.19		6 637.79
		<b>Compensación reactiva</b>	KVAR		722.46	

**Tabla 4.7.** Cálculo de carga para el molino de SAG 2000kw en 4160 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kW	kVAR	kW	kVAR
<b>Total</b>	2 162.16	2 527.85	3 326.40	1 989.19	2 325.62	3 060.29
	<b>Factores</b>					
	<b>Reserva</b>	10%		198.92		306.03
	<b>Factor de potencia</b>	0.65				
	<b>FD reducido con banco</b>	0.98		2 188.11	444.31	2 232.76
	<b>Factor de corrección altura</b>	1.475				3 293.33
	<b>Total</b>			2 188.11		3 293.33
	<b>Compensación reactiva</b>	KVAR			1881.31	

**Tabla 4.8.** Cálculo de carga de la subestación 1 en 480 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kW	kVAR	kW	kVAR
<b>Total</b>	1 639.80	1 273.08	2 078.32	1 108.98	871.51	1 412.51
	<b>Factores</b>					
	<b>Reserva</b>	10%		78.89		101.24
	<b>Factor de potencia</b>	0.78				
	<b>FD reducido con banco</b>	0.98		867.81	176.22	885.52
	<b>Factor de corrección altura</b>	1.475				1 306.14
	<b>Total</b>			867.81		1 306.14
	<b>Compensación reactiva</b>	KVAR			455.25	

#### 4.3.2. Transformador de potencia

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.6, Tabla 4.7 y Tabla 4.8.
- Agrupamiento de circuitos.

- Especificaciones técnicas de transformador de potencia. (Estas se encuentran en el capítulo 2.2.2)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.9.** Selección de la potencia del transformador

Ítem	Descripción	Tensión primaria	Carga	Tensión secundario V	Potencia de diseño kVA	Potencia Normalizada MVA
<b>A</b>	<b>Subestación 1</b>					
1	Transformador 1A	10 kV	Molino SAG	4160	3 293.33	3.5
2	Transformador 1B	10 kV	Molino de bolas	4160	6 637.79	7
3	Transformador 1C	10 kV	CCM 1	480	1 306.14	2
			Transformador de servicios auxiliares 1A	480	150	
			Transformador de servicios auxiliares 1B	480	250	

#### 4.3.3. Banco de condensadores

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.6, Tabla 4.7 y Tabla 4.8.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.10.** Selección de la compensación reactiva

Ítem	Descripción	Tensión primaria kV	Carga	Tensión operación V	Potencia de diseño kVAR	Potencia Normalizada kVAR
<b>A</b>	<b>Subestación 1</b>					
1	Banco de condensadores 1A	10	Molino SAG	4160	1881.31	1800
2	Banco de condensadores 1B	10	Molino de bolas	4160	722.46	750
3	Banco de condensadores 1C	10	CCM 1	480	455.25	500

#### 4.3.4. Centro de control de motores

Para la selección del centro de control de motores se requieren los siguientes documentos:

- Listado de cargas. (Ver tabla 4.2)
- Especificaciones técnicas de los CCM (Estas se encuentran en el capítulo 2.3.4).

Cada motor representa un circuito como se detalla en la tabla 4.11.

**Tabla 4.11.** Unidades funcionales del CCM 480 de la subestación 1.

Unidad Funcional	Tag	Descripción	Tipo de Arranque	Voltaje V	kW total	FD	EFF
1	10-01-CV-003-M	Faja transportadora overland No.2	SOFT	480	190	0.80	95.00%
2	10-02-CV-004-M	Faja transportadora de alimentación al molino SAG	SOFT	480	30	0.80	90.00%
3	10-03-PU-001-M	Bomba No.1 de alimentación a ciclones	VSD	480	150	0.80	92.50%
4	10-03-PU-002-M	Bomba No.2 de alimentación a ciclones	VSD	480	150	0.80	92.50%
5	10-03-PU-003-M	Bomba No.1 de alimentación a lixiviación	VSD	480	75	0.80	92.50%
6	10-03-PU-004-M	Bomba No.2 de alimentación a lixiviación	VSD	480	75	0.80	92.50%
7		Bomba sumidero del área de molienda	DOL	480	15	0.80	90.00%
8		Bomba sumidero del área de espesador de pre-lixiviación	DOL	480	15	0.80	90.00%
9	10-03-PU-031-M	Bomba de agua No. 1 del área de molienda	DOL	480	22	0.80	90.00%
10	10-03-PU-032-M	Bomba de agua No. 2 del área de molienda	DOL	480	22	0.80	90.00%
11	10-03-SC-001-M	Zaranda de remoción de impurezas	DOL	480	11	0.80	90.00%
12	10-03-TH-006-M	Espesador de pre-lixiviación	FDR	480	11	0.80	100.00%
13	10-08-AG-011-M	Agitador del tanque de destrucción de cianuro	DOL	480	150	0.80	95.00%
14	10-08-PU-038-M	Bomba No. 1 de underflow de espesador de relaves	VSD	480	56	0.80	92.50%
15	10-08-PU-039-M	Bomba No. 2 de underflow de espesador de relaves	VSD	480	56	0.80	92.50%
16		Bomba sumidero del área de destrucción de cianuro y relaves	DOL	480	15	0.80	90.00%
17	10-08-TH-005-M	Espesador de relaves	FDR	480	11	0.80	100.00%
18		Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 1	FDR	480	160	0.70	100.00%

**A. Ecuaciones de cálculo**

$$P = \sqrt{3} \times V \times I_n \times \cos \emptyset \dots\dots\dots (1)$$

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \emptyset} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

In: Corriente nominal

P: Potencia Activa

V: Tensión

Cos  $\emptyset$ : Factor de potencia

**B. Análisis de las unidades funcionales****B.1. Unidad Funcional 1:**

Faja transportadora overland No.2 (190 kW, 480V,  $\cos \emptyset = 0.8$ )

Arranque por arrancador electrónico, los cálculos del motor se aprecian en la tabla 4.12.

**Tabla 4.12. Cálculos del motor**

<b>Datos del motor</b>	
Tipo de Motor:	<i>MOTOR DE INDUCCION</i>
Tipo de alimentación:	Trifásico
<b>Potencia:</b>	<b>254.8 HP</b>
Potencia Activa salida:	190.00 kW (Rotor)
Potencia Activa entrada:	200.00 kW (Alimentación)
Potencia Apparente entrada:	250.00 kVA
<b>Voltaje nominal:</b>	<b>480 V</b>
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Corriente nominal:	300.71 A
Corriente de arranque:	1822.00 A (6.05 In)
FP:	0.8
EFF:	95 %

➤ **Protección contra cortocircuitos**

Ajuste máximo del dispositivo según el CEN 2006 430.52

**Tabla 4.13. Porcentaje para ajuste de protección contra sobrecarga**

Type of Motor	Percentage of Full-Load Current			
	Nontime Delay Fuse <sup>1</sup>	Dual Element (Time-Delay) Fuse <sup>1</sup>	Instantaneous Trip Breaker	Inverse Time Breaker <sup>2</sup>
Single-phase motors	300	175	800	250
AC polyphase motors other than wound-rotor				
Squirrel cage	300	175	800	250
— other than Design E or Design B energy efficient				
Design E or Design B energy efficient	300	175	1100	250
Synchronous <sup>3</sup>	300	175	800	250
Wound rotor	150	150	800	150
Direct current (constant voltage)	150	150	250	150

La corriente de diseño es 250% veces la corriente nominal.

$$I_d = 2.5 \times I_n$$

$$I_d = 902.5 \text{ A}$$

➤ **Contactador Arrancador / Protección contra sobrecarga**

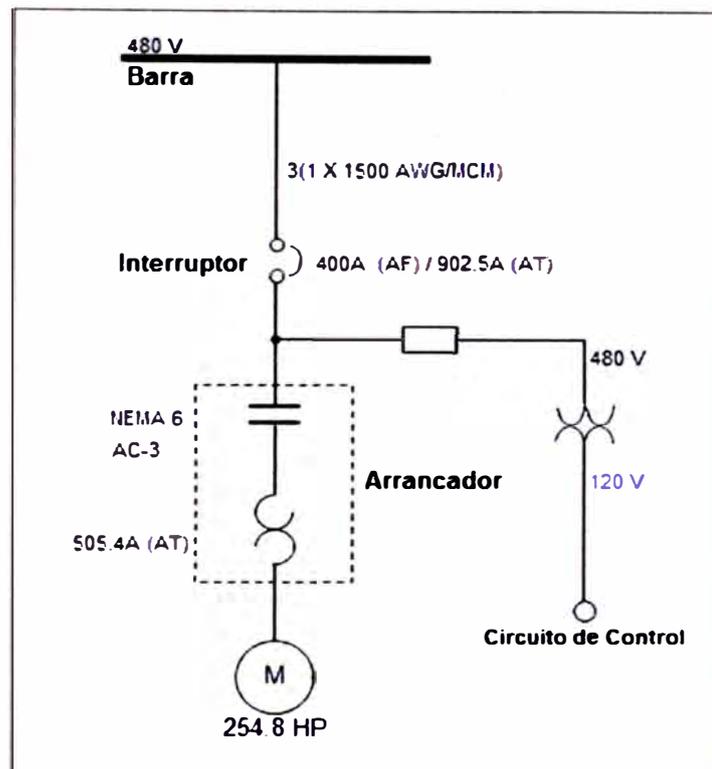
El contactor electromecánico para uso minero en arrancador electrónico se cálculo como se muestra en la tabla 4.15:

**Tabla 4.14.** Dispositivo de sobrecarga separado CEN tabla 430.32

Motors with a marked service factor 1.15 or greater	125%
Motors with a marked temperature rise 40°C or less	125%
All other motors	115%

**Tabla 4.15.** Cálculos de contactor

<b>Contactador Arrancador / Protección contra sobrecarga</b>		
Tipo de Arranque: Arranque suave (electrónico)		
Tipo de contactor: No Reversible		
Característica: Motores con un factor de servicio no menor a 1,15		
Ajuste de corriente según CEN: Artículo 430-32		
Factor para ajuste de protección:	125 % I <sub>n</sub>	
Máxima corriente de ajuste:	451.25 A	Tipo de Contactor
Tamaño del contactor:	6 NEMA	AC-3
Voltaje de operación:	460/575 V	
Cap. Del contactor hasta:	400 HP	
Amper-Frame:	540 A	



**Figura 4.3.** Diagrama del circuito del motor

## **B.2. Unidad Funcional 7:**

Bomba sumidero del área de molienda (15 kW, 480V,  $\cos\phi=0.8$ ) Arranque por estrella triángulo. Los cálculos de motor se aprecian en la tabla 4.16.

**Tabla 4.16. Cálculos del motor**

<b>Datos del motor</b>	
Tipo de Motor:	<i>MOTOR DE INDUCCION</i>
Tipo de alimentación:	Trifásico
<b>Potencia:</b>	<b>20.11 HP</b>
Potencia Activa salida:	15.00 kW (Rotor)
Potencia Activa entrada:	16.66 kW (Alimentación)
Potencia Aparente entrada:	20.83 kVA
<b>Voltaje nominal:</b>	<b>480 V</b>
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Corriente nominal:	25.05 A
Corriente de arranque:	143.80 A (6.05 In)
FP:	0.8
Eff.:	90 %

➤ **Protección contra cortocircuitos**

Ajuste máximo del dispositivo según el CEN 2006 430.52

La corriente de diseño es 250% veces la corriente nominal.

$$I_d = 2.5 \times I_n$$

$$I_d = 63 \text{ A}$$

➤ **Contactador Arrancador / Protección contra sobrecarga**

El contactor electromecánico para uso minero en arrancador electrónico se cálculo como se muestra en la tabla 4.15:

En estrella triangulo se cálculo de la siguiente manera.

Contactores en conexión triangulo:

Contactador 1 y contactador 2:

$$I_{d1} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (3)$$

Contactor 3 en conexión estrella:

$$I_{d2} = \frac{I_d}{3} \dots\dots\dots (4)$$

**Tabla 4.17. Cálculos de contactor**

<b>Contactor Arrancador / Protección contra sobrecarga</b>		
Tipo de Arranque:	Arranque suave (electrónico)	
Tipo de contactor:	No Reversible	
Característica:	Motores con un factor de servicio no menor a 1,15	
Ajuste de corriente según CEN:	Artículo 430-32	
Factor para ajuste de protección:	125 % I <sub>n</sub>	
Máxima corriente de ajuste:	31.32 A	Tipo de Contactor
Corriente de diseño I <sub>d1</sub> :	18 A	AC3
Corriente de diseño I <sub>d2</sub> :	10.43 A	AC3

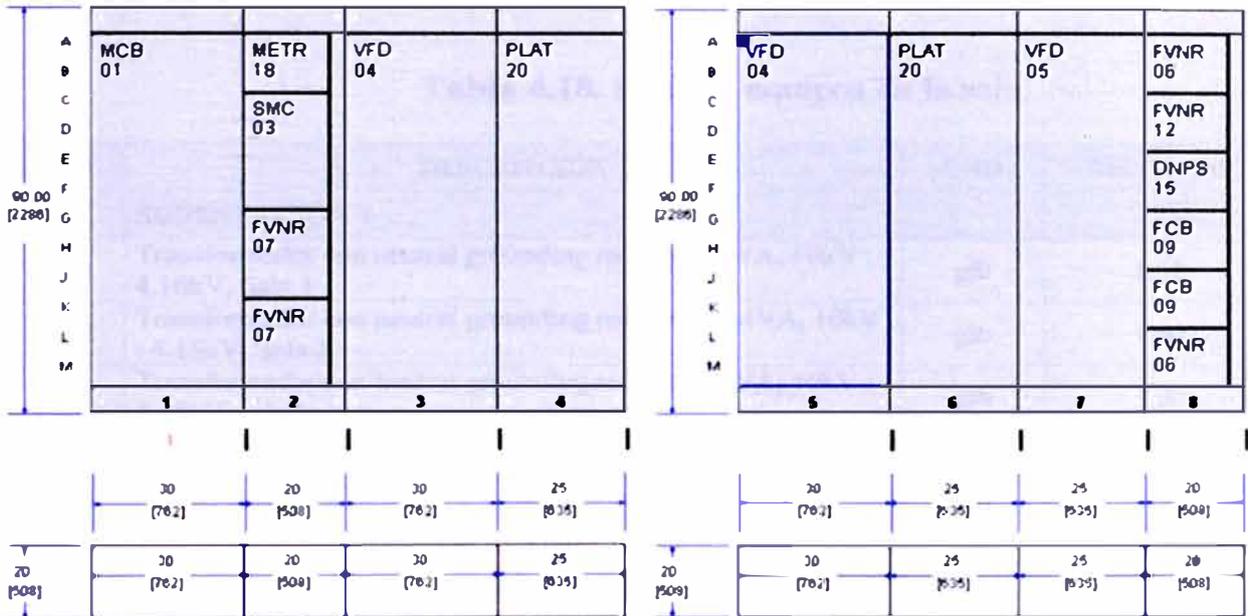
**B.3. Análisis de unidades funcionales:**

Las unidades funcionales se irán analizando una a una y con los valores obtenidos se obtiene el diagrama unifilar del centro de control de motores, dicho diagrama se representa en el plano CET0228-GEN-PL-E-0111 S1.

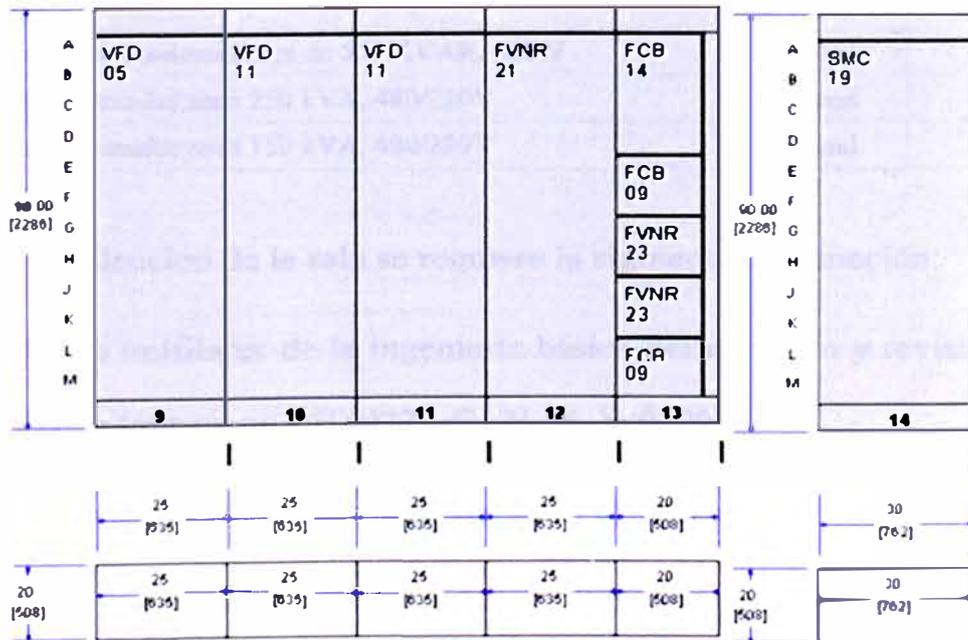
**B.4. Dimensionamiento:**

Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se realizará tomando como referencia las normas y los catálogos del fabricante, en este caso escogemos la marca “Rockwell”.

La disposición de las unidades funcionales se representa en las figuras 4.4 y 4.5.



**Figura 4.4.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 1



**Figura 4.5.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 1

#### 4.3.5. Sala eléctrica

En la sala eléctrica de la molienda se encuentran los equipos que se muestran en la tabla 4.18.

**Tabla 4.18.** Lista de equipos de la sala.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>02</b>	<b>SUBESTACIÓN 1</b>		
02.01	Transformador con neutral grounding resistor 7MVA, 10kV : 4.16kV, Sala 1	glb	1.00
02.02	Transformador con neutral grounding resistor 3.5MVA, 10kV : 4.16kV, Sala 1	glb	1.00
02.03	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, sala 1	glb	1.00
02.04	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 1 (F.P. N° 1)	glb	1.00
02.05	Switch Gear 2, 4.16 kV sala 1 (Molino de bolas)	glb	1.00
02.06	Switch Gear 3, 4.16 kV sala 1 (Molino SAG)	glb	1.00
02.07	Variador de velocidad de Media tensión 2 MW, 4.16kV	und	1.00
02.08	Liquid Resistance Starter 4.5 MW, 4.16kV	und	1.00
02.09	Centro de control de motores 480V, Sala 1	glb	1.00
02.10	Centro de control de motores 220V, Sala 1	glb	1.00
02.11	Banco de condensadores de 1800 KVAR, 4.16 kV (Molino de bolas)	und	1.00
02.12	Banco de condensadores de 800 KVAR, 4.16 kV (Molino SAG)	und	1.00
02.13	Banco de condensadores de 500 KVAR, 480 V	und	1.00
02.14	Transformador seco 250 kVA, 480/220V	und	1.00
02.15	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto y revisión de la misma (ver plano CET0228-GEN-PL-E-0100)
- Especificaciones técnicas de las salas eléctricas. (ver capítulo 2.6)
- Lista y disposición de equipos eléctricos dentro de la sala eléctrica. (Ver tabla 4.18 y figura 4.6).



#### 4.4.2. Transformador de potencia

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.19.
- Agrupamiento de circuitos.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.2.2)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.20.** Selección de la potencia del transformador de la subestación 2

Ítem	Descripción	Tensión primario	Carga	Tensión secundario V	Potencia de diseño kVA	Potencia Normalizada a MVA
A	Subestación 2					
1	Transformador 2	10	CCM 2	480 V	1 862.35	2
			Transformador de servicios auxiliares 2	480 V	150	

#### 4.4.3. Banco de condensadores

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.19
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.21.** Selección de la compensación reactiva subestación 2.

Ítem	Descripción	Tensión primario kV	Carga	Tensión operación V	Potencia de diseño kVAR	Potencia Normalizada kVAR
A	Subestación 2					
I	Banco de condensadores 2	10	CCM 2	480 V	612.29	600

#### 4.4.4. Centro de control de motores

Para la selección del centro de control de motores se requieren los siguientes documentos:

- Listado de cargas. (Ver tabla 4.2)
- Especificaciones técnicas de los CCM (Estas se encuentran en el capítulo 2.3.4).

Cada motor representa un circuito como se detalla en la tabla 4.22.

**Tabla 4.22.** Unidades funcionales del CCM 480 de la subestación 2.

Unidad Funcional	Tag	Descripción	Tipo de Arranque	Voltaje V	kW total	FD	EFF
1	10-04-AG-001-M	Agitador del tanque de lixiviación No.1	DOL	480	110	0.80	95.00%
2	10-04-AG-002-M	Agitador del tanque de lixiviación No.2	DOL	480	110	0.80	95.00%
3	10-04-AG-003-M	Agitador del tanque de lixiviación No.3	DOL	480	110	0.80	95.00%
4	10-04-AG-004-M	Agitador del tanque de lixiviación No.4	DOL	480	110	0.80	95.00%
5	10-04-AG-005-M	Agitador del tanque de lixiviación No.5	DOL	480	110	0.80	95.00%
6	10-04-AG-006-M	Agitador del tanque de lixiviación No.6	DOL	480	110	0.80	95.00%
7	10-04-AG-007-M	Agitador del tanque de lixiviación No.7	DOL	480	110	0.80	95.00%
8		Bomba sumidero No.1 del área de lixiviación	DOL	480	22	0.80	90.00%
9		Bomba sumidero No.2 del área de lixiviación	DOL	480	22	0.80	90.00%
10	10-05-CL-001-M	Pre-clarificador	FDR	480	11	0.80	100.00%
11	10-05-PU-009-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 1	VSD	480	56	0.80	92.50%
12	10-05-PU-010-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 1	VSD	480	56	0.80	92.50%
13	10-05-PU-011-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 2	VSD	480	56	0.80	92.50%
14	10-05-PU-012-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 2	VSD	480	56	0.80	92.50%
15	10-05-PU-013-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 3	VSD	480	56	0.80	92.50%
16	10-05-PU-014-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 3	VSD	480	56	0.80	92.50%
17	10-05-PU-015-M	Bomba No. 1 de underflow del espesador CCD No. 4	VSD	480	56	0.80	92.50%
18	10-05-PU-016-M	Bomba No. 2 de underflow del espesador CCD No. 4	VSD	480	56	0.80	92.50%
19		Bomba sumidero del área de espesadores CCD	DOL	480	19	0.80	90.00%
20	10-05-TH-001-M	Espesador CCD No.1	FDR	480	11	0.80	100.00%
21	10-05-TH-002-M	Espesador CCD No.2	FDR	480	11	0.80	100.00%
22	10-05-TH-003-M	Espesador CCD No.3	FDR	480	11	0.80	100.00%
23	10-05-TH-004-M	Espesador CCD No.4	FDR	480	11	0.80	100.00%
24		Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 2	FDR	480	80	0.70	100.00%

## A. Análisis de las unidades funcionales

### A.1. Análisis de unidades funcionales:

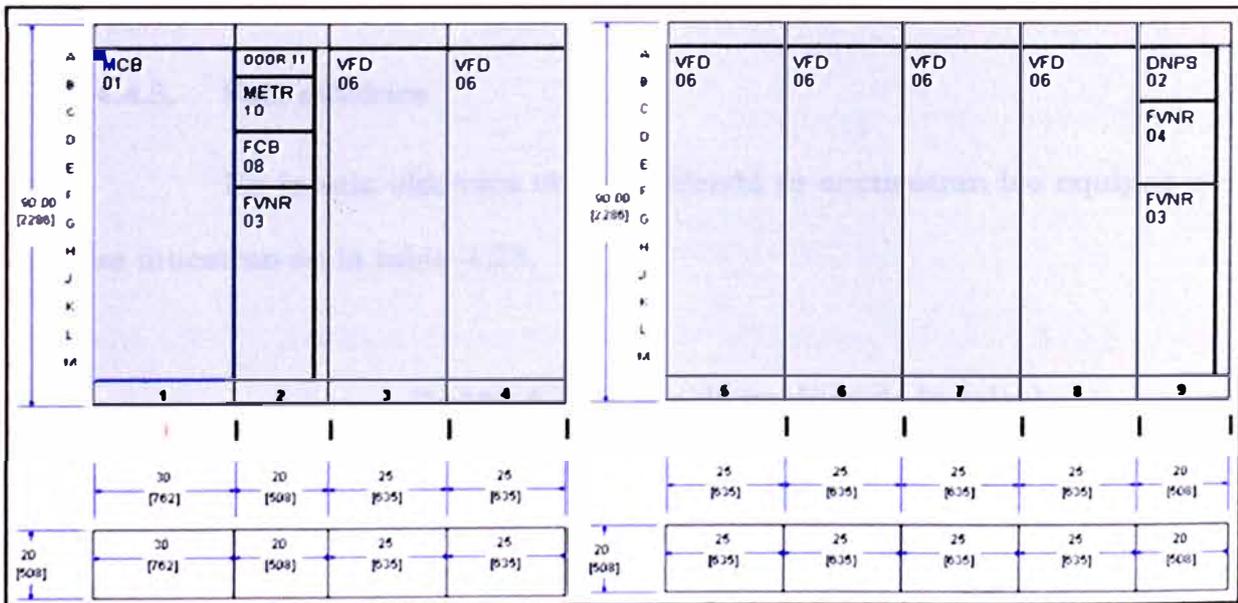
Las unidades funcionales de manera análoga siguiendo el mismo criterio que en el capítulo 4\ 4.3 \ 4.3.4 \ B \ B.1 y B.2 se irán analizando

una a una y con los valores obtenidos se obtiene el diagrama unifilar del centro de control de motores, dicho diagrama se representa en el plano CET0228-GEN-PL-E-0113 S2.

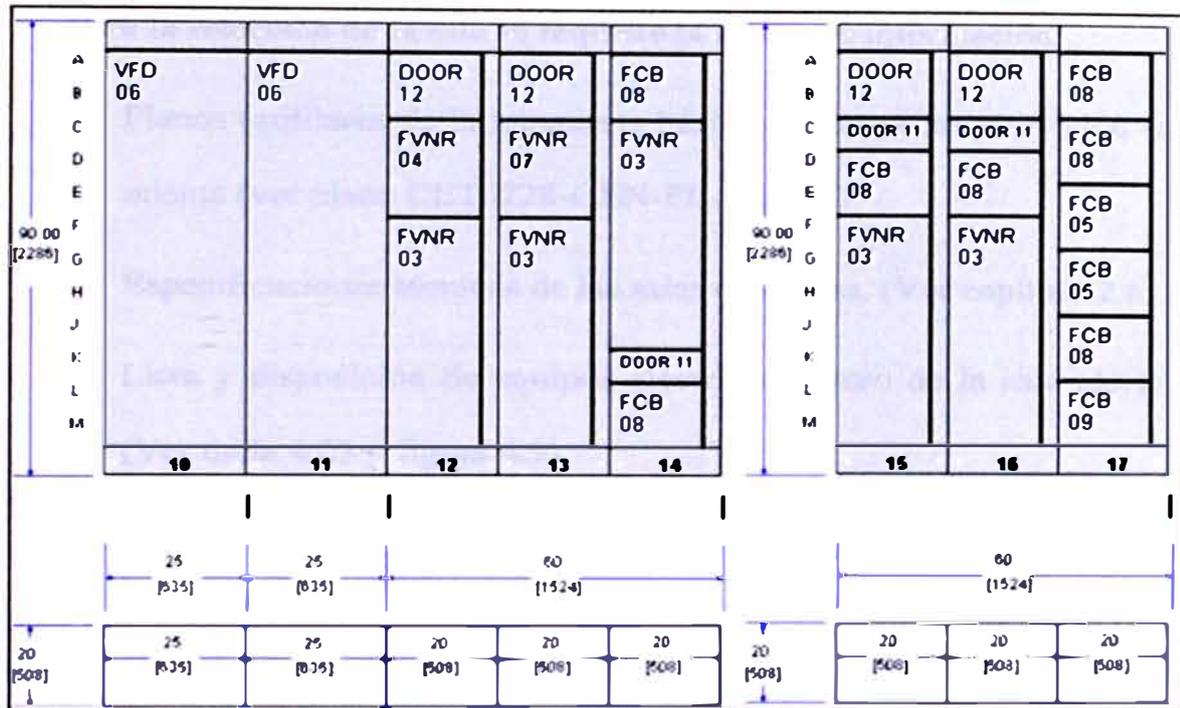
**A.2. Dimensionamiento:**

Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se realizará tomando como referencia las normas y los catálogos del fabricante, en este caso escogemos la marca “Rockwell”.

La disposición de las unidades funcionales se representa en las figuras 4.7 y 4.8.



**Figura 4.7.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 2



**Figura 4.8.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 2

#### 4.4.5. Sala eléctrica

En la sala eléctrica de la molienda se encuentran los equipos que se muestran en la tabla 4.23.

**Tabla 4.23.** Lista de equipos de la sala 2.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>03</b>	<b>SUBESTACIÓN 2</b>		
03.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 2	glb	1.00
03.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 2 (F.P. N° 2)	glb	1.00
03.03	Centro de control de motores 480V, Sala 2	glb	1.00
03.04	Centro de control de motores 220V, Sala 2	glb	1.00
03.05	Banco de condensadores de 600 KVAR, 480 V	und	1.00
03.06	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00



**Tabla 4.24.** Cálculo de carga de la subestación 3 en 480 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA
Total	1 901.71	1 447.90	2 391.43	1 322.09	1 011.45	1 665.75
			<b>Factores</b>			
		<b>Reserva</b>	10%	132.21		166.57
		<b>Factor de potencia</b>	0.79			
		<b>FD reducido con banco</b>	0.98	1 454.29	295.31	1 483.97
		<b>Factor de corrección altura</b>	1.475			2 188.86
		<b>Total</b>		1 454.29		2 188.86
		<b>Compensación reactiva</b>	KVAR		716.14	

#### 4.5.2. Transformador de potencia

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.23.
- Agrupamiento de circuitos.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.2.2)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.25.** Selección de la potencia del transformador de la subestación 3

Ítem	Descripción	Tensión primario	Carga	Tensión secundario V	Potencia de diseño kVA	Potencia Normalizada MVA
A	Subestación 3					
1	Transformador 3	10 kV	CCM 3	480 V	2 188.86	2.5
			Transformador de servicios auxiliares 3	480 V	250	

#### 4.5.3. Banco de condensadores

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.24
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.26.** Selección de la compensación reactiva subestación 3.

Ítem	Descripción	Tensión primario kV	Carga	Tensión operación V	Potencia de diseño kVAR	Potencia Normalizada kVAR
A	Subestación 3					
1	Banco de condensadores 3	10 kV	CCM 3	480 V	716.14	700

#### 4.5.4. Centro de control de motores

Para la selección del centro de control de motores se requieren los siguientes documentos:

- Listado de cargas. (Ver tabla 4.2)
- Especificaciones técnicas de los CCM (Estas se encuentran en el capítulo 2.3.4).

Cada motor representa un circuito como se detalla en la tabla 4.27.

**Tabla 4.27. Unidades funcionales del CCM 480 de la subestación 3.**

Unidad Funcional	Tag	Descripción	Tipo de Arranque	Voltaje V	kW total	FD	EFF
1	10-05-PU-020-M	Bomba de alimentación No. 1 al filtro clarificador	VSD	480	150	0.80	92.50%
2	10-05-PU-021-M	Bomba de alimentación No. 2 al filtro clarificador	VSD	480	150	0.80	92.50%
3	10-05-PU-022-M	Bomba de alimentación No. 3 al filtro clarificador	VSD	480	150	0.80	92.50%
4	10-05-PU-040-M	Bomba de distribución No. 1 de solución barren	DOL	480	95	0.80	95.00%
5	10-05-PU-041-M	Bomba de distribución No. 2 de solución barren	DOL	480	95	0.80	95.00%
6	10-05-PU-042-M	Bomba de distribución No. 3 de solución barren	DOL	480	95	0.80	95.00%
7		Bomba sumidero del área de tanque de solución barren	DOL	480	19	0.80	90.00%
8	10-06-PU-023-M	Bomba de alimentación No.1 a filtro de precipitados	VSD	480	185	0.80	92.50%
9	10-06-PU-024-M	Bomba de alimentación No.2 a filtro de precipitados	VSD	480	185	0.80	92.50%
10		Bomba sumidero de agua de los filtros clarificadores	DOL	480	15	0.80	90.00%
11	10-06-VP-001-M	Bomba de vacío No.1 de torre de desareación	DOL	480	56	0.80	95.00%
12	10-06-VP-002-M	Bomba de vacío No.2 de torre de desareación	DOL	480	56	0.80	95.00%
13	10-07-FU-001-M	Horno de fusión	FDR	480	9	0.80	100.00%
14		Bomba sumidero de planta doré	DOL	480	15	0.80	90.00%
15	10-07-XM-022-M	Sistema de retorta de mercurio	FDR	480	15	0.80	100.00%
16	10-09-AG-012-M	Agitador del tanque de preparación de cal	DOL	480	9	0.80	90.00%
17	10-09-ML-003-M	Molino apagador de cal	DOL	480	45	0.80	90.00%
18	10-09-PU-026-M	Bomba de alimentación de pre-capa a filtros de precipitados	DOL	480	37	0.80	90.00%
19	10-09-PU-027-M	Bomba de alimentación de pre-capa a filtros clarificadores	DOL	480	37	0.80	90.00%
20		Bomba sumidero del área de preparación de cal	DOL	480	15	0.80	90.00%
21	10-11-CP-002-M	Compresor de aire No.1 de planta de procesos	FDR	480	90	0.80	100.00%
22	10-11-CP-003-M	Compresor de aire No.2 de planta de procesos	FDR	480	90	0.80	100.00%
23	10-11-CP-004-M	Compresor de aire No.3 de planta de procesos	FDR	480	90	0.80	100.00%
24	20-05-BD-005-M	Oficinas y seguridad de la planta doré	FDR	480	10	0.80	100.00%
25		Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 3	FDR	480	80	0.70	100.00%

## **A. Análisis de las unidades funcionales**

### **A.1. Análisis de unidades funcionales:**

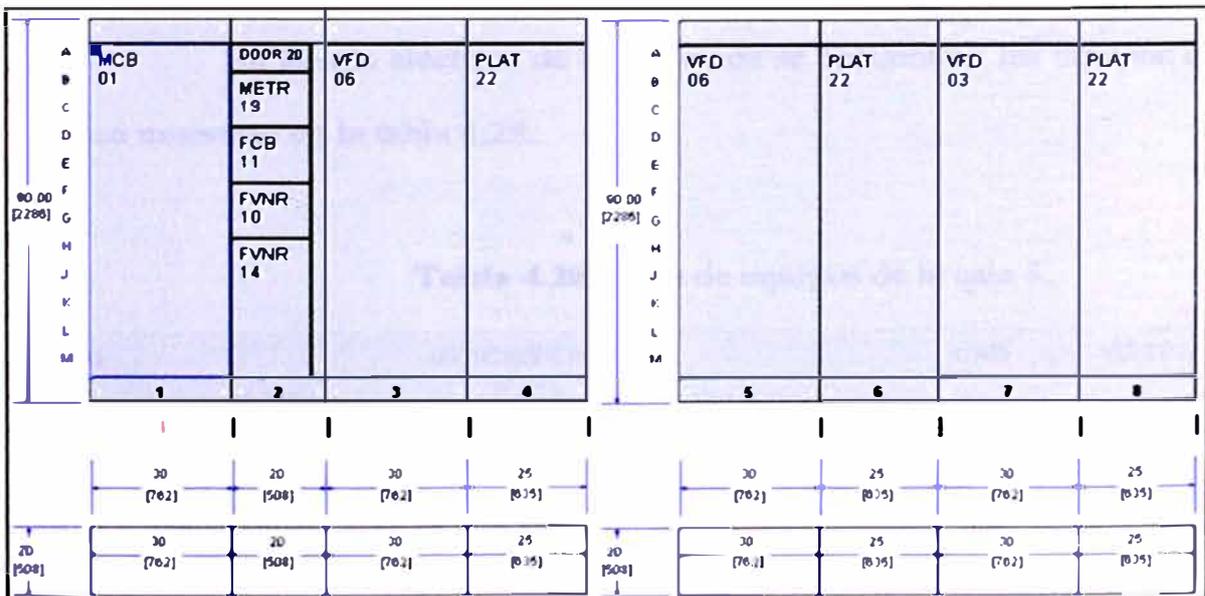
Las unidades funcionales de manera análoga siguiendo el mismo criterio que en el capítulo 4\ 4.3 \ 4.3.4 \ B \ B.1 y B.2 se irán analizando

una a una y con los valores obtenidos se obtiene el diagrama unifilar del centro de control de motores, dicho diagrama se representa en el plano CET0228-GEN-PL-E-0115 S3.

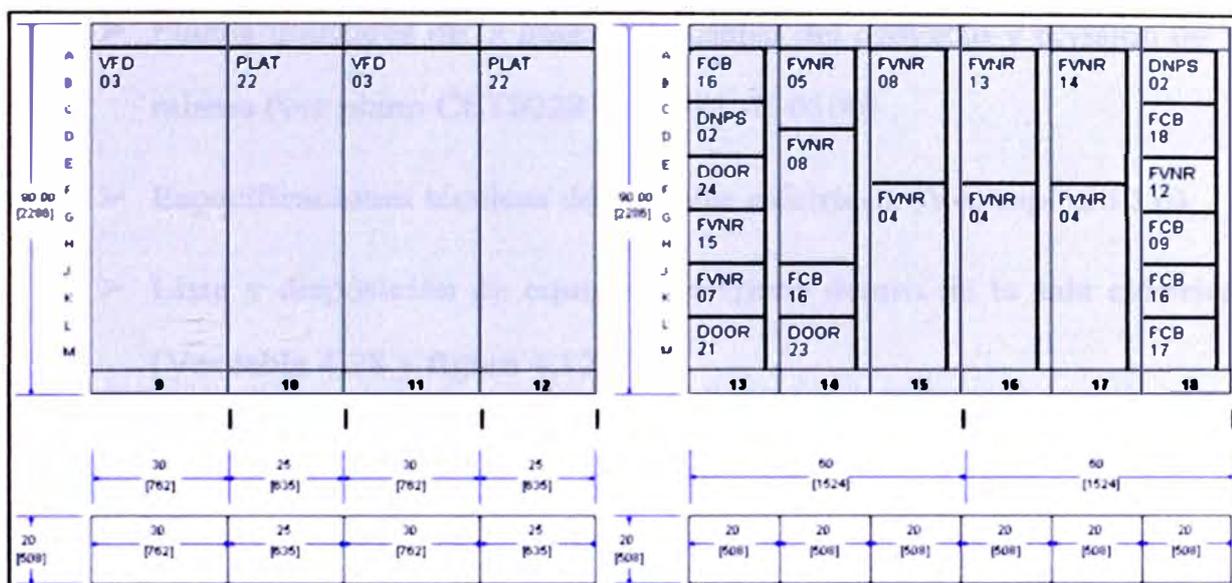
**A.2. Dimensionamiento:**

Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se realizará tomando como referencia las normas y los catálogos del fabricante, en este caso escogemos la marca “Rockwell”.

La disposición de las unidades funcionales se representa en las figuras 4.10 y 4.11.



**Figura 4.10.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 3



**Figura 4.11.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 3

#### 4.5.5. Sala eléctrica

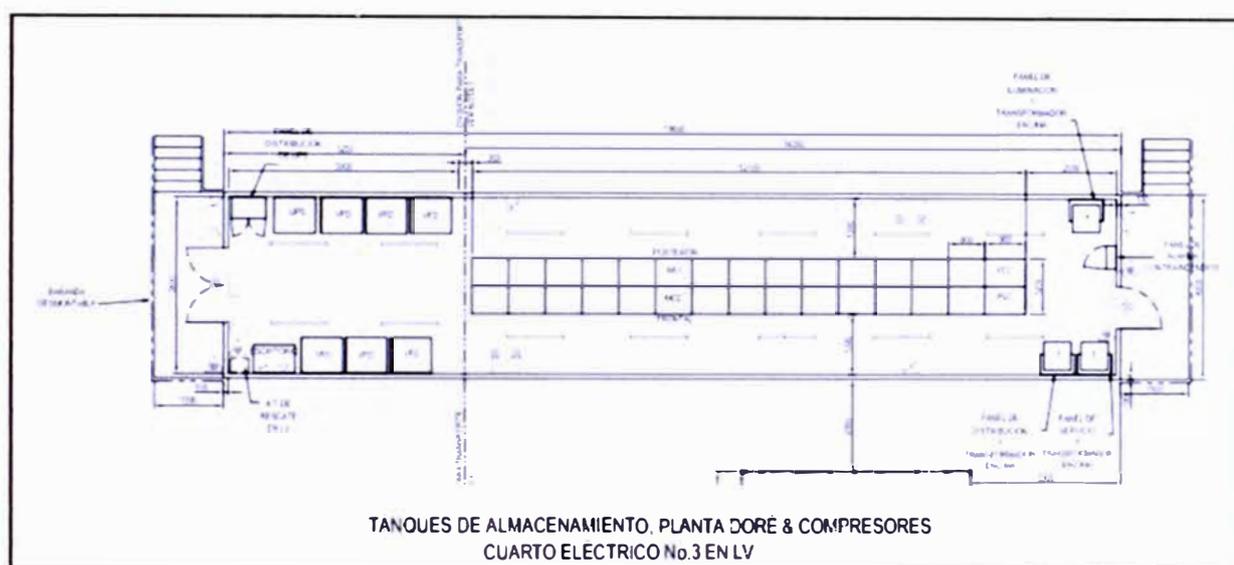
En la sala eléctrica de la molienda se encuentran los equipos que se muestran en la tabla 4.28.

**Tabla 4.28.** Lista de equipos de la sala 3.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>04</b>	<b>SUBESTACIÓN 3</b>		
04.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 3	glb	1.00
04.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 3 (F.P. N° 3)	glb	1.00
04.03	Centro de control de motores 480V, Sala 3	glb	1.00
04.04	Centro de control de motores 220V, Sala 3	glb	1.00
04.05	Banco de condensadores de 750 KVAR, 480 V	und	1.00
04.06	Transformador seco 250 kVA, 480/220V	und	1.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto y revisión de la misma (ver plano CET0228-GEN-PL-E-0100)
- Especificaciones técnicas de las salas eléctricas. (Ver capítulo 2.6)
- Lista y disposición de equipos eléctricos dentro de la sala eléctrica. (Ver tabla 4.28 y figura 4.12).



**Figura 4.12.** Disposición de equipos sala 3 (Ver plano CT0228-5800-E-856).

## 4.6 Subestación y sala eléctrica de Reactivos & planta de oxígeno

### 4.6.1. Máxima Demanda

De la tabla 4.2 se agrupan las cargas correspondientes a la subestación 4 y se obtienen los resultados que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 4.29.** Cálculo de carga de la subestación 4 en 480 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA
Total	876.14	667.91	1 102.32	783.05	597.23	985.38
			<b>Factores</b>			
	<b>Reserva</b>		10%	78.30		98.54
	<b>Factor de potencia</b>		0.79			
	<b>FD reducido con banco</b>		0.98	861.35	174.91	878.93
	<b>Factor de corrección altura</b>		1.475			1 296.43
	<b>Total</b>			861.35		1 296.43
	<b>Compensación reactiva</b>	KVAR			422.32	

#### 4.6.2. Transformador de potencia

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.29.
- Agrupamiento de circuitos.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.2.2)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.30.** Selección de la potencia del transformador de la subestación 4

Ítem	Descripción	Tensión primario	Carga	Tensión secundario V	Potencia de diseño kVA	Potencia Normalizada a MVA
A	Subestación 4					
1	Transformador 4	10 kV	CCM 4	480 V	1 296.43	2
			Transformador de servicios auxiliares 4	480 V	150	

#### 4.6.3. Banco de condensadores

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.29
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.31.** Selección de la compensación reactiva subestación 4.

Ítem	Descripción	Tensión primario kV	Carga	Tensión operación V	Potencia de diseño kVAR	Potencia Normalizada kVAR
A	Subestación 4					
I	Banco de condensadores 4	10 kV	CCM 4	480 V	422.32	400

#### 4.6.4. Centro de control de motores

Para la selección del centro de control de motores se requieren los siguientes documentos:

- Listado de cargas. (Ver tabla 4.2)
- Especificaciones técnicas de los CCM (Estas se encuentran en el capítulo 2.3.4).

Cada motor representa un circuito como se detalla en la tabla 4.32.

**Tabla 4.32.** Unidades funcionales del CCM 480 de la subestación 4.

Unidad Funcional	Tag	Descripción	Tipo de Arranque	Voltaje V	kW total	FD	EFF
1	10-09-BL-001-M	Soplador de floculante	DOL	480	22	0.80	90.00%
2		Bomba sumidero del área de cianuro de sodio	DOL	480	15	0.80	90.00%
3	10-09-PU-050-M	Bomba de transferencia de floculante	DOL	480	11	0.80	90.00%
4		Bomba sumidero del área de sulfato de cobre y MBSS	DOL	480	15	0.80	90.00%
5		Bomba sumidero del área de floculante	DOL	480	15	0.80	90.00%
6	10-11-XM-017-M	Planta de oxígeno	DOL	480	712	0.80	95.00%
7		Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 4	FDR	480	40	0.70	100.00%

## **A. Análisis de las unidades funcionales**

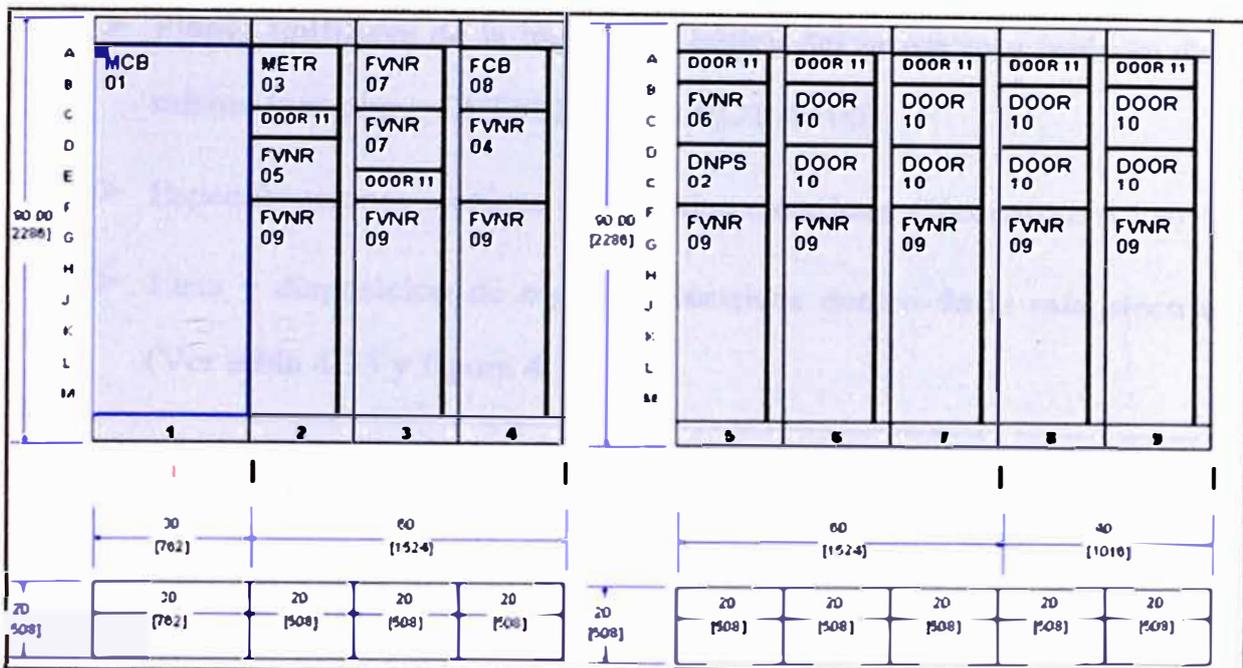
### **A.1. Análisis de unidades funcionales:**

Las unidades funcionales de manera análoga siguiendo el mismo criterio que en el capítulo 4\ 4.3 \ 4.3.4 \ B \ B.1 y B.2 se irán analizando una a una y con los valores obtenidos se obtiene el diagrama unifilar del centro de control de motores, dicho diagrama se representa en el plano CET0228-GEN-PL-E-0117 S4.

### **A.2. Dimensionamiento:**

Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se realizará tomando como referencia las normas y los catálogos del fabricante, en este caso escogemos la marca “Rockwell”.

La disposición de las unidades funcionales se representa en la figura 4.13.



**Figura 4.13.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 4

#### 4.6.5. Sala eléctrica

En la sala eléctrica de la molienda se encuentran los equipos que se muestran en la tabla 4.34.

**Tabla 4.33.** Lista de equipos de la sala 4.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>05</b>	<b>SUBESTACIÓN 4</b>		
05.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 4	glb	1.00
05.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 4 (F.P. N° 4)	glb	1.00
05.03	Centro de control de motores 480V, Sala 4	glb	1.00
05.04	Centro de control de motores 220V, Sala 4	glb	1.00
05.05	Banco de condensadores de 350 KVAR, 480 V	und	1.00
05.06	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:



**Tabla 4.34.** Cálculo de carga de la subestación 5 en 480 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA
<b>Total</b>	518.19	399.45	654.88	318.36	248.71	404.52
			<b>Factores</b>			
		<b>Reserva</b>	10%	31.84		40.45
		<b>Factor de potencia</b>	0.79			
		<b>FD reducido con banco</b>	0.98	350.20	71.11	357.34
		<b>Factor de corrección altura</b>	1.475			527.08
		<b>Total</b>		350.20		527.08
		<b>Compensación reactiva</b>	KVAR		177.60	

#### 4.7.2. Transformador de potencia

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.34.
- Agrupamiento de circuitos.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.2.2)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.35.** Selección de la potencia del transformador de la subestación 5

Ítem	Descripción	Tensión primario	Carga	Tensión secundario V	Potencia de diseño kVA	Potencia Normalizada MVA
A	Subestación 5					
1	Transformador 5	10 kV	CCM 5	480 V	527.08	1
			Transformador de servicios auxiliares 5	480 V	100	

#### 4.7.3. Banco de condensadores

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.34
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.36.** Selección de la compensación reactiva subestación 5.

Ítem	Descripción	Tensión primario kV	Carga	Tensión operación V	Potencia de diseño kVAR	Potencia Normalizada kVAR
A	Subestación 5					
1	Banco de condensadores 5	10 kV	CCM 5	480 V	177.6	150

#### 4.7.4. Centro de control de motores

Para la selección del centro de control de motores se requieren los siguientes documentos:

- Listado de cargas. (Ver tabla 4.2)
- Especificaciones técnicas de los CCM (Estas se encuentran en el capítulo 2.3.4).

Cada motor representa un circuito como se detalla en la tabla 4.37.

**Tabla 4.37.** Unidades funcionales del CCM 480 de la subestación 5.

Unidad Funcional	Tag	Descripción	Tipo de Arranque	Voltaje V	kW total	FD	EFF
1	10-01-CR-001-M	Chancadora primaria de mandíbulas	DOL	480	160	0.80	95.00%
2	10-01-CV-001-M	Faja transportadora de chancado primario	SOFT	480	11	0.80	90.00%
3	10-01-FE-002-M	Alimentador vibratorio	VSD	480	24	0.80	87.50%
4		Pluma giratoria de la chancadora primaria	DOL	480	11	0.80	90.00%
5	10-11-CP-001-M	Compresor de aire del área de chancado	FDR	480	90	0.80	100.00%
6	20-06-BD-017-M	Sala de control de chancado	FDR	480	10	0.80	100.00%
7	40-02-PU-090-M	Bomba No.1 de presa de agua fresca	DOL	480	75	0.80	95.00%
8	40-02-PU-091-M	Bomba No.2 de presa de agua fresca	DOL	480	75	0.80	95.00%
9		Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 5	FDR	480	40	0.70	100.00%

## A. Análisis de las unidades funcionales

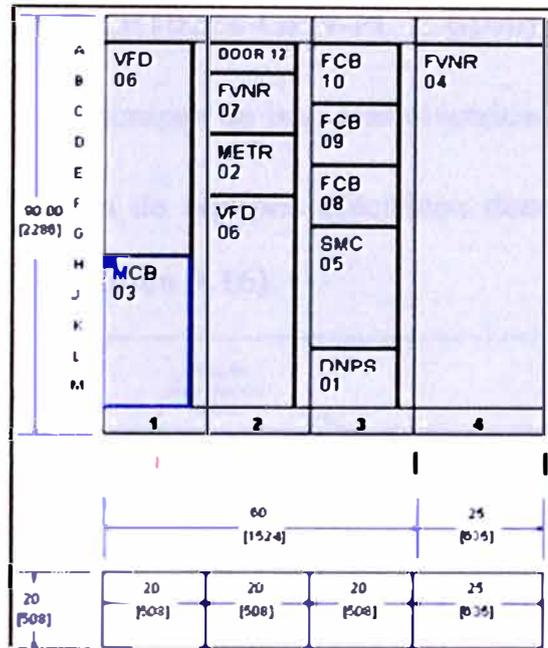
### A.1. Análisis de unidades funcionales:

Las unidades funcionales de manera análoga siguiendo el mismo criterio que en el capítulo 4\ 4.3 \ 4.3.4 \ B \ B.1 y B.2 se irán analizando una a una y con los valores obtenidos se obtiene el diagrama unifilar del centro de control de motores, dicho diagrama se representa en el plano CET0228-GEN-PL-E-0119 S5.

### A.2. Dimensionamiento:

Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se realizará tomando como referencia las normas y los catálogos del fabricante, en este caso escogemos la marca “Rockwell”.

La disposición de las unidades funcionales se representa en la figura 4.15.



**Figura 4.15.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 5

#### 4.7.5. Sala eléctrica

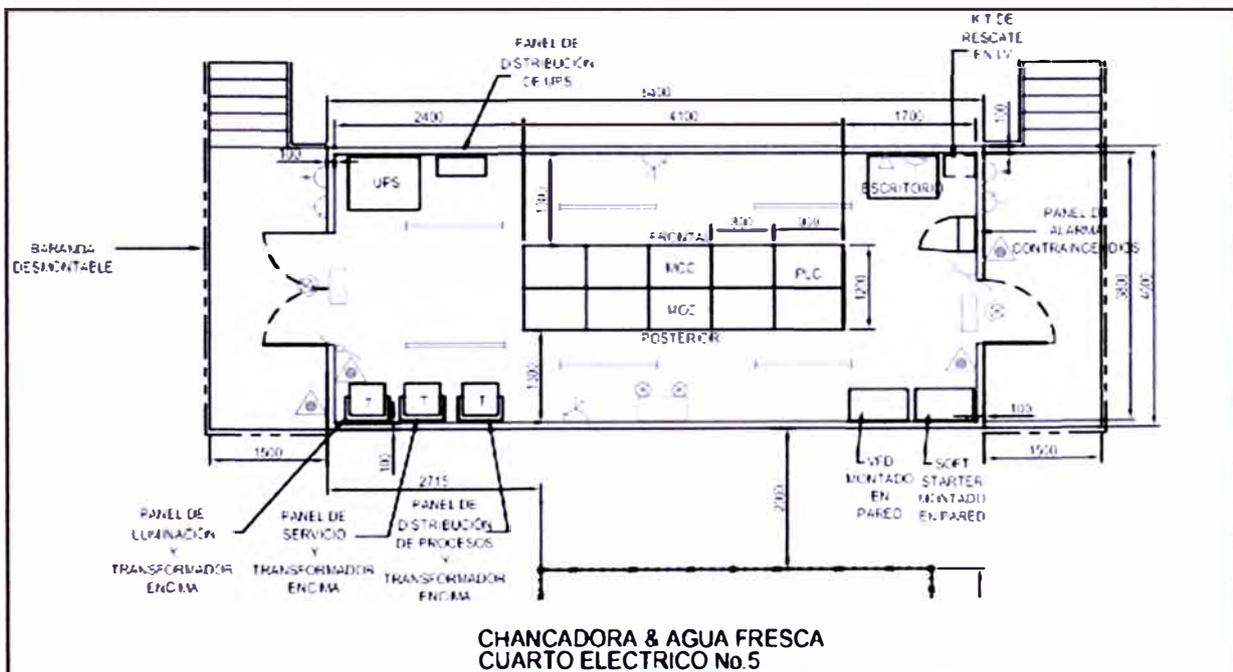
En la sala eléctrica de la molienda se encuentran los equipos que se muestran en la tabla 4.38.

**Tabla 4.38.** Lista de equipos de la sala 5.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>06</b>	<b>SUBESTACIÓN 5</b>		
06.01	Transformador con neutral grounding resistor 1MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 5	glb	1.00
06.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 5 (F.P. N° 5)	glb	1.00
06.03	Centro de control de motores 480V, Sala 5	glb	1.00
06.04	Centro de control de motores 220V, Sala 5	glb	1.00
06.05	Banco de condensadores de 150 KVAR, 480 V	und	1.00
06.06	Transformador seco 100 kVA, 480/220V	und	1.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto y revisión de la misma (ver plano CET0228-GEN-PL-E-0100)
- Especificaciones técnicas de las salas eléctricas. (Ver capítulo 2.6)
- Lista y disposición de equipos eléctricos dentro de la sala eléctrica. (Ver tabla 4.38 y figura 4.16).



**Figura 4.16.** Disposición de equipos sala 5 (Ver plano CT0228-5800-E-830).

## 4.8 Subestación y sala eléctrica de Transferencia de la Torre

### 4.8.1. Máxima Demanda

De la tabla 4.2 se agrupan las cargas correspondientes a la subestación 6 y se obtienen los resultados que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 4.39.** Cálculo de carga de la subestación 6 en 480 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA
Total	966.32	735.55	1 215.04	728.59	556.39	917.31
	<b>Factores</b>					
	<b>Reserva</b>		10%	72.86		91.73
	<b>Factor de potencia</b>		0.79			
	<b>FD reducido con banco</b>		0.98	801.45	162.74	817.80
	<b>Factor de corrección altura</b>		1.475			1 206.26
	<b>Total</b>			801.45		1 206.26
	<b>Compensación reactiva</b>	KVAR			393.64	

#### 4.8.2. Transformador de potencia

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.39.
- Agrupamiento de circuitos.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.2.2)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.40.** Selección de la potencia del transformador de la subestación 6

Ítem	Descripción	Tensión primaria	Carga	Tensión secundario V	Potencia de diseño kVA	Potencia Normalizada MVA
A	Subestación 6					
1	Transformador 6	10 kV	CCM 6	480 V	1 206.26	2
			Transformador de servicios auxiliares 6	480 V	100	

### 4.8.3. Banco de condensadores

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.39
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.41.** Selección de la compensación reactiva subestación 6.

Ítem	Descripción	Tensión primario kV	Carga	Tensión operación V	Potencia de diseño kVAR	Potencia Normalizada kVAR
A	Subestación 6					
1	Banco de condensadores 6	10 kV	CCM 6	480 V	393.64	350

### 4.8.4. Centro de control de motores

Para la selección del centro de control de motores se requieren los siguientes documentos:

- Listado de cargas. (Ver tabla 4.2)
- Especificaciones técnicas de los CCM (Estas se encuentran en el capítulo 2.3.4).

Cada motor representa un circuito como se detalla en la tabla 4.42.

**Tabla 4.42.** Unidades funcionales del CCM 480 de la subestación 6.

Unidad Funcional	Tag	Descripción	Tipo de Arranque	Voltaje V	kW total	FD	EFF
1	10-01-CV-002-M	Faja transportadora overland No.1	SOFT	480	160	0.80	95.00%
2	10-08-PU-103-M	Bomba No.1 de agua recuperada de presa de relaves	DOL	480	90	0.80	95.00%
3	10-08-PU-104-M	Bomba No.2 de agua recuperada de presa de relaves	DOL	480	90	0.80	95.00%
4	10-08-PU-105-M	Bomba booster No.1 de agua recuperada de presa de relaves	DOL	480	160	0.80	95.00%
5	10-08-PU-106-M	Bomba booster No.2 de agua recuperada de presa de relaves	DOL	480	160	0.80	95.00%
6	40-02-PU-092-M	Bomba booster No.1 de presa de agua fresca	DOL	480	110	0.80	95.00%
7	40-02-PU-093-M	Bomba booster No.2 de presa de agua fresca	DOL	480	110	0.80	95.00%
8		Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 6	FDR	480	40	0.70	100.00%

## **A. Análisis de las unidades funcionales**

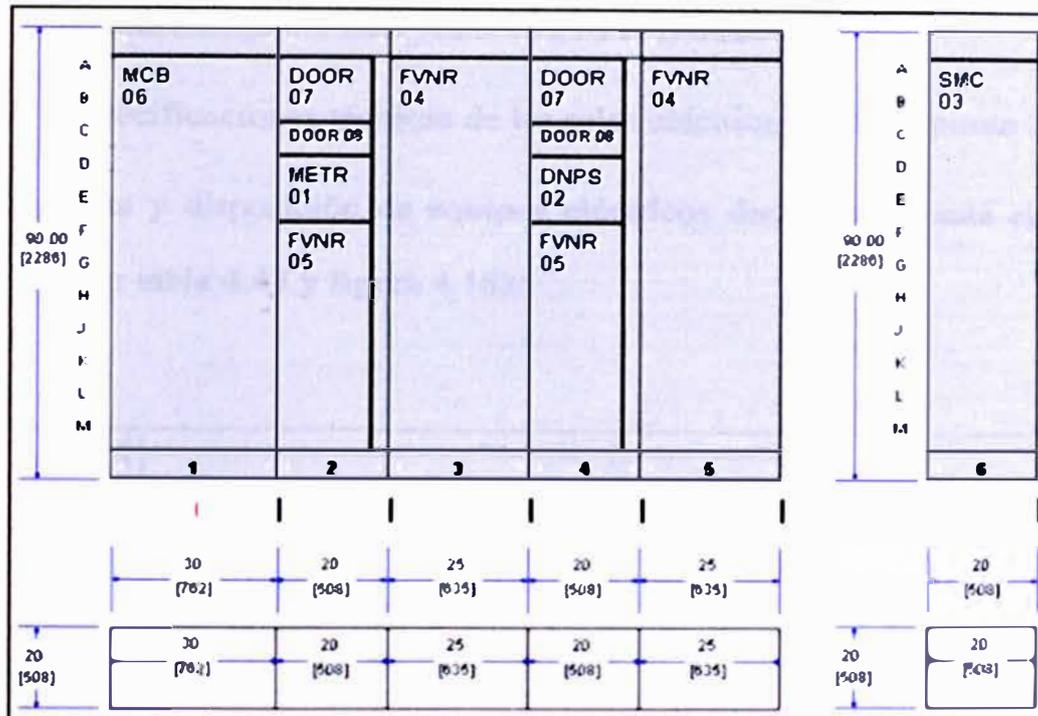
### **A.1. Análisis de unidades funcionales:**

Las unidades funcionales de manera análoga siguiendo el mismo criterio que en el capítulo 4\ 4.3 \ 4.3.4 \ B \ B.1 y B.2 se irán analizando una a una y con los valores obtenidos se obtiene el diagrama unifilar del centro de control de motores, dicho diagrama se representa en el plano CET0228-GEN-PL-E-0120 S6.

### **A.2. Dimensionamiento:**

Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se realizará tomando como referencia las normas y los catálogos del fabricante, en este caso escogemos la marca “Rockwell”.

La disposición de las unidades funcionales se representa en la figura 4.17.



**Figura 4.17.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 6

#### 4.8.5. Sala eléctrica

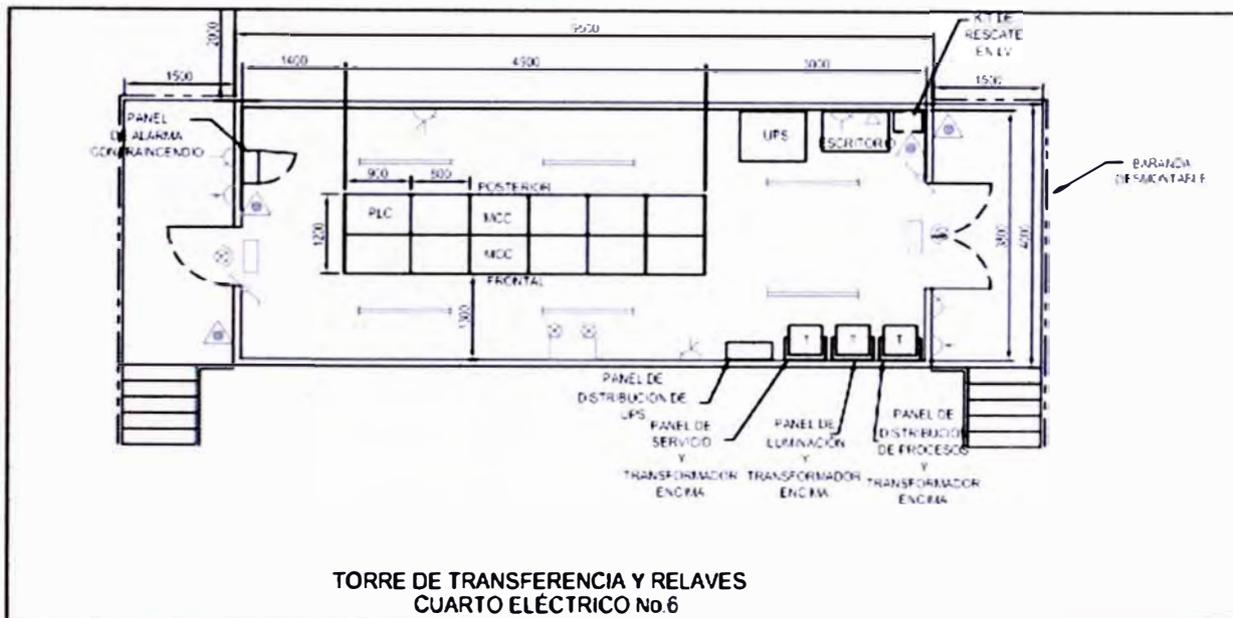
En la sala eléctrica de la molienda se encuentran los equipos que se muestran en la tabla 4.43.

**Tabla 4.43.** Lista de equipos de la sala 6.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>07</b>	<b>SUBESTACIÓN 6</b>		
07.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 6	glb	1.00
07.02	Switch Gear 1, 0.48 kV Sala 6 (F.P. N° 6)	glb	1.00
07.03	Centro de control de motores 480V, Sala 6	glb	1.00
07.04	Banco de condensadores de 250 KVAR, 480 V	und	1.00
07.05	Transformador seco 100 kVA, 480/220V	und	1.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto y revisión de la misma (ver plano CET0228-GEN-PL-E-0100)
- Especificaciones técnicas de las salas eléctricas. (Ver capítulo 2.6)
- Lista y disposición de equipos eléctricos dentro de la sala eléctrica. (Ver tabla 4.43 y figura 4.18).



**Figura 4.18.** Disposición de equipos sala 6 (Ver plano CT0228-5800-E-860).

## 4.9 Subestación y sala eléctrica de Laboratorio y Agua potable

### 4.9.1. Máxima Demanda

De la tabla 4.2 se agrupan las cargas correspondientes a la subestación 7 y se obtienen los resultados que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 4.44.** Cálculo de carga de la subestación 7 en 480 V.

	Potencia Instalada			Máxima Demanda		
	kW	kVAR	kVA	kW	kVAR	kVA
Total	502.40	387.61	635.14	389.57	302.12	493.54
	<b>Factores</b>					
	<b>Reserva</b>		10%	38.96		49.35
	<b>Factor de potencia</b>		0.79			
	<b>FD reducido con banco</b>		0.98	428.53	87.02	437.28
	<b>Factor de corrección altura</b>		1.475			644.98
	<b>Total</b>			428.53		644.98
	<b>Compensación reactiva</b>	KVAR			215.11	

#### 4.9.2. Transformador de potencia

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.44.
- Agrupamiento de circuitos.
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.2.2)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.45.** Selección de la potencia del transformador de la subestación 7

Ítem	Descripción	Tensión primario	Carga	Tensión secundario V	Potencia de diseño kVA	Potencia Normalizada MVA
A	Subestación 7					
1	Transformador 7	10 kV	CCM 7	480 V	644.98	1
			Transformador de servicios auxiliares 7	480 V	150	

### 4.9.3. Banco de condensadores

Para la selección de los transformadores de potencia se requieren las siguientes informaciones:

- Tabla 4.44
- Especificaciones técnicas de banco de condensadores. (Estas se encuentran en el capítulo 2.4)

Para la sala eléctrica se tendrá la siguiente disposición de equipos:

**Tabla 4.46.** Selección de la compensación reactiva subestación 7.

Ítem	Descripción	Tensión primario kV	Carga	Tensión operación V	Potencia de diseño kVAR	Potencia Normalizada kVAR
A	Subestación 7					
1	Banco de condensadores 7	10 kV	CCM 7	480 V	215.11	200

### 4.9.4. Centro de control de motores

Para la selección del centro de control de motores se requieren los siguientes documentos:

- Listado de cargas. (Ver tabla 4.2)
- Especificaciones técnicas de los CCM (Estas se encuentran en el capítulo 2.3.4).

Cada motor representa un circuito como se detalla en la tabla 4.47.

**Tabla 4.47.** Unidades funcionales del CCM 480 de la subestación 7.

Unidad Funcional	Tag	Descripción	Tipo de Arranque	Voltaje V	kW total	FD	EFF
1	10-10-PU-068-M	Bomba No.1 de distribución de agua fresca	DOL	480	75	0.80	95.00%
2	10-10-PU-069-M	Bomba No.2 de distribución de agua fresca	DOL	480	75	0.80	95.00%
3	10-10-PU-070-M	Bomba jockey para agua contra incendios	DOL	480	11	0.80	90.00%
4	10-10-PU-071-M	Bomba eléctrica para agua contra incendios	DOL	480	75	0.80	95.00%
5	20-04-BD-016-M	Comedor y baños de la planta	FDR	480	10	0.80	100.00%
6	20-05-BD-004-M	Garita de seguridad de planta	FDR	480	10	0.80	100.00%
7	20-05-BD-008-M	Oficinas de planta	FDR	480	30	0.80	100.00%
8	20-06-BD-006-M	Sala de control de planta	FDR	480	20	0.80	100.00%
9	20-07-BD-009-M	Taller de mantenimiento de planta	FDR	480	50	0.80	100.00%
10	20-08-BD-007-M	Laboratorio de planta	FDR	480	50	0.80	100.00%
11	20-10-BD-010-M	Almacén de reactivos	FDR	480	10	0.80	100.00%
12	20-12-XM-019-M	Surtidor de combustible de alta capacidad	DOL	480	12	0.80	90.00%
13	30-04-BD-011-M	Sala de preparación de muestras de mina y exploraciones	FDR	480	20	0.80	100.00%
14		Miscellaneous loads - services (lighting, receptacles, HVAC, etc.) Substation 7	FDR	480	40	0.70	100.00%

## **A. Análisis de las unidades funcionales**

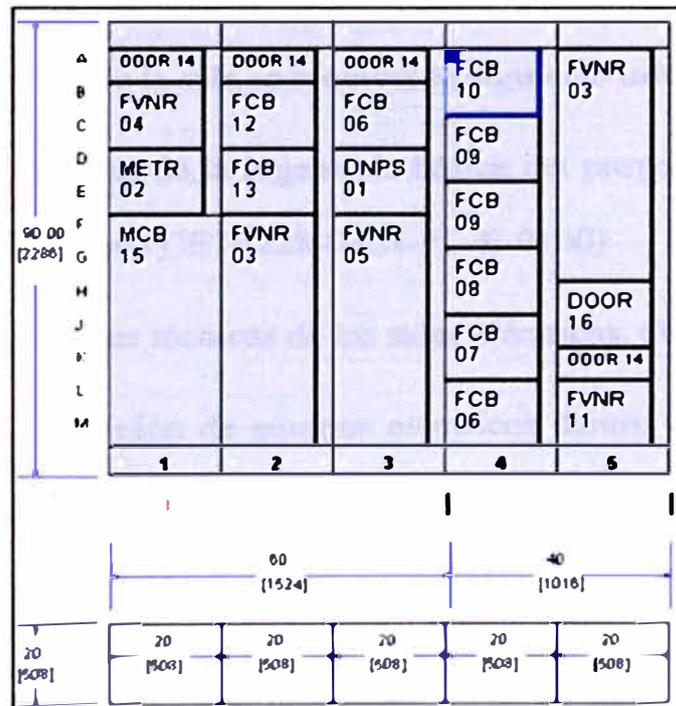
### **A.1. Análisis de unidades funcionales:**

Las unidades funcionales de manera análoga siguiendo el mismo criterio que en el capítulo 4\ 4.3 \ 4.3.4 \ B \ B.1 y B.2 se irán analizando una a una y con los valores obtenidos se obtiene el diagrama unifilar del centro de control de motores, dicho diagrama se representa en el plano CET0228-GEN-PL-E-0122 S7.

## A.2. Dimensionamiento:

Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se realizará tomando como referencia las normas y los catálogos del fabricante, en este caso escogemos la marca “Rockwell”.

La disposición de las unidades funcionales se representa en la figura 4.19.



**Figura 4.19.** Configuración de las unidades funcionales de la subestación 7

## 4.9.5. Sala eléctrica

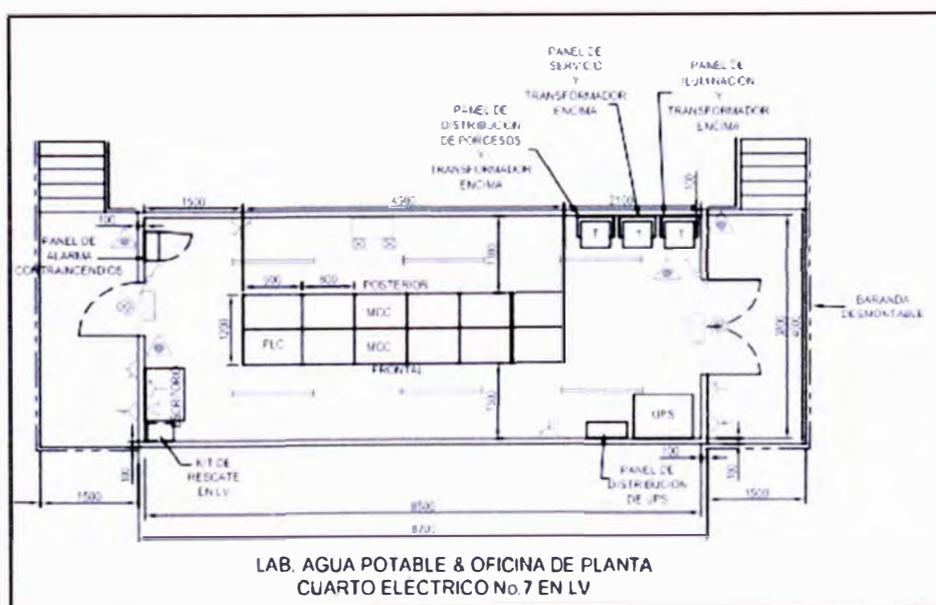
En la sala eléctrica de la molienda se encuentran los equipos que se muestran en la tabla 4.48.

**Tabla 4.48.** Lista de equipos de la sala 7.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>08</b>	<b>SUBESTACIÓN 7</b>		
08.01	Transformador con neutral grounding resistor 1MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 7	glb	1.00
08.02	Switch Gear 1, 0.48 kV Sala 7 (F.P. N° 7)	glb	1.00
08.03	Centro de control de motores 480V, Sala 7	glb	1.00
08.04	Centro de control de motores 220V, Sala 7	glb	1.00
08.05	Banco de condensadores de 200 KVAR, 480 V	und	1.00
08.06	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto y revisión de la misma (ver plano CET0228-GEN-PL-E-0100)
- Especificaciones técnicas de las salas eléctricas. (Ver capítulo 2.6)
- Lista y disposición de equipos eléctricos dentro de la sala eléctrica. (Ver tabla 4.48 y figura 4.20).

**Figura 4.20.** Disposición de equipos sala 7 (Ver plano CT0228-5800-E-870).

#### 4.10 Subestación y sala eléctrica de Central Térmica

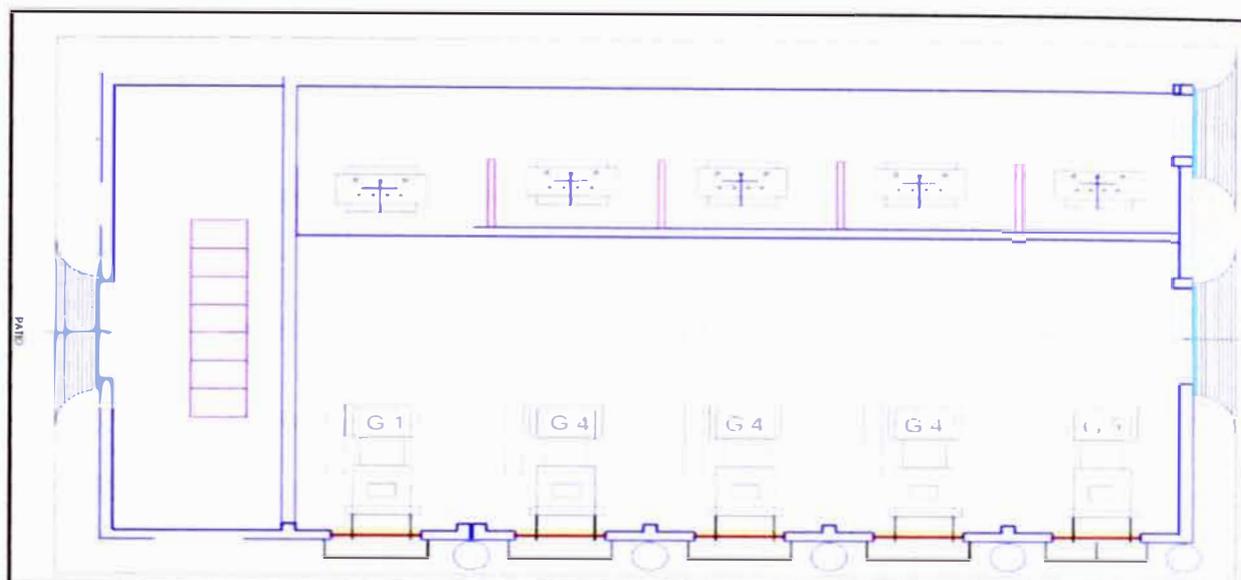
En la sala eléctrica de central térmica se encuentran los equipos que energizarán la planta en un estado de emergencia, estos equipos se encuentran listados en la tabla 4.49.

**Tabla 4.49.** Lista de equipos de la sala de emergencia.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>09</b>	<b>SUBESTACIÓN PRINCIPAL 10kV</b>		
09.01	Switch Gear 1, 10 kV, 630 A, 25 kA Sala Back up	glb	1.00
09.02	Transformador con neutral grounding resistor 2.5 MVA, 0.48kV : 10kV, Planta Dese - Back up	glb	4.00
09.03	Transformador con neutral grounding resistor 1.5 MVA, 0.48kV : 10kV, Planta Dese - Back up	glb	1.00
09.04	Grupo electrógeno de 2500 kVA en 480 V, incluye protección y tanque de combustible.	glb	4.00
09.05	Grupo electrógeno de 1000 kVA en 480 V, incluye protección y tanque de combustible.	glb	1.00
09.06	Tablero de control maestro (Sincronismo)	und	1.00

Para la selección de la sala se requiere la siguiente información:

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto y revisión de la misma.
- Lista y disposición de equipos eléctricos dentro de la sala eléctrica.  
(Ver tabla 4.49 y figura 4.21).



**Figura 4.21.** Disposición de equipos de la central térmica(Ver plano CT0228-5800-E-828).

#### 4.10.1. Grupos electrógenos

Para la selección de los grupos electrógenos requerimos de la siguiente información.

- Planos unifilares de la ingeniería básica del proyecto.
- La potencia de diseño a 4800 msnm.
- Diseño de tanque de abastecimiento de combustible.
- Especificaciones técnicas de los grupos electrógenos.

De la ingeniería básica se genera el Plano CET0228-GEN-PL-E-0101 sala eléctrica de central térmica, esta ha sido diseñada previa coordinación con el cliente y siguiendo las normas (Estas se encuentran en el capítulo 2.1.2)

**4.11 Cálculo de conductores**

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

**4.11.1 Selección del conductor por capacidad de corriente**

La corriente a plena carga del motor, la hallamos usando la tabla 430.250, de la NFPA 2006.

**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 <sup>a</sup> (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	98	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

<sup>a</sup>For 90 and 80 percent power factor, the figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

**Figura 4.22. Tabla 430.250 de la NFPA.**

La corriente de diseño del motor, **I<sub>d</sub>** la hallamos añadiendo el 25% de esta corriente.

$$I_d = 1.25 I_n \dots \dots (1)$$

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)						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 TBS, SA, SIS, FEP, FEPR, 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 <sup>0</sup>	20	20	25	—	—	—	—
12 <sup>0</sup>	25	25	30	20	20	25	12
10 <sup>0</sup>	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	45	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	240	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	240	250
300	240	285	320	190	230	265	300
350	260	310	350	210	250	290	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	440	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	600	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

Figura 4.23. Tabla 310.16 de la NFPA.

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

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

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

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

\* See 240.4(D)

**Figura 4.24.** Factor de corrección por temperatura ambiente.

Factores de corrección por agrupamiento de cables = F2

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

**Figura 4.25.** Factor de corrección por agrupamiento.

Finalmente se debe comprobar lo siguiente:

$$I_c \times F_1 \times F_2 > 1.25 I_n \dots\dots (2)$$

Donde:

$I_c$  : Corriente del conductor, usando la tabla 310.16, NFPA 2008.

$F_1$  : Factor de corrección por temperatura ambiente diferente a 30°C

$F_2$  : Factor de corrección por agrupamiento de cables.

$I_n$  : Corriente a plena carga del motor, usando la tabla 430.250 NFPA.

#### 4.11.2 Selección del conductor por caída de tensión

Con el conductor elegido, realizamos la comprobación por caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{1.73 \times I_n \times L (R \cos \phi + X \sin \phi)}{1000} \dots\dots (3)$$

Donde:

$\Delta V$  : Caída de tensión

$I_n$  : Corriente a plena carga del motor usando la tabla 430.250 NFPA.

$L$  : 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, NFPA 2008.

**Table 9 Alternating-Current Resistance and Reactance for 600-Volt Cables, A-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)
	V <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 I <sub>L</sub> for Uncoated Copper Wires			Effective Z at 0.85 I <sub>L</sub> 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 2.8	8.9 2.8	8.9 2.8	—	—	—	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	1.2 2.8	1.2 2.8	1.2 2.8	12	
10	0.163 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	8.9 1.8	8.9 1.8	8.9 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	2.26 0.69	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	2.31 0.73	2.31 0.73	2.31 0.73	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	0.98 0.29	0.98 0.30	1.81 0.46	1.81 0.46	1.81 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	1.31 0.41	1.31 0.40	0.75 0.24	0.79 0.24	0.79 0.24	1.21 0.43	1.21 0.43	1.21 0.43	3	
2	0.148 0.045	0.187 0.057	0.62 0.19	0.68 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.65 0.19	0.67 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	0.79 0.24	1	
10	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	0.44 0.13	0.44 0.13	0.43 0.13	0.65 0.19	0.65 0.20	0.65 0.20	10	
20	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	20	
30	0.138 0.042	0.171 0.052	0.254 0.077	0.269 0.082	0.259 0.079	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.289 0.088	0.297 0.092	0.298 0.094	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	30	
40	0.135 0.041	0.167 0.051	0.203 0.062	0.220 0.067	0.207 0.064	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.241 0.074	0.256 0.078	0.262 0.081	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	40	
50	0.135 0.041	0.171 0.052	0.171 0.052	0.187 0.057	0.173 0.054	0.259 0.085	0.295 0.090	0.282 0.086	0.213 0.066	0.230 0.070	0.240 0.073	0.308 0.094	0.322 0.098	0.333 0.10	50	
60	0.138 0.041	0.167 0.051	0.144 0.048	0.161 0.048	0.148 0.045	0.234 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	60	
75	0.141 0.040	0.154 0.050	0.125 0.038	0.141 0.043	0.129 0.039	0.200 0.061	0.213 0.066	0.200 0.063	0.174 0.054	0.190 0.058	0.199 0.060	0.240 0.073	0.254 0.077	0.262 0.080	75	
100	0.131 0.040	0.161 0.049	0.108 0.033	0.125 0.038	0.115 0.033	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	100	

Figura 4.26. Resistencia y reactancia de los conductores 14 - 400.

Finalmente se debe comprobar lo siguiente:

$$I_c \times F_1 \times F_2 > 1.25 I_n \dots\dots (2)$$

Donde:

$I_c$  : Corriente del conductor, usando la tabla 310.16, NFPA 2008.

$F_1$  : Factor de corrección por temperatura ambiente diferente a 30°C

$F_2$  : Factor de corrección por agrupamiento de cables.

$I_n$  : Corriente a plena carga del motor, usando la tabla 430.250 NFPA.

#### 4.11.2 Selección del conductor por caída de tensión

Con el conductor elegido, realizamos la comprobación por caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{1.73 \times I_n \times L (R \cos \theta + X \sin \theta)}{1000} \dots\dots (3)$$

Donde:

$\Delta V$  : Caída de tensión

$I_n$  : Corriente a plena carga del motor usando la tabla 430.250 NFPA.

$L$  : 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, NFPA 2008.

**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															Size (AWG or kcmil)	
	Ohms to Neutral per 1000 Feet																
	$R_L$ (Resistance) 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	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 2.8	8.9 2.8	8.9 2.8	—	—	—	—	—	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	2.26 0.69	3.9 1.1	3.9 1.1	3.9 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	1.44 0.44	1.44 0.44	2.43 0.73	2.43 0.73	2.43 0.73	—	—	6
4	0.157 0.048	0.197 0.059	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	0.95 0.29	1.51 0.46	1.51 0.46	1.51 0.46	—	—	4
3	0.152 0.047	0.194 0.059	0.82 0.25	0.82 0.25	0.82 0.25	1.31 0.40	1.31 0.41	1.31 0.40	0.75 0.23	0.75 0.24	0.75 0.24	1.21 0.37	1.21 0.37	1.21 0.37	—	—	3
2	0.148 0.045	0.187 0.057	0.67 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.67 0.19	0.67 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	0.79 0.24	—	—	1
100	0.144 0.044	0.180 0.055	0.39 0.12	0.43 0.13	0.43 0.13	0.66 0.20	0.69 0.21	0.66 0.20	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.67 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	—	—	100
200	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	—	—	200
300	0.138 0.042	0.171 0.052	0.254 0.077	0.269 0.082	0.259 0.079	0.44 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.289 0.088	0.307 0.092	0.308 0.093	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	—	—	300
400	0.135 0.041	0.167 0.051	0.203 0.062	0.220 0.067	0.207 0.064	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.243 0.074	0.256 0.078	0.262 0.081	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	—	—	400
750	0.135 0.041	0.171 0.052	0.171 0.052	0.187 0.057	0.173 0.054	0.279 0.085	0.295 0.090	0.287 0.086	0.213 0.066	0.230 0.070	0.240 0.073	0.308 0.091	0.327 0.098	0.337 0.10	—	—	750
900	0.135 0.041	0.167 0.051	0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.234 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	—	—	900
950	0.131 0.040	0.164 0.050	0.125 0.038	0.141 0.043	0.129 0.039	0.200 0.061	0.213 0.066	0.203 0.063	0.154 0.053	0.169 0.058	0.179 0.061	0.240 0.073	0.253 0.077	0.267 0.080	—	—	950
900	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	0.171 0.053	0.181 0.056	0.217 0.066	0.233 0.071	0.240 0.071	—	—	900

Figura 4.26. Resistencia y reactancia de los conductores 14 - 400.

**Table 9 Continued**

Size (AWG or kcmil)	Ohms to Neutral per Kilometer Ohms to Neutral per 1000 Feet														Size (AWG 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 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	
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

**Figura 4.27.** Resistencia y reactancia de los conductores 500 - 1000.

Finalmente debemos comparar:

$$\% \Delta V = (\Delta V / V) < 2.5 \% \quad \dots\dots\dots (4)$$

### 4.11.3 Cálculos eléctricos.

#### A. Cálculo para cable de media tensión.

##### A.1. Parámetros

Descripción	Und.	Sala principal
		hasta
		Transformador S7
Carga	kVA	1000
V (Tensión de servicio)	kV	10
L (Longitud del cable)	km	0.03
Cos $\phi$ (Factor de potencia)		0.98
Pcc3 $\phi$ (Potencia cto-cto 3 $\phi$ de la red)	MVA	200.00
t (Tiempo de duración de cto-cto)	seg.	0.50
Sen $\phi$		0.20

**A.2. Capacidad de corriente**

<b>CAPACIDAD DE CORRIENTE</b>		
I (Corriente del sistema)	<b>A</b>	57.73502692
I (Corriente de diseño, 25% adicional - CNE)	<b>A</b>	72.16878365
<b>Características del cable</b>		
Nivel de tensión		30kV
Tipo de cable		Armado
Sección	<b>mm<sup>2</sup></b>	120
# de ternas		1
Resistencia	<b>ohm/km</b>	0.196
Reactancia	<b>ohm/km</b>	0.1471
I(Cable)	<b>A</b>	375
KT (30°C)		0.96
KA (agrupamiento)		1
Icable nominal	<b>A</b>	360
I(Corregida)	<b>A</b>	72.17

**A.3. Caída de tensión**

<b>CAIDA DE TENSIÓN</b>		
V (Caída de tensión)	<b>V</b>	0.83
% de la Tensión nominal	<b>%</b>	0.0042

#### A.4. Corriente de cortocircuito

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO		
T1 (Temperatura máxima de operación normal) °C		90.00
T2 (Temperatura máxima en cortocircuito) °C		250.00
lcc (l cto-cto de la red) A		11547.01
m(Factor de Cte Continua)		0.23
n (Factor de Cte. Alterna)		1.00
$I_{km} = I_{cc} \times (m + n)^{1/2}$		
Ikm (Valor Eficaz medio de lcc) A		12806.25
$I_{CCadm} = (142 \times S) / ((t)^{1/2})$		
Icc adm (l de cto-cto admisible en el cable) A		24098.20

#### A.5. Cables principales de distribución.

**Tabla 4.50. Sección de cables de media tensión.**

Ítem	Origen	Destino	Tensión	Tipo	Sección (mm <sup>2</sup> )	Distancia (m)
1	Sala principal 10 kV	Subestación 1	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	120	275
2	Sala principal 10 kV	Subestación 1	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	300	275
3	Sala principal 10 kV	Subestación 1	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	300	275
4	Sala principal 10 kV	Subestación 4	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	120	275
5	Sala principal 10 kV	Subestación 7	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	120	300
6	Sala principal 10 kV	Subestación 2	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	120	140
7	Sala principal 10 kV	Subestación 3	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	120	125
8	Sala principal 10 kV	Subestación 5	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	120	2100
9	Sala principal 10 kV	Subestación 6	8.7/15kV Armoured Cable	1x3C	120	1250

## B. Cálculo para cable de línea aérea.

Para la selección de los cables aéreos para efectos de estimación se usan las formulas establecidas por el ministerio de energía y minas las cuales se detallan en los cálculos

### B.1. Datos de la línea

# de conductor	Tipo de conductor	sección mm <sup>2</sup>	Resistencia 20° C Ohm/Km	Diámetro (mm)
1	AAAC	185	0.181	17.7
<b>a.- Datos de la línea:</b>				
Potencia	5 000 000.00 VA			
tensión	10 000.00 V			
longitud de la línea	1.50 km			
cosφ	0.80			
senφ	0.60			
frecuencia	60.00 hz			
<b>b.- Distancia entre temas</b>				
d1:	1 200.00 mm			
d2:	2 400.00 mm			
d3:	2 683.28 mm			

### B.2. Constantes de la línea

➤ Resistencia:

$$R_{90^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \times (1 + \alpha \times (90 - 20)) \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente de dilatación = 0.00345

$$R_{90^{\circ}\text{C}} = 0.181 \times (1 + 0.00345 \times (70))$$

$$R_{90^{\circ}\text{C}} = 0.224 \text{ ohm / km}$$

➤ Inductancia:

$$X = 2\pi f \times L = 2\pi \cdot 50 \times L = 100\pi \cdot L \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

f: Frecuencia

$$L = [0.5 + 4.6 \log (D/r)] \times 10^{-4} \text{ H/km} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

r = radio de cada conductor

$$D = (d_1 \times d_2 \times d_3)^{1/3} \dots \dots \dots (8)$$

Siendo d1, d2 y d3 las distancias de los conductores entre sí (que es función de la cruceta elegida).

$$D = 1977.05 \text{ mm}$$

$$L = 0.0011$$

$$X = 0.4262 \text{ ohm / km}$$

### **B.3. Cálculo de la caída de tensión.**

$$I_n = 289 \text{ A}$$

El valor de la denominada caída de tensión industrial, para un  $\cos\phi = 0.8$ , será:

$$\Delta U = 3^{1/2} \cdot I \cdot (R \cos\phi + X \sin\phi) \cdot L \dots (9)$$

Donde:

L = longitud en km

Valor inferior al 3.5 % establecido para zonas urbanas.

$$\Delta U = 326.62 \text{ V}$$

$$\% \text{ caída de tensión} = \Delta U / U \times 100$$

$$\% \text{ caída de tensión} = 3.26 \%$$

#### **B.4. Cálculo de la pérdida de potencia.**

La pérdida de potencia de la línea será:

$$P_p = 3 \times I^2 \times (R \cos\phi + X \sin\phi) \times L$$

$$P_p = 84466.72 \text{ w}$$

$$\% \text{ caída de Potencia} = \Delta P / P \times 100$$

$$\% \text{ caída de Potencia} = 2.11 \%$$

#### **C. Cálculo para cable de baja tensión.**

**C.1. Datos del motor**

Datos del Motor		
Tipo de Motor:	MOTOR DE INDUCCION	
Tipo de alimentación:	Trifásico	
Potencia:	200	HP
Potencia Activa salida:	149.14	kW (Rotor)
Potencia Activa entrada:	163.89	kW (Alimentación)
Potencia Aparente entrada:	190.57	kVA
Voltaje nominal:	480	V
Frecuencia de alimentación:	60	Hz
Corriente nominal:	229.22	A
Corriente de arranque:	1430.14	A (6.23 In)
FP:	0.86	
Eff.:	91	%
Factor de Servicio:	1.15	

Corriente a plena carga en base a un motor de: 200 HP con un voltaje de operación de: 460 V la corriente a plena carga es: 240 A, según CEN 2006.

**C.2. Datos del alimentador**

<b>Datos de Alimentador</b>			
Factor mult. de corriente:	125	% (CEN)	
Corriente de diseño:	240A X 125% = 300A		
Material:	COBRE		
Voltaje de Operación:	0 - 2000 V		
Temp. Op.:	90°C		
Fact. Temp:	31-35	°C	91% de la capacidad nominal del cable
Calibre:	300	AWG/MCM	
Capacidad del cable:	307.2	A	
Conductores por fase:	1		
Cap. Total por fase:	307.2	A	
% carga en el cable:	0.98	@300A	
% Reserva:	0.02		
Material del ducto:	Acero		
Resistencia:	0.144	Ohm/Km	CEN 2008 Tabla 9
Reactancia:	0.167	Ohm/Km	CEN 2008 Tabla 9
Longitud del cable:	20	M	
Caída de tensión:	0.35	%	a corriente nominal
Máxima caída permitida:	3	%	
Caída durante el arranque:	1.89	%	6 X In (FP=0,2 IEEE Std 399-1997)
Max caída al arranque:	5	%	

El conductor seleccionado es 300 MCM, cumple con las condiciones de diseño establecidas.

## **CAPITULO V**

### **EVALUACIÓN DE COSTOS**

#### **5.1 Cuadro de costos**

Con la finalidad de establecer el equipamiento eléctrico, a ser considerado en la propuesta para las instalaciones eléctricas correspondientes al centro minero, se solicitó cotizaciones a los Proveedores locales, quienes nos han remitido sus ofertas del equipamiento solicitado.

En este sentido, se ha evaluado dichas ofertas, se ha determinado el costo de suministro e instalación del equipamiento eléctrico que a continuación se detalla.

##### **5.1.1. Documentos de referencia**

Los documentos, con los cuales se ha solicitado cotizaciones a los Proveedores, son los que comprenden la Ingeniería Básica desarrollada por el cliente y los cálculos desarrollados en el presente informe.

### **5.1.2. Desarrollo**

El equipamiento eléctrico considerado en esta evaluación comprende:

- Centro de control de motores
- Salas eléctricas
- Subestaciones Unitarias
- Banco de Condensadores
- Celdas de Media Tensión
- Central Back Up

### **5.1.3. Evaluación de la propuestas**

La evaluación de las propuestas se ha realizado por el tipo de equipamiento, tal como se muestra a continuación:

#### **A. Centro de control de motores (MCC)**

Las empresas que han cotizado estos equipos son:

- ROCKWELL con equipos marca ROCKWELL
- PRECISION con equipos marca ROCKWELL
- DIMATIC con equipos EATON dentro de un paquete global

Todas las propuestas cumplen con los requerimientos técnicos.

La oferta de DIMATIC se presento de manera global, lo cual no permite ser evaluada por ello se considera la propuesta presentada por ROCKWEL, como la mejor propuesta en Centro de Control de Motores, cuyo presupuesto se muestra a continuación:

Ref Giro	Descripción	Precio Cliente Final UL\$	Entrega DDP LIMA
1674736/01	CCM SE1-240V3	60,197.00	16+05 semanas
1674736/02	CCM SE2-240V3	15,888.00	16+05 semanas
1674736/03	CCM SE3-240V3	63,995.00	16+05 semanas
1674736/04	CCM SE4-240V3	54,106.00	16+05 semanas
1674736/05	CCM SE5-240V3	12,162.00	16+05 semanas
1674736/06	CCM SE7-240V3	18,818.00	16+05 semanas
1674736/08	CCM SE1V3	245,894.00	16+05 semanas
1674736/09	CCM SE2V3	248,546.00	16+05 semanas
1674736/10	CCM SE3V3	323,032.00	16+05 semanas
1674736/45	CCM SE4V4	61,530.00	16+05 semanas
1674736/12	CCM SE5V3	48,196.00	16+05 semanas
1674736/13	CCM SE6V3	57,367.00	16+05 semanas
1674736/14	CCM SE7V3	40,545.00	16+05 semanas
1674736/15	CCM FP-SE01-100	90,524.00	16+05 semanas
1674736/16	CCM FP-SE01-200	66,799.00	16+05 semanas
1674736/17	CCM FP-SE01-300	76,818.00	16+05 semanas
1674736/18	CCM FP-SE01-400	65,638.00	16+05 semanas
1674736/19	CCM FP-SE01-500	38,962.00	16+05 semanas
1674736/20	CCM FP-SE01-600	63,759.00	16+05 semanas
1674736/21	CCM FP-SE01-700	41,960.00	16+05 semanas
<b>TOTAL LV-MCC</b>		<b>1,895,736.00</b>	<b>21 semanas</b>

**Figura 5.1.** Costo de los centro de control de motores.

En la oferta de ROCKWELL, incluida en forma anexa, se indica una cotización por una columna adicional y una celda adicional, las cuales se deberán considerar como un monto de contingencia por cada subestación.

#### **B. Salas eléctricas prefabricadas (Shelters) sin equipamiento**

Las empresas que presentaron cotización son las siguientes:

##### ➤ **ROLEC**

- EECOL
- METAL ANDES
- DIMATIC con equipos dentro de una propuesta global

La oferta de DIMATIC se descartó en una evaluación económica comparándolo con un equipamiento global.

Lo presentado por METAL ANDES no cumple con ofertar salas y los componentes de servicios solicitados, los cuales los cotizó en forma unitaria. Adicionalmente, no indicó los costos de transporte desde Medellín, Colombia.

La comparación económica de las dos empresas que cumplen con los aspectos técnicos se muestra en el siguiente cuadro:

SHELTER		PRECIO EX - FCA (US\$)	
ITEM	SUBESTACION	EECOL (PERU)	ROLEC(CHILE)
SE1	Limpieza, detoxificación, molienda & espesadores	396,804.44	378,100.00
SE2	Lixiviación & CCD	240,917.42	288,900.00
SE3	Tanques de almacenamiento, planta doré & compresores	310,995.65	354,500.00
SE4	Reactivos, cianuro & planta de oxígeno	231,287.12	272,300.00
SE5	Chancadora & agua fresca	161,563.30	219,300.00
SE6	Torre de transferencia y relaves	171,193.60	230,100.00
SE7	Lab, agua potable & oficina de planta	163,970.88	222,700.00
	<b>TOTAL</b>	1,676,732.41	1,965,900.00
		<b>% 100.00%</b>	117.25%

**Figura 5.2.** Costo de las salas eléctricas.

En consecuencia, la mejor oferta es la presentada por EECOL, cuya propuesta se incluye en forma anexa

### C. Subestaciones unitarias

Las subestaciones unitarias están compuestas por una celda 10 kV de llegada con seccionador fusible, pararrayos en 10 Kv, resistencia de neutro y el transformador en aceite, tipo pedestal.

Las empresas que presentaron cotización son las siguientes:

- EPLI SAC presentó el paquete completo
- ELECVOLT presentó en forma parcial la celda 10 kV, transformador pedestal y los pararrayos; no cotizó las resistencias de neutro
- ABB solo presentó los transformadores tipo pedestal
- WEG presentó los transformadores pedestal con pararrayos en 10 kV

Lo propuesto por EPLI SAC se ha considerado como la más adecuada y cuyos precios se muestra en el siguiente cuadro:

<b>SUBESTACION UNITARIA EPLIC SAC</b>	
<b>INSTALACION</b>	<b>US\$</b>
SE1	62,647
SE2	64,271
SE3	116,462
SE4	47,893
SE5	36,473
SE6	47,013
SE7	36,473
SE8	59,370
<b>TOTAL</b>	<b>470,602</b>

**Figura 5.3.** Costo de las subestaciones eléctricas

**D. Banco de condensadores**

Las empresas que presentaron cotización son las siguientes:

- EECOL para baja tensión y media tensión (10 kV y 4.16 kV)
- PROMELSA para media tensión 10 kV
- EPLI SAC para baja tensión
- ABB para media tensión 10 kV

Para el banco de condensadores en 480 V se tiene el siguiente cuadro comparativo:

<b>BCO. CONDENSADORES 480 V</b>		
<b>INSTALACION</b>	<b>EPLI SAC US\$</b>	<b>EECOL US\$</b>
SE1	27,200.00	18,016.67
SE2	28,941.00	18,645.33
SE3	39,160.00	28,842.00
SE4	18,810.00	15,808.67
SE5	12,452.00	13,922.67
SE6	15,125.00	14,827.33
SE7	14,300.00	14,674.00
TOTAL	155,988.00	124,736.67
	125.05%	100.00%

**Figura 5.4.** Costo de los bancos de condensadores 480V.

Para el banco de condensadores en 10 kV, la propuesta de PROMELSA no ha sido documentada y lo presentado por ABB tiene un precio muy alto (US\$ 720,000), por lo que la mejor propuesta es la presentada por EECOL en 10 kV y el único postor que ha presentado en 4.16 kV.

El resumen de su cotización se muestra a continuación:

<b>BCO. CONDENSADORES MT EECOL</b>			
<b>kVAr</b>	<b>Tensión</b>	<b>US\$</b>	
800	4.16	96,964.29	MOLINO SAG
1800	4.16	117,500.00	MOLINO BOLAS
2x3000	10	263,467.86	BARRAS I y II
<b>TOTAL</b>		<b>477,932.15</b>	

**Figura 5.5.** Costo de los banco de condensadores en 4.16 kV.

Se adjunta, en forma anexa, la oferta de EECOL

**E. Celdas de Media Tensión**

Las ofertas recibidas corresponden a:

- ABB por celdas en 10 kV
- PROMELSA por celdas en 10 kV y 4.16 kV

La cotización de PROMELSA, en celdas 10 kV, es menor a la presentada por ABB, por lo que la propuesta de PROMELSA con las celdas ajustadas a los últimos requerimientos, tanto en 10 kV como en 4.16 kV, son:

Item	Descripción	Cant.	V.V.Unit US\$	V.V.Total US\$
<b>CUARTO ELECTRICO PRINCIPAL 10KV</b>				
1	CELDA DE LLEGADA 24KV 2000A 25KA/1SEC. BUSBAR=2000A	2	64,521.96	129,043.92
2	CELDA DE SALIDA 24KV 630A 25KA/1SEC. BUSBAR=2000A	16	36,709.84	587,357.44
3	CELDA DE SALIDA 24KV 630A 25KA/1SEC. BUSBAR=2000A (SIN INTERRUPTOR – Solo L-Bastidor para su montaje)	1	17,900.00	17,900.00
4	CELDA DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS 2000A 25KA/1SEC.	1	6,003.45	6,003.45
5	CAJUELA DE TOMA DE TENSIÓN BARRA 10KV	2	8,852.43	17,704.86
6	CELDA DE ENLACE 24KV 2000A 25KA/1SEC. BUSBAR=2000A	1	47,442.25	47,442.25
TOTAL				805,451.92

**Figura 5.6.** Costo de las celdas eléctricas en 10 kV.

Item	Descripción	Cant.	V.V.Unit US\$	V.V.Total US\$
<b>SWITCHGEAR 4.16KV – MOLINOS</b>				
7	CELDA LLEGADA/SALIDA 12KV 1000A 20KA/1SEC. BUSBAR=1000A	2	53,302.21	106,604.42
8	CELDA DE LLEGADA /SALIDA 12KV 630A 20KA/1SEC. BUSBAR = 1000A	4	48,788.48	195,153.92
TOTAL				301,758.34

**Figura 5.7.** Costo de las celdas eléctricas en 10 kV.

#### **F. Central Back Up**

La configuración de la Central Back Up es la siguiente:

- 04 Grupos electrógenos de 2500 kVA en 480 V
- 01 Grupo electrógeno de 1000 kVA en 480 V
- 04 transformadores en aceite 10/0.48 kV – 2.5 MVA

- 01 transformador en aceite 10/0.48 kV -1.25 MVA
- 06 celdas 10 kV, 630 A, 25 kA

El cliente ha establecido una relación de fabricantes calificados para grupos electrógenos, por lo que solo se está considerando la propuesta de CUMMINS. Adicionalmente, se puede mencionar que las otras propuestas tienen cotizaciones superiores a la de CUMMINS.

La composición del presupuesto para la central back up es como sigue:

#### **Celdas 10 kV (PROMELSA)**

Item	Descripción	Cant.	V.V.Unit US\$	V.V.Total US\$
<b>CENTRAL BACK UP</b>				
1	CELDA DE LLEGADA 24KV 2000A 25KA/1SEC. BUSBAR=2000A	6	64,521.96	387,131.76

**Figura 5.8.** Costo de las celdas eléctricas en 10 kV.

#### **Transformadores 10/0.48 kV (EPLI SAC)**

Item	Descripción	Cant.	V.V.Unit US\$	V.V.Total US\$
<b>CENTRAL BACK UP</b>				
1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 10/0.48 kV - 2.5 MVA	4	62,647.00	250,588.00
1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 10/0.48 kV - 1.25 MVA	1	42,913.00	42,913.00
<b>TOTAL</b>				<b>293,501.00</b>

**Figura 5.9.** Costo de los transformadores de la planta back up.

**Grupos electrógenos (CUMMINS)**

Item	Descripción	Und.	Cant.	P. Unitario	P. Total
1	Grupo electrógeno diesel CPG, modelo <b>C2000D6</b> , preparado para sincronismo, 480VAC, 60Hz. Incluye tanque de combustible y Tablero de Protección.	Und.	4	479,000.00	1,916,000.00
2	Grupo electrógeno diesel CPG, modelo <b>C900D6</b> , preparado para sincronismo, 480VAC, 60Hz. Incluye tanque de combustible y Tablero de Protección.	Und.	1	199,000.00	199,000.00
3	Tablero de Control Maestro CPG modelo <b>DMC300</b> , para comandar el trabajo en paralelo entre grupos electrógenos.	Und.	1	168,000.00	168,000.00
4	Repuestos para cinco grupos electrógenos por dos años de operación en modo Stand by	Gbl.	1	44,000.00	44,000.00
<b>Valor Venta</b>				<b>US \$</b>	<b>2,327,000.00</b>

**Figura 5.10. Grupos electrógenos en 480V.****5.1.4. Evaluación de la instalación.**

A continuación se muestra el detalle de los costos de los equipos que forman parte se proceso productivo del centro minero:

**Tabla 5.1.- Costos de Suministro e Instalación de equipos y materiales**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Total suministro (\$)	Transporte (\$)	Montaje (\$)	Total (\$)
<b>01</b>	<b>SUBESTACIÓN PRINCIPAL 10kV</b>						
<b>01.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
01.01.01	Switch Gear 10 kV, Sala principal	glb	1.00	805 451.92	48 327.12	80 545.19	934 324.23
01.01.02	Banco de condensadores 3 MVAR, 10 kV	und	2.00	526 935.72	31 616.14	52 693.57	611 245.44
01.01.03	sala principal	glb	1.00	200 000.00	12 000.00	20 000.00	232 000.00
<b>02</b>	<b>SUBESTACIÓN 1</b>						
<b>02.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
02.01.01	Transformador con neutral grounding resistor 7MVA, 10kV : 4.16kV, Sala 1	glb	1.00	150 000.00	9 000.00	15 000.00	174 000.00
02.01.02	Transformador con neutral grounding resistor 3.5MVA, 10kV : 4.16kV, Sala 1	glb	1.00	75 000.00	4 500.00	7 500.00	87 000.00
02.01.03	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, sala 1	glb	1.00	62 647.00	3 758.82	6 264.70	72 670.52
02.01.04	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 1 (F.P. N° 1)	glb	1.00	90 524.00	5 431.44	9 052.40	105 007.84
02.01.05	Switch Gear 2, 4.16 kV sala 1 (Molino de bolas)	glb	1.00	106 604.42	6 396.27	10 660.44	123 661.13
02.01.06	Switch Gear 3, 4.16 kV sala 1 (Molino SAG)	glb	1.00	195 153.92	11 709.24	19 515.39	226 378.55
02.01.07	Variador de velocidad de Media tensión 2 MW, 4.16kV	und	1.00		5 431.44	9 052.40	105 007.84
02.01.08	Liquid Resistance Starter 4.5 MW, 4.16kV	und	1.00		5 431.44	9 052.40	105 007.84
02.01.09	Centro de control de motores 480V, Sala 1	glb	1.00	246 894.00	14 813.64	24 689.40	286 397.04
02.01.10	Centro de control de motores 220V, Sala 1	glb	1.00	60 197.00	3 611.82	6 019.70	69 828.52
02.01.11	Banco de condensadores de 1800 KVAR, 4.16 kV (Molino de bolas)	und	1.00	117 500.00	7 050.00	11 750.00	136 300.00
02.01.12	Banco de condensadores de 800 KVAR, 4.16 kV (Molino SAG)	und	1.00	96 964.29	5 817.86	9 696.43	112 478.58
02.01.13	Banco de condensadores de 500 KVAR, 480 V	und	1.00	17 342.00	1 040.52	1 734.20	20 116.72
02.01.14	Transformador seco 250 kVA, 480/220V	und	1.00	10 605.00	636.30	1 060.50	12 301.80
02.01.15	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00	9 200.00	552.00	920.00	10 672.00
02.01.16	sala 1	glb	1.00	396 804.00	23 808.24	39 680.40	460 292.64
<b>03</b>	<b>SUBESTACIÓN 2</b>						
<b>03.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
03.01.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 2	glb	1.00	64 271.00	3 856.26	6 427.10	74 554.36
03.01.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 2 (F.P. N° 2)	glb	1.00	66 799.00	4 007.94	6 679.90	77 486.84
03.01.03	Centro de control de motores 480V, Sala 2	glb	1.00	288 546.00	17 312.76	28 854.60	334 713.36
03.01.04	Centro de control de motores 220V, Sala 2	glb	1.00	15 888.00	953.28	1 588.80	18 430.08
03.01.05	Banco de condensadores de 600 KVAR, 480 V	und	1.00	18 016.67	1 081.00	1 801.67	20 899.34
03.01.06	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00	9 200.00	552.00	920.00	10 672.00

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Total suministro (\$)	Transporte (\$)	Montaje (\$)	Total (\$)
03.01.07	sala 2	glb	1.00	240 917.00	14 455.02	24 091.70	279 463.72
<b>04</b>	<b>SUBESTACIÓN 3</b>						
<b>04.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
04.01.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 3	glb	1.00	116 462.00	6 987.72	11 646.20	135 095.92
04.01.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 3 (F.P. N° 3)	glb	1.00	76 818.00	4 609.08	7 681.80	89 108.88
04.01.03	Centro de control de motores 480V, Sala 3	glb	1.00	323 032.00	19 381.92	32 303.20	374 717.12
04.01.04	Centro de control de motores 220V, Sala 3	glb	1.00	63 995.00	3 839.70	6 399.50	74 234.20
04.01.05	Banco de condensadores de 750 KVAR, 480 V	und	1.00	18 645.33	1 118.72	1 864.53	21 628.58
04.01.06	Transformador seco 250 kVA, 480/220V	und	1.00	10 605.00	636.30	1 060.50	12 301.80
04.01.07	sala 3	glb	1.00	310 955.00	18 657.30	31 095.50	360 707.80
<b>05</b>	<b>SUBESTACIÓN 4</b>						
<b>05.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
05.01.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 4	glb	1.00	47 893.00	2 873.58	4 789.30	55 555.88
05.01.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 4 (F.P. N° 4)	glb	1.00	65 638.00	3 938.28	6 563.80	76 140.08
05.01.03	Centro de control de motores 480V, Sala 4	glb	1.00	61 530.00	3 691.80	6 153.00	71 374.80
05.01.04	Centro de control de motores 220V, Sala 4	glb	1.00	54 106.00	3 246.36	5 410.60	62 762.96
05.01.05	Banco de condensadores de 350 KVAR, 480 V	und	1.00	28 842.00	1 730.52	2 884.20	33 456.72
05.01.06	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00	9 200.00	552.00	920.00	10 672.00
05.01.07	sala 4	glb	1.00	231 287.00	13 877.22	23 128.70	268 292.92
<b>06</b>	<b>SUBESTACIÓN 5</b>						
<b>06.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
06.01.01	Transformador con neutral grounding resistor 1MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 5	glb	1.00	36 473.00	2 188.38	3 647.30	42 308.68
06.01.02	Switch Gear 1, 0.48 kV sala 5 (F.P. N° 5)	glb	1.00	38 962.00	2 337.72	3 896.20	45 195.92
06.01.03	Centro de control de motores 480V, Sala 5	glb	1.00	48 196.00	2 891.76	4 819.60	55 907.36
06.01.04	Centro de control de motores 220V, Sala 5	glb	1.00	12 162.00	729.72	1 216.20	14 107.92
06.01.05	Banco de condensadores de 150 KVAR, 480 V	und	1.00	15 808.67	948.52	1 580.87	18 338.06
06.01.06	Transformador seco 100 kVA, 480/220V	und	1.00	7 182.00	430.92	718.20	8 331.12
06.01.07	sala 5	glb	1.00	161 563.00	9 693.78	16 156.30	187 413.08
<b>07</b>	<b>SUBESTACIÓN 6</b>						
<b>07.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
07.01.01	Transformador con neutral grounding resistor 2MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 6	glb	1.00	47 013.00	2 820.78	4 701.30	54 535.08
07.01.02	Switch Gear 1, 0.48 kV Sala 6 (F.P. N° 6)	glb	1.00	63 759.00	3 825.54	6 375.90	73 960.44
07.01.03	Centro de control de motores 480V, Sala 6	glb	1.00	57 367.00	3 442.02	5 736.70	66 545.72

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	Cant.	Total suministro (\$)	Transporte (\$)	Montaje (\$)	Total (\$)
07.01.04	Banco de condensadores de 250 KVAR, 480 V	und	1.00	13 922.67	835.36	1 392.27	16 150.30
07.01.05	Transformador seco 100 kVA, 480/220V	und	1.00	7 182.00	430.92	718.20	8 331.12
07.01.06	sala 6	glb	1.00	171 193.00	10 271.58	17 119.30	198 583.88
<b>08</b>	<b>SUBESTACIÓN 7</b>						
<b>08.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
08.01.01	Transformador con neutral grounding resistor 1MVA, 10kV : 0.48kV, Sala 7	glb	1.00	36 473.00	2 188.38	3 647.30	42 308.68
08.01.02	Switch Gear 1, 0.48 kV Sala 7 (F.P. N° 7)	glb	1.00	41 690.00	2 501.40	4 169.00	48 360.40
08.01.03	Centro de control de motores 480V, Sala 7	glb	1.00	40 545.00	2 432.70	4 054.50	47 032.20
08.01.04	Centro de control de motores 220V, Sala 7	glb	1.00	18 818.00	1 129.08	1 881.80	21 828.88
08.01.05	Banco de condensadores de 200 KVAR, 480 V	und	1.00	14 827.33	889.64	1 482.73	17 199.70
08.01.06	Transformador seco 150 kVA, 480/220V	und	1.00	9 200.00	552.00	920.00	10 672.00
08.01.07	sala 7	glb	1.00	163 970.00	9 838.20	16 397.00	190 205.20
<b>09</b>	<b>Planta Diesel - Back up</b>						
<b>09.01</b>	<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>						
09.01.01	Switch Gear 1, 10 kV, 630 A. 25 kA Sala Back up	glb	1.00	64 521.96	3 871.32	6 452.20	74 845.47
09.01.02	Transformador con neutral grounding resistor 2.5 MVA, 0.48kV : 10kV, Planta Diese - Back up	glb	4.00	250 588.00	15 035.28	25 058.80	290 682.08
09.01.03	Transformador con neutral grounding resistor 1.5 MVA, 0.48kV : 10kV, Planta Diese - Back up	glb	1.00	42 913.00	2 574.78	4 291.30	49 779.08
09.01.04	Grupo electrógeno de 2500 kVA en 480 V, incluye protección y tanque de combustible.	glb	4.00	1 954 000.00	117 240.00	195 400.00	2 266 640.00
09.01.05	Grupo electrógeno de 1000 kVA en 480 V, incluye protección y tanque de combustible.	glb	1.00	205 000.00	12 300.00	20 500.00	237 800.00
09.01.06	Tablero de control maestro (Sincronismo)	und	1.00	168 000.00	10 080.00	16 800.00	194 880.00
09.01.07	sala back up	glb	1.00	163 970.00	9 838.20	16 397.00	190 205.20
						<b>Subtotal USD</b>	<b>10 819 107.60</b>
						<b>IGV USD</b>	<b>1 947 439.37</b>
						<b>Total USD</b>	<b>12 766 546.97</b>

## **CONCLUSIONES**

- 1. El equipamiento eléctrico seleccionado para el centro minero está conforme a los requerimientos de las normas, regulaciones locales y están basados en marcas reconocidas a nivel mundial.**
- 2. Para la selección del equipamiento eléctrico se requiere de un análisis de los procesos productivos del centro minero, el análisis en este informe está basado en la ingeniería básica alcanzada por el cliente.**
- 3. El cálculo de la máxima demanda se ha estimado a partir de los consumidores representados en los diagramas de flujo y las cargas de los servicios auxiliares del centro minero que se pueden apreciar en la tabla 4.2 dando como resultado 28 757.65 KVA.**
- 4. Para la distribución de los equipos eléctricos se ha considerado los planos 5800-G-001, 5800-G-002, 5800-G-003 y 5800-G-004 donde se encuentra la ubicación de la planta y la ubicación de las áreas de los procesos productivos para la obtención de los minerales.**

5. Se ha optado por el uso de salas eléctricas prefabricadas porque presenta la ventaja práctica de poder trasladarse con su equipamiento 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. En el capítulo 5 Evaluación de costos \ 5.1.3 Evaluación de propuesta \ B Salas eléctricas prefabricadas (Shelters) se ha elegido la oferta de la empresa Eecol como la mejor propuesta debido a que cumple con los aspectos técnicos y presenta una mejor oferta económica que se puede apreciar en la figura 5.2. Costo de las salas eléctricas.
  
6. Para los transformadores de potencia principales de cada subestación se ha optado por el uso transformadores en baño de aceite debido a su menor costo con respecto los transformadores del tipo seco (en la actualidad el costo es la mitad de un seco con las mismas características), además de su menor nivel de ruido, pueden instalarse a la intemperie y su buen funcionamiento en atmosferas contaminas. Para los transformadores de servicios auxiliares que se encuentran dentro de las salas eléctricas se ha optado por el del tipo seco debido a que estos transformadores requieren menos mantenimiento y presentan menor riesgo de incendio que los trasformadores en aceite. En el capítulo 5 Evaluación de costos \ 5.1.3 Evaluación de propuesta \ C Subestaciones unitarias se ha elegido la oferta de la empresa Epli porque ha presentado la cotización de las subestaciones unitarias completas.

7. Para las celdas de media tensión en 10kV se ha desarrollado el Plano CET0228-GEN-PL-E-0100 Diagrama unifilar del centro minero de este podemos identificar la carga por subestación que se visualiza en la tabla 4.4, además obtenemos la configuración de la celdas que se visualiza en la tabla 4.5. En el capítulo 5 Evaluación de costos \ 5.1.3 Evaluación de propuesta \ E Celdas de media tensión se ha elegido la oferta de la empresa Promelsa, porque ha presentado la cotización con el mejor sustento técnico y una mejor oferta económica.
  
8. Para los bancos de condensadores se ha optado por compensar la mayor parte de consumo inductivo llegando a un factor de potencia estimado de 0.99, como la mayor parte de consumidores son motores se ha distribuido los bancos de condensadores en las siguientes tensiones 10kV, 4.16kV y 0.48 kV lo más cercano a los motores (En cada sala eléctrica). En el capítulo 5 Evaluación de costos \ 5.1.3 Evaluación de propuesta \ D Banco de condensadores se ha elegido la oferta de la empresa Eecol, porque ha presentado la cotización completa en todos los niveles de tensión solicitados.
  
9. Para la selección de los centro de control de motores CCM se ha desarrollado el análisis de cada unidad funcional de cada CCM en cada sala eléctrica que se detallan en el capítulo 4, el listado de todos los motores agrupados por subestación se encuentra en la tabla 4.2. En el capítulo 5 Evaluación de costos \

5.1.3 Evaluación de propuesta \ A Centro de control de motores se ha elegido la oferta de la empresa Rockwell, por su mejor sustento técnico y económico.

10. Del capítulo 4 \ 4.11 Selección del conductor se ha realizado el análisis cumpliendo con las normas, sobredimensionando los conductores eléctricos para futuras ampliaciones y eligiendo el conductor idóneo para este tipo de instalaciones eléctricas siendo el conductor de baja tensión 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.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para cualquier proyecto de plantas industriales es necesario tener toda la información de las variables involucradas, de modo que la selección de los equipos del proyecto sea adecuado.
2. A la hora de la selección, se debe realizar coordinaciones con las otras especialidades que intervienen en la planta, para evitar complicaciones dentro de la planta industrial.
3. La selección del equipamiento es una decisión importante en la cual se tiene que analizar todas las variables técnicas y económicas, siendo esta ultima considerada como lo más importante por los clientes.
4. El cálculo de la máxima demanda debe ser lo más real posible para evitar sobredimensionamientos que repercutan en costo inicial muy alto.
5. Cuando se solicite el costo del equipamiento eléctrico se debe incluir el costo de montaje y el costo del transporte; y explicar al cliente esto.

6. Para el dimensionamiento de los centro de control de motores se debe considerar las dimensiones de las empresas especialistas en diseño y fabricación de estos equipos..
  
7. Para el dimensionamiento de las salas eléctricas se debe considerar todos los equipos eléctricos, los equipos de control e instrumentación necesarios y los equipos de servicios propios de la sala.

## **BIBLIOGRAFÍA**

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. NO 308-2001-EM/VME "Uso de la electricidad en minas" año 2001.
5. Código nacional de electricidad, utilización 2006
6. D.S. NO 046-2001; Reglamento de seguridad e higiene minera año 2001.
7. Elementos de diseño de Subestaciones Eléctricas; Enríquez Harper, Segunda Edición, editorial Limusa; 2002; México.
8. Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión, HVM Ingenieros, Segunda Edición
9. Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, Enríquez Harper: editorial Limusa; 2005; México.
10. El ABC de las instalaciones eléctricas industrial, Enríquez Harper, editorial Limusa; 2002; México.
11. Análisis de sistemas eléctricos de potencia, William D. Stevenson, Segunda Edición. Año 1979.

## **PLANOS**

### **1. Planos de ingeniería básica:**

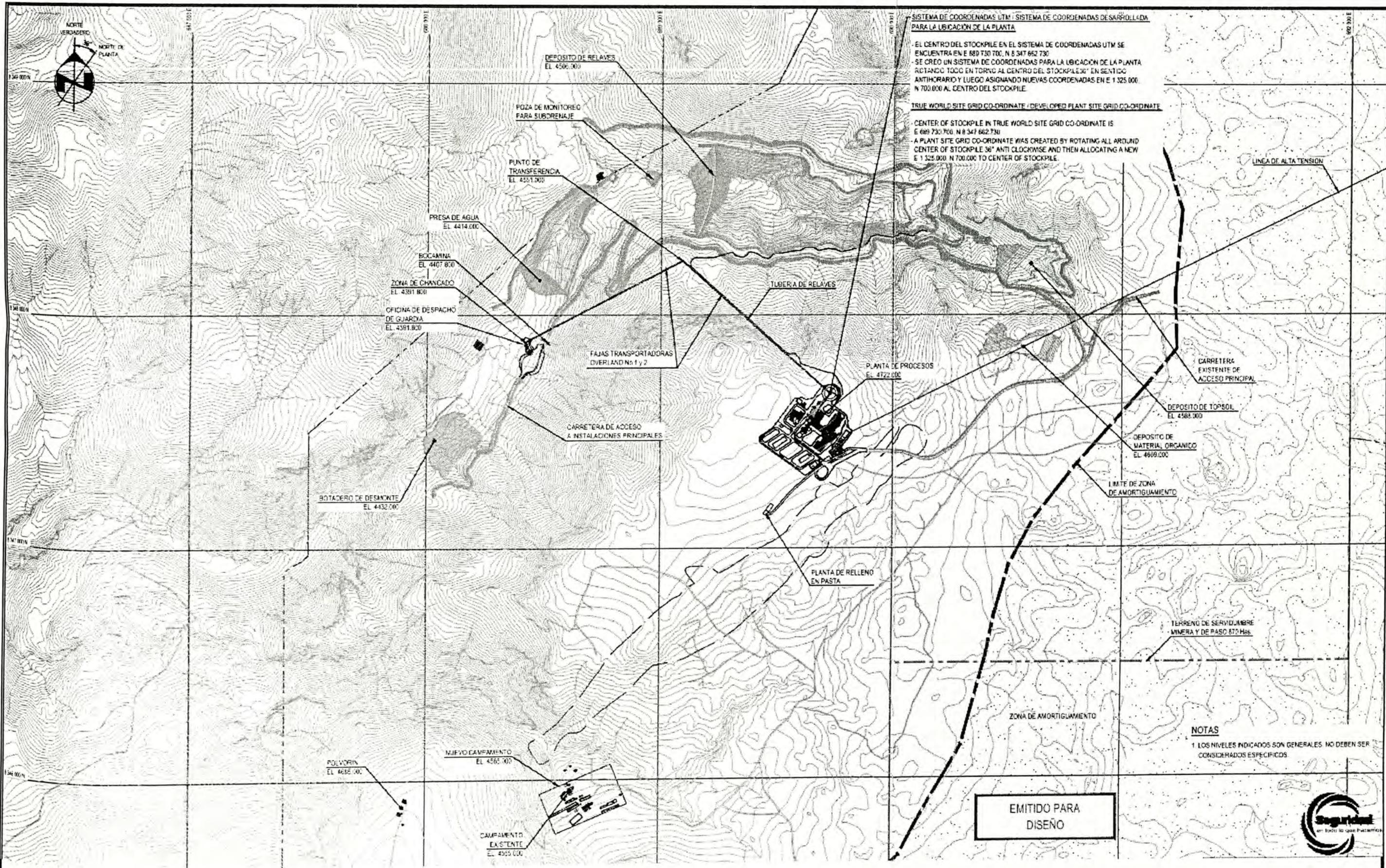
- 5800-G-001 : Plano de sitio, arreglo general.
- 5800-G-002 : Plano de sitio, planta de proceso vista 1.
- 5800-G-003 : Plano de sitio, planta de proceso vista 2
- 5800-G-004 : Plano de sitio, planta de proceso vista 3
- 5800-F-101 : Diagrama de flujo área chancado
- 5800-F-102 : Diagrama de flujo área molienda.
- 5800-F-103 : Diagrama de flujo área lixiviación
- 5800-F-104 : Diagrama de flujo área espesadores CCD
- 5800-F-105 : Diagrama de flujo área filtros de clarificación 1.
- 5800-F-106 : Diagrama de flujo área filtros de clarificación 2.
- 5800-F-107 : Diagrama de flujo planta dore
- 5800-E-100 : Distribución general, leyenda símbolos.
- 5800-E-101 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 1.
- 5800-E-102 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 2.
- 5800-E-103 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 3.

- 5800-E-104 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 4.
- 5800-E-105 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 5
- 5800-E-106 : Distribución general, diagrama unifilar Parte 6
- 5800-E-110 : Distribución en media tensión, planta de procesos.
- 5800-E-111 : Distribución en media tensión, chancado y faja.
- 5800-E-112 : Distribución en media tensión, Campamento,  
Mina y planta pasta de relleno.

## **2. Planos de ingeniería revisada:**

- CET0228-GEN-PL-E-0100: Diagrama unifilar de arreglo general.
- CET0228-GEN-PL-E-0101: Diagrama unifilar del grupo electrógeno.
- CET0228-GEN-PL-E-0111: Diagrama unifilar de centro de control de motores de 480 V de la sala eléctrica 1.
- CET0228-GEN-PL-E-0113: Diagrama unifilar de centro de control de motores de 480 V de la sala eléctrica 2.
- CET0228-GEN-PL-E-0115: Diagrama unifilar de centro de control de motores de 480 V de la sala eléctrica 3.
- CET0228-GEN-PL-E-0117: Diagrama unifilar de centro de control de motores de 480 V de la sala eléctrica 4.
- CET0228-GEN-PL-E-0119: Diagrama unifilar de centro de control de motores de 480 V de la sala eléctrica 5.

- **CET0228-GEN-PL-E-0120: Diagrama unifilar de centro de control de motores de 480 V de la sala eléctrica 6.**
- **CET0228-GEN-PL-E-0122: Diagrama unifilar de centro de control de motores de 480 V de la sala eléctrica 7.**
- **CET0228-5800-E-826; Distribución de equipos de la sala principal**
- **CET0228-5800-E-840; Distribución de equipos de la sala 1.**
- **CET0228-5800-E-850; Distribución de equipos de la sala 2.**
- **CET0228-5800-E-856; Distribución de equipos de la sala 3.**
- **CET0228-5800-E-866; Distribución de equipos de la sala 4.**
- **CET0228-5800-E-830; Distribución de equipos de la sala 5.**
- **CET0228-5800-E-860; Distribución de equipos de la sala 6.**
- **CET0228-5800-E-870; Distribución de equipos de la sala 7.**
- **CET0228-5800-E-828; Distribución de equipos de la sala back up.**



**SISTEMA DE COORDENADAS UTM / SISTEMA DE COORDENADAS DE ARRULLUM PARA LA UBICACION DE LA PLANTA**

EL CENTRO DEL STOCKPILE EN EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM SE ENCUENTRA EN E 689 730.700, N 8 347 662.730  
 SE CREO UN SISTEMA DE COORDENADAS PARA LA UBICACION DE LA PLANTA ROTANDO 1000 EN TORNO AL CENTRO DEL STOCKPILE EN SENTIDO ANTIHORARIO Y LUEGO ASIGNANDO NUEVAS COORDENADAS EN E 1 325.000, N 700.000 AL CENTRO DEL STOCKPILE.

**TRUE WORLD SITE GRID CO-ORDINATE / DEVELOPED PLANT SITE GRID CO-ORDINATE**

CENTER OF STOCKPILE IN TRUE WORLD SITE GRID CO-ORDINATE IS E 689 730.700, N 8 347 662.730  
 A PLANT SITE GRID CO-ORDINATE WAS CREATED BY ROTATING ALL AROUND CENTER OF STOCKPILE 36° ANTI CLOCKWISE AND THEN ALLOCATING A NEW E 1 325.000, N 700.000 TO CENTER OF STOCKPILE.

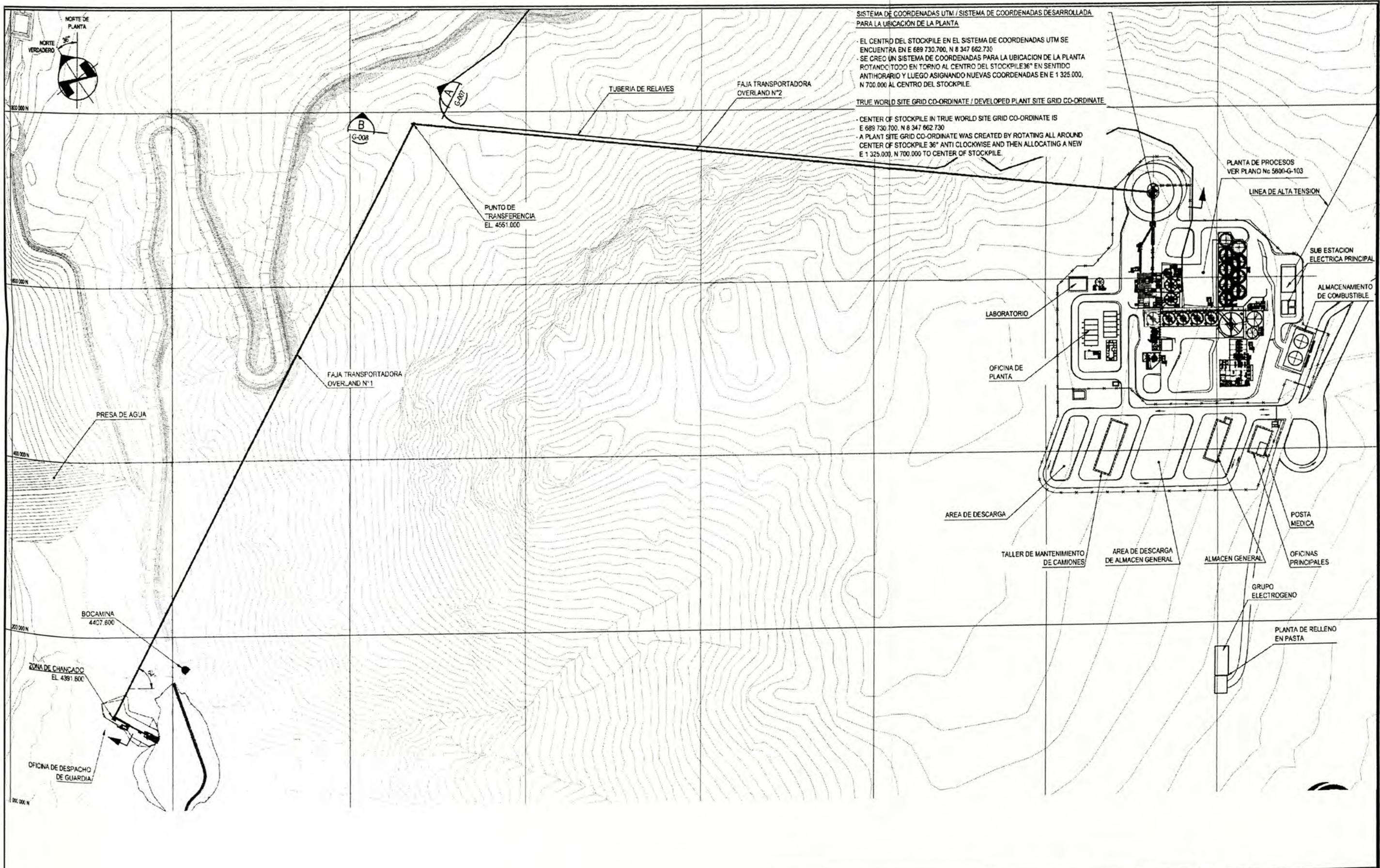
**NOTAS**

1. LOS NIVELES INDICADOS SON GENERALES. NO DEBEN SER CONSIDERADOS ESPECIFICOS.

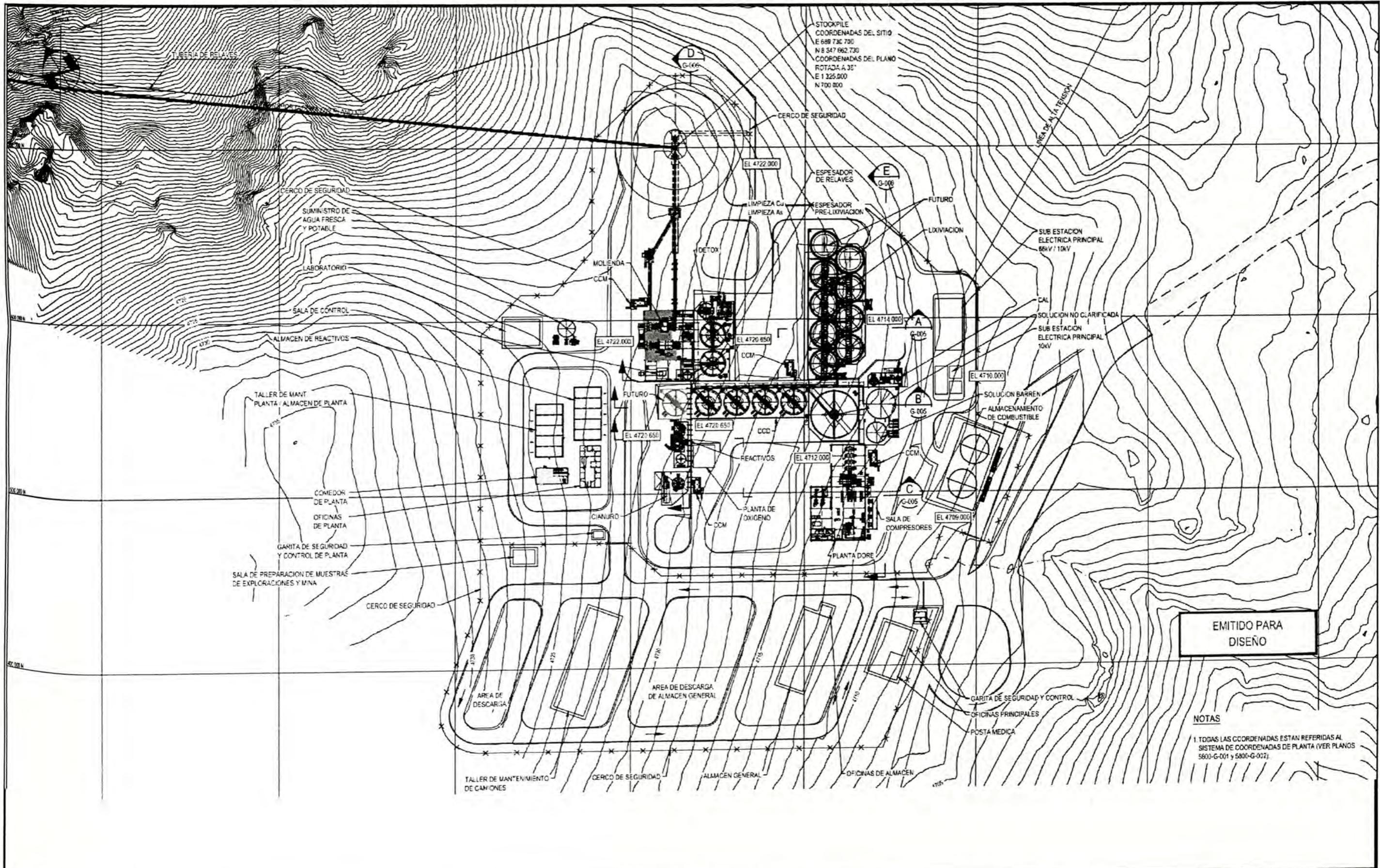
**EMITIDO PARA DISEÑO**



REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
				REVISADO		TITULO:	PLANO DE SITIO ARREGLO GENERAL	PLANO:	5800-G-001
				DISEÑADO				ESCALA:	S/E
			DETALLES DE REVISION	DIS. APRO.	PROY APRO.				



REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	PROYECTO: CENTRO MINERO	
				REVISADO			TITULO: PLANO DE SITIO PLANTA DE PROCESOS HOJA 1	PLANO: 5800-G-002
				DISEÑADO				ESCALA: S/E
				DIS. APRO.				
				PROY APRO.				
		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA						



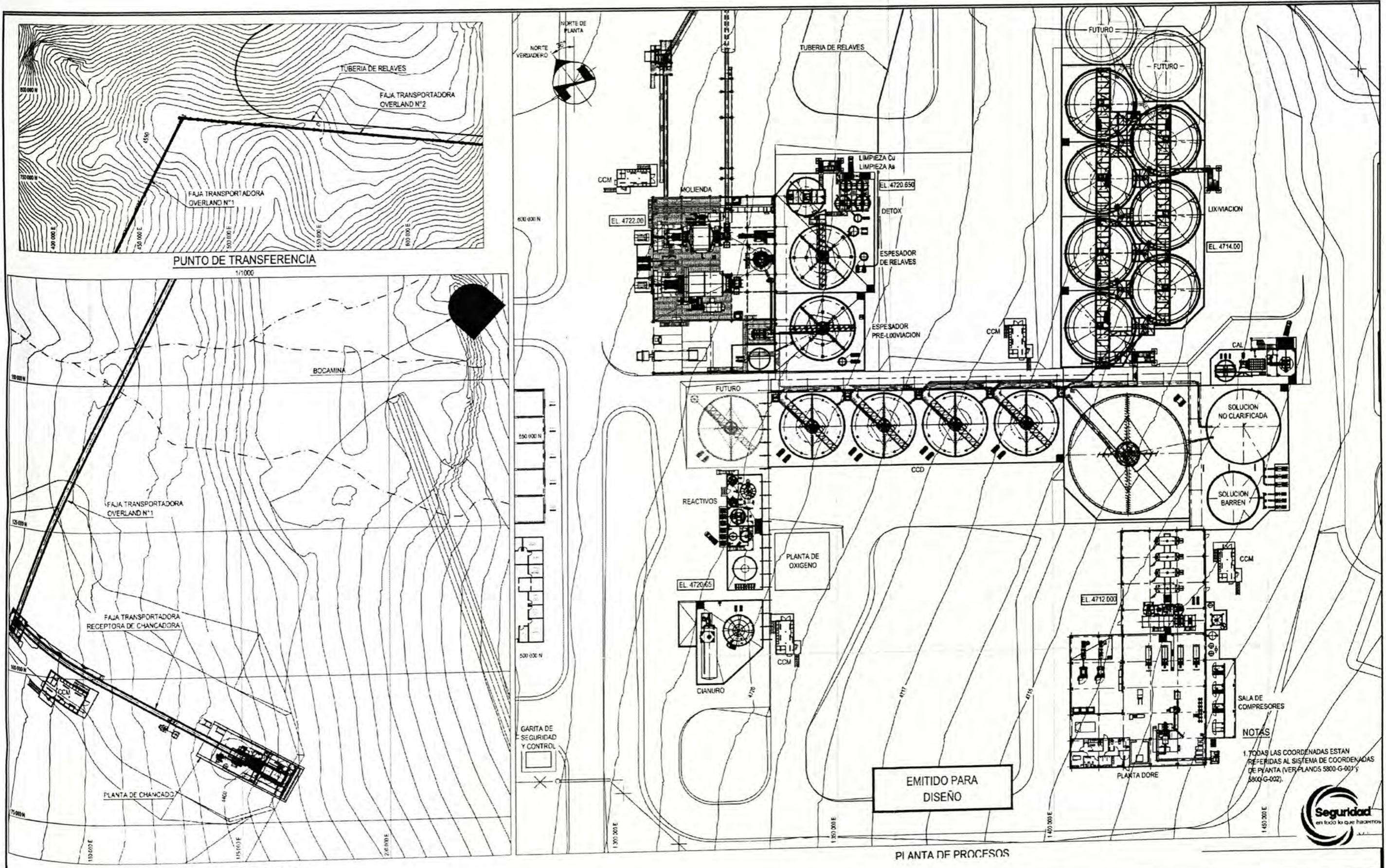
STOCKPILE  
 COORDENADAS DEL SITIO  
 E 688 730 700  
 N 8 347 662.730  
 COORDENADAS DEL PLANO  
 ROTADA A 30°  
 E 1 325.000  
 N 700 800

EMITIDO PARA  
 DISEÑO

NOTAS

1. TODAS LAS COORDENADAS ESTAN REFERIDAS AL SISTEMA DE COORDENADAS DE PLANTA (VER PLANOS 5800-G-001 y 5800-G-002).

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
				REVISADO		TITULO:	PLANO DE SITIO PLANTA DE PROCESOS HOJA 2	PLANO:	5800-G-003
				DISEÑADO				ESCALA:	S/E
				DIS. APRÓ.					
				PROY. APRÓ.					



**EMITIDO PARA DISEÑO**

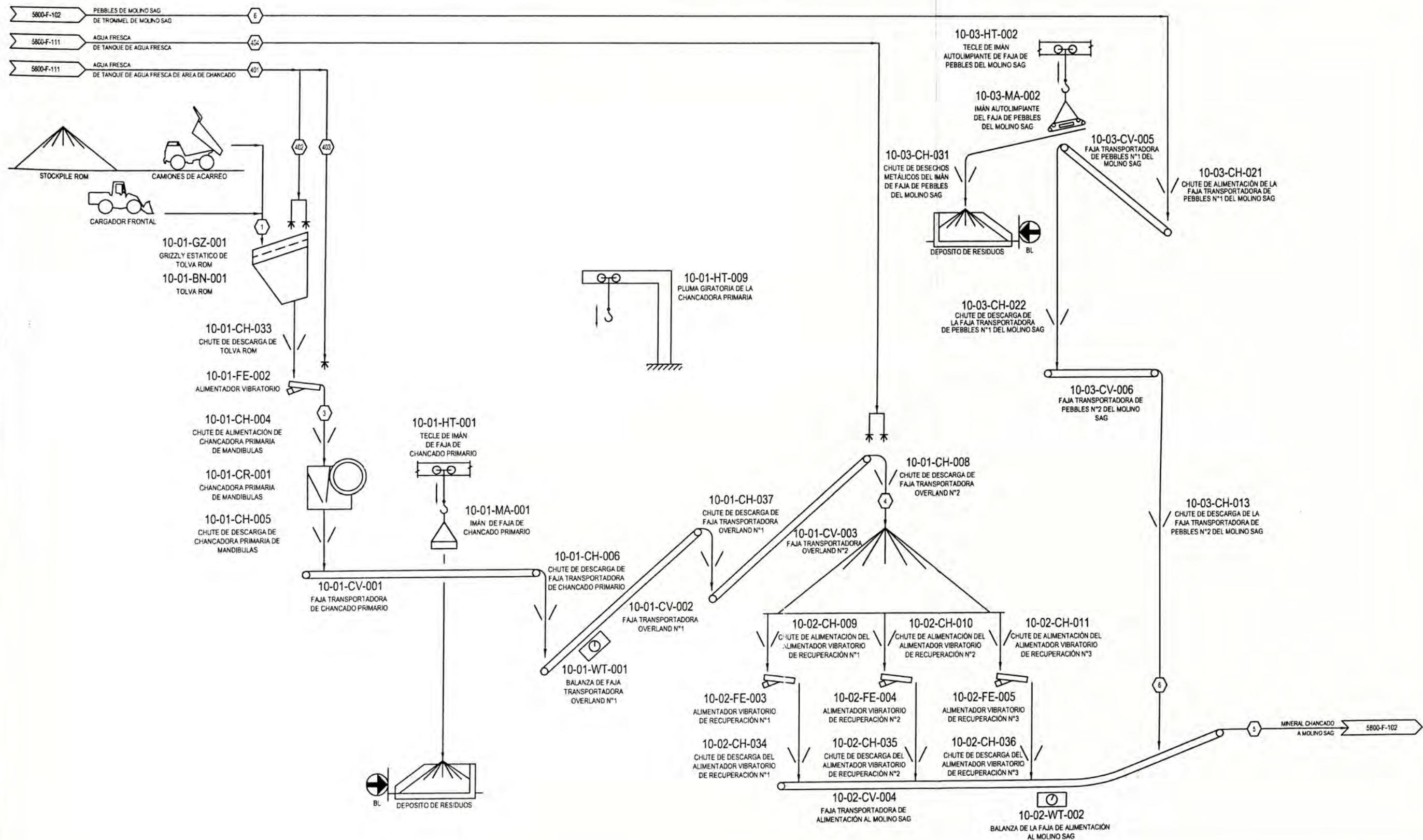
NOTAS  
1. TODAS LAS COORDENADAS ESTAN REFERIDAS AL SISTEMA DE COORDENADAS DE PLANTA (VER PLANOS 5800-G-001 Y 5800-G-002).



PIANTA DE PROCESOS

PIANTA DE CHANCADO

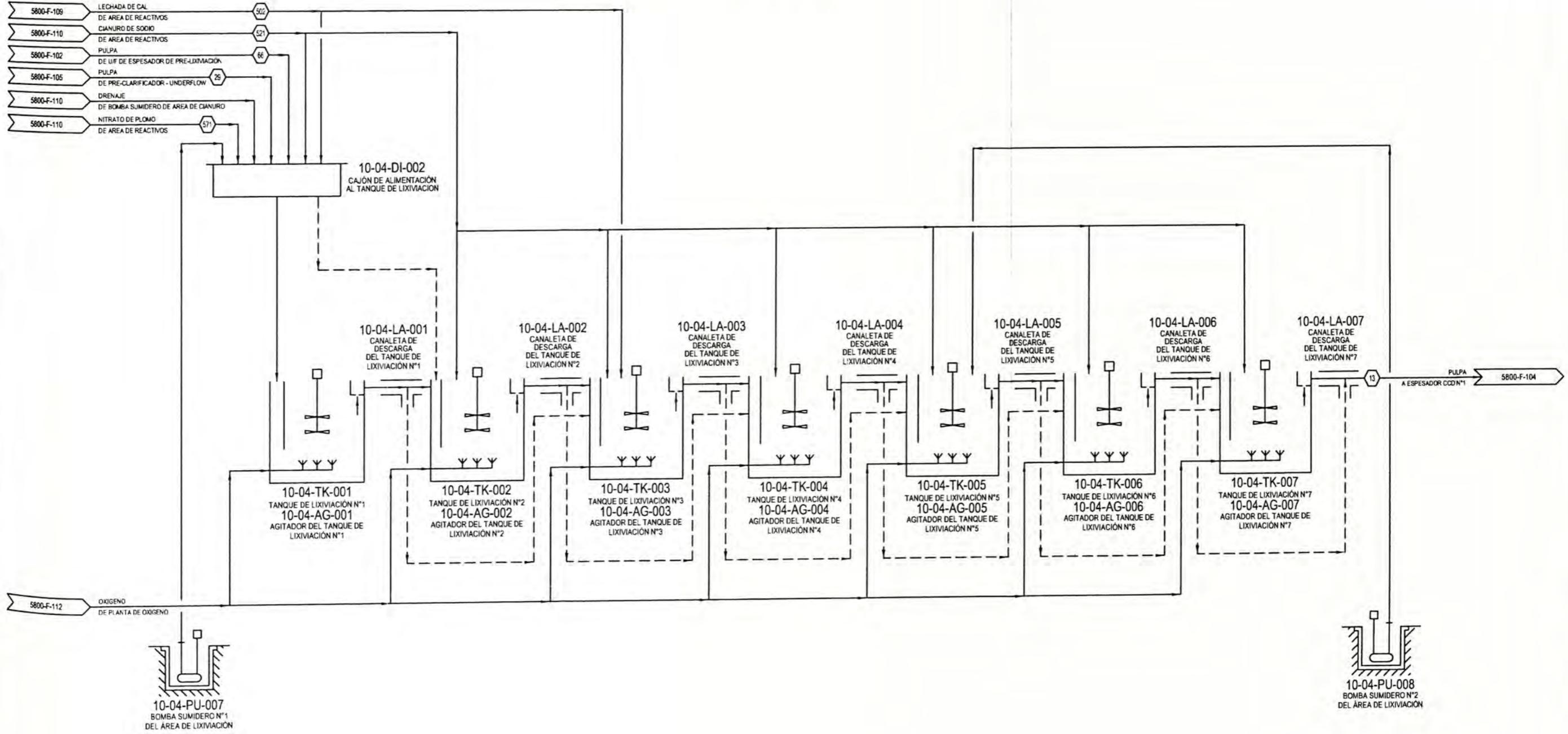
REF	PLANO Nº	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	PROYECTO:	CENTRO MINERO		
				REVISADO			TITULO:	PLANO:	5800-G-004	
				DISEÑADO					ESCALA:	S/E
				DIS. APRO.						
				PROY APRO.						
			DETALLES DE REVISION							



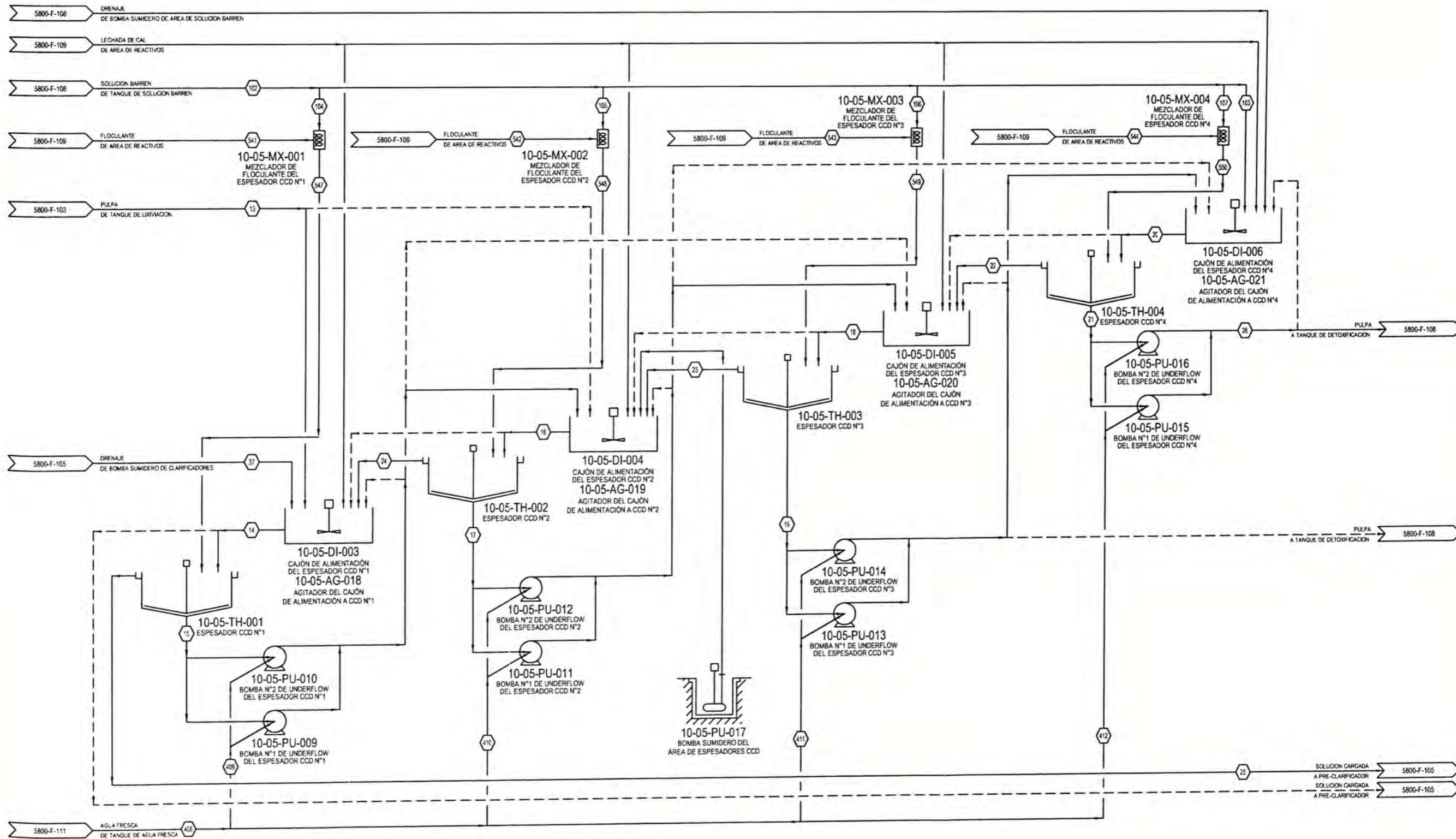
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DETALLES DE REVISION	PROY. APR.	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
						REVISADO		TITULO:	DIAGRAMA DE FLUJO AREA CHANCADO	PLANO:	5800-F-101
						DISEÑADO				ESCALA:	S/E



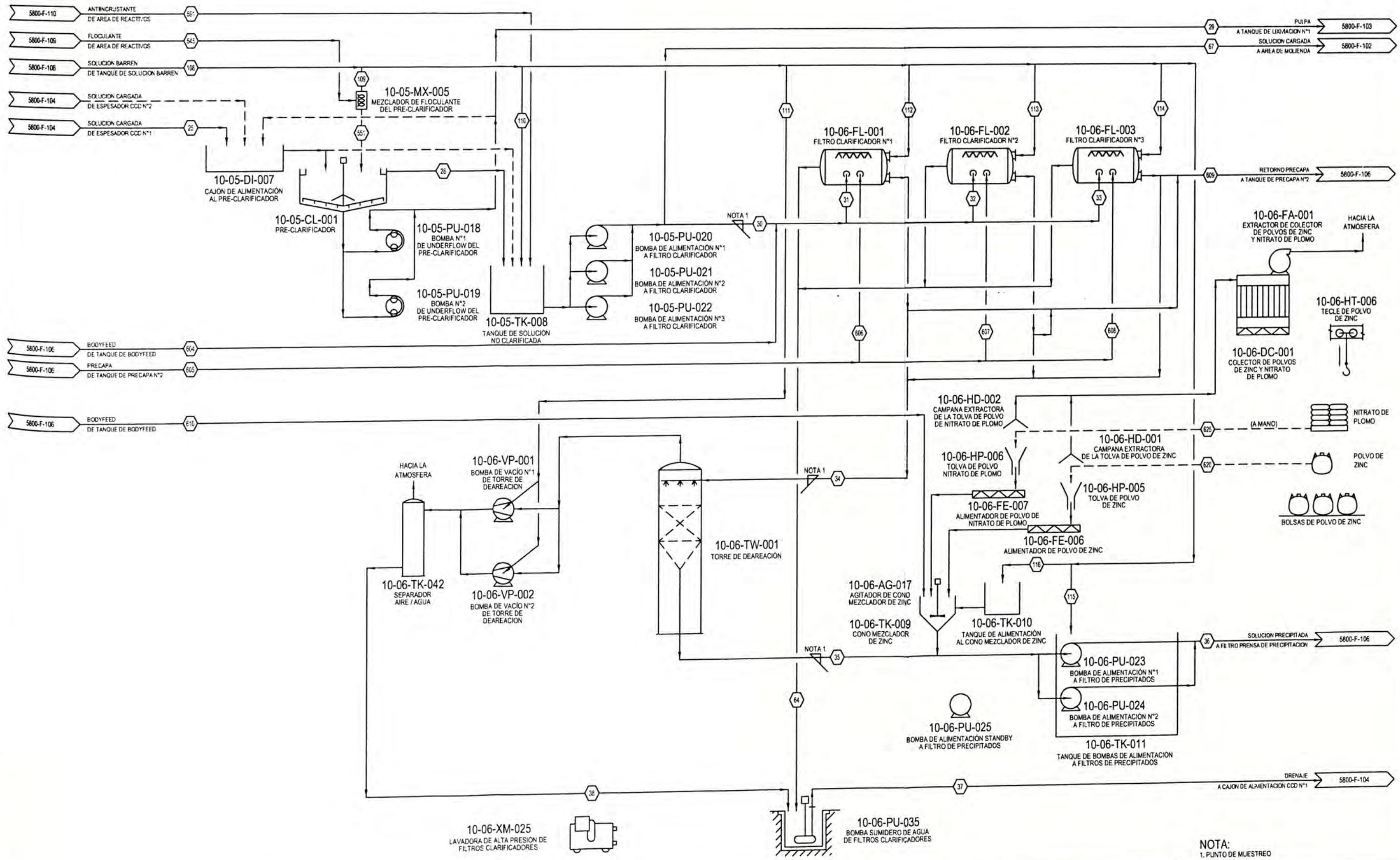
DETECTOR  
DE HCN  
10-04-XM-002  
DETECTOR DE HCN  
EN TANQUE DE LIXIVIACION



		DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:		PROYECTO:
		REVISADO		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		CENTRO MINERO
		DISEÑADO		TITULO:		PLANO:
		DIS. APRO.		DIAGRAMA DE FLUJO AREA LIXIVIACION		5800-F-103
		PROY APRO.				ESCALA:
REF	PLANO Nº	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION			S/E
			EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA			



REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	PROYECTO: CENTRO MINERO	
				REVISADO			TITULO: DIAGRAMA DE FLUJO AREA ESPESADORES CCD	PLANO: 5800-F-104
				DISEÑADO				ESCALA: S/E
				DIS. APRO.				
				PROY APRO.				



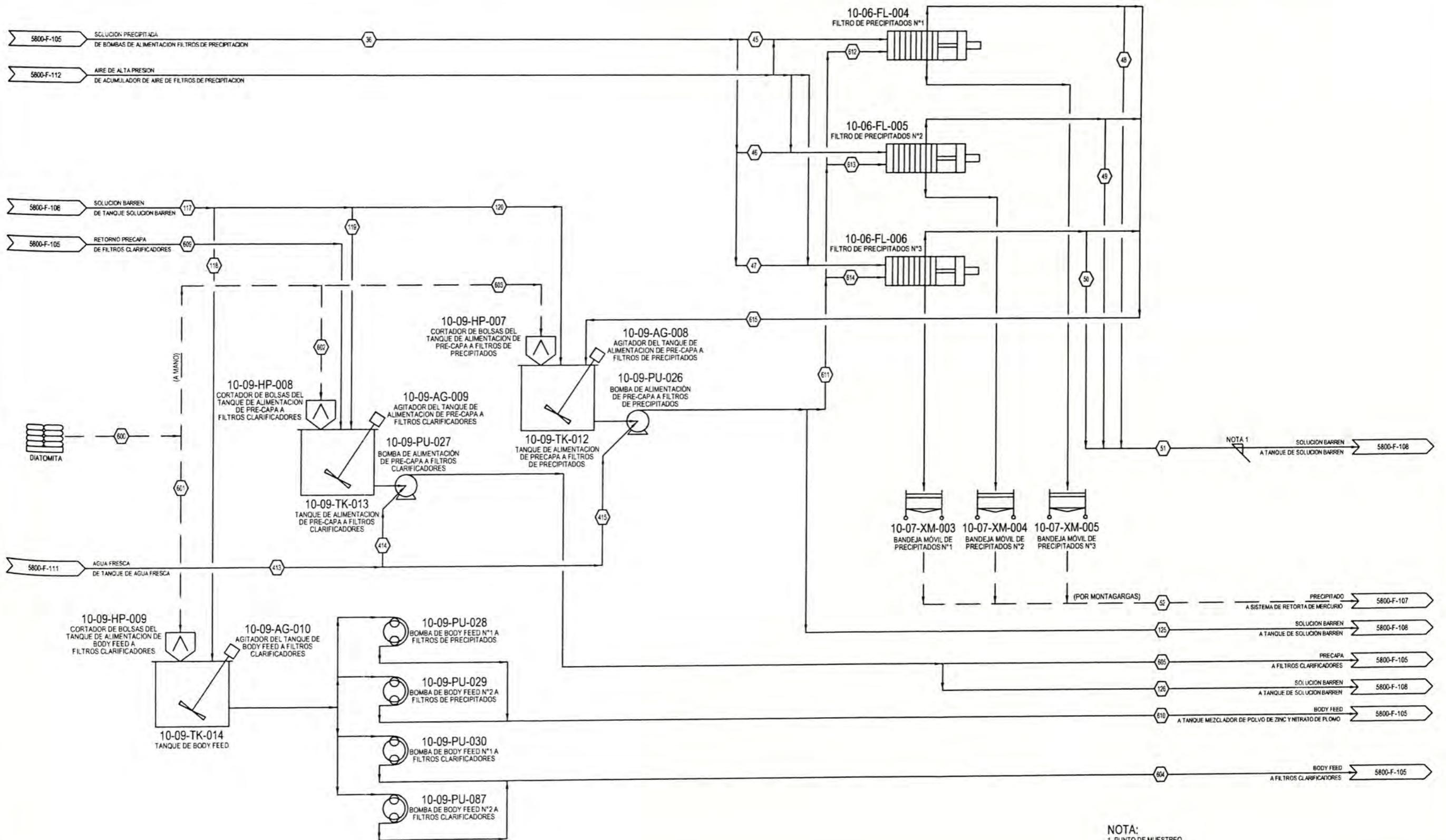
NOTA 1

NOTA 1

NOTA 1

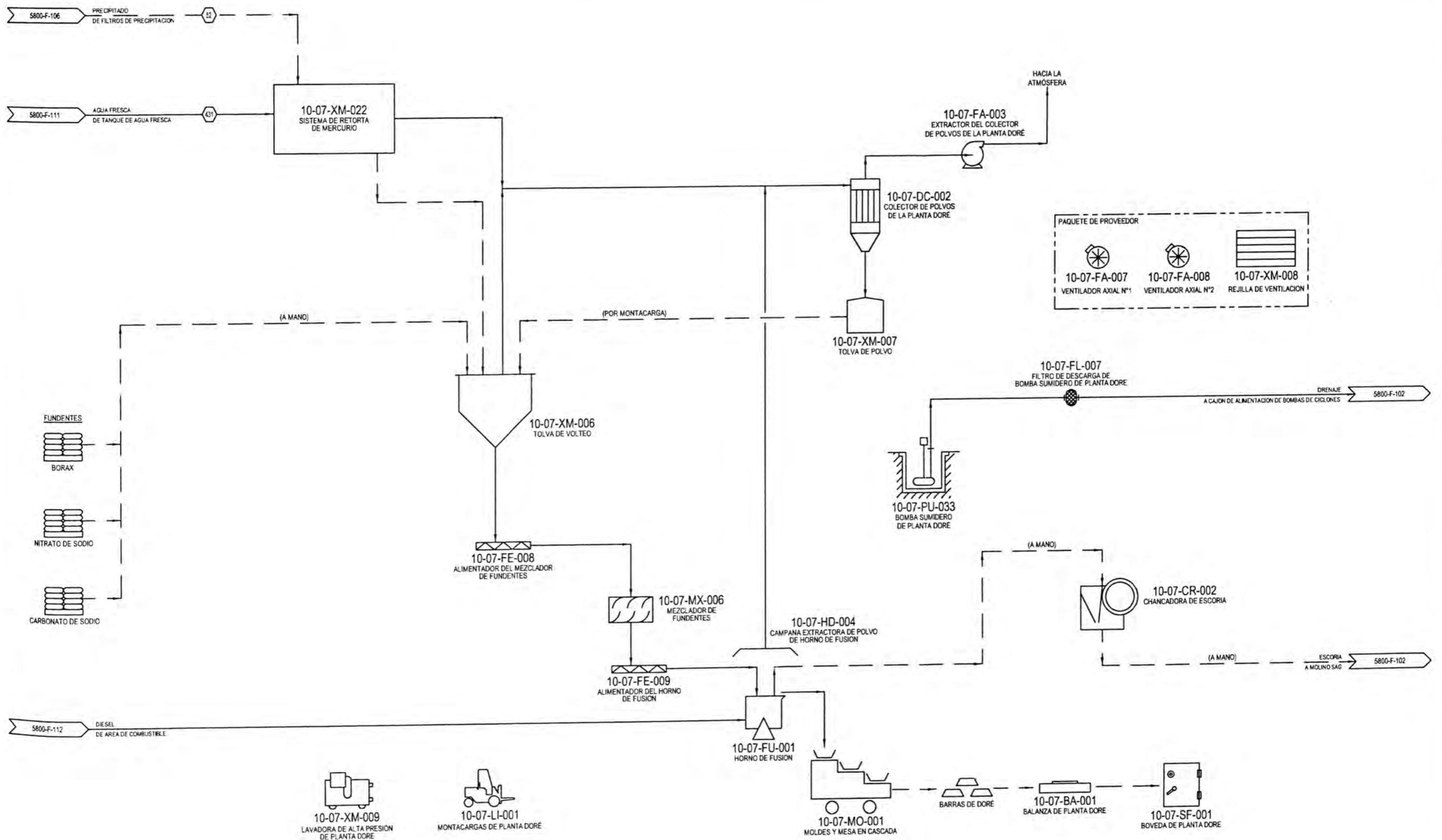
NOTA:  
1. PUNTO DE MUESTREO

REF	PLANO Nº	PLANO DE REFERENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
			REVISADO		TITULO:	DIAGRAMA DE FLUJO AREA FILTROS DE CLARIFICACION	PLANO:	5800-F-105
			DISEÑADO				ESCALA:	S/E
			DIS. APRO.					
			PROY APRO.					
		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA						
		DETALLES DE REVISION						



NOTA:  
1. PUNTO DE MUESTREO

DIBUJADO		PROPIETARIO		CLIENTE:		PROYECTO:	
REVISADO				UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		CENTRO MINERO	
DISEÑADO				TITULO:		PLANO:	
DIS. APRO.				DIAGRAMA DE FLUJO AREA FILTROS DE PRECIPITACION		5800-F-106	
PROY APRO.						ESCALA: S/E	
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DETALLES DE REVISION			



				DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>  TITULO: <b>DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA DORE</b>	PROYECTO:	CENTRO MINERO
				REVISADO			PLANO:	5800-F-107
				DISEÑADO			ESCALA:	S/E
				DIS. APRO.				
				PROY APRO.				
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DETALLES DE REVISION				

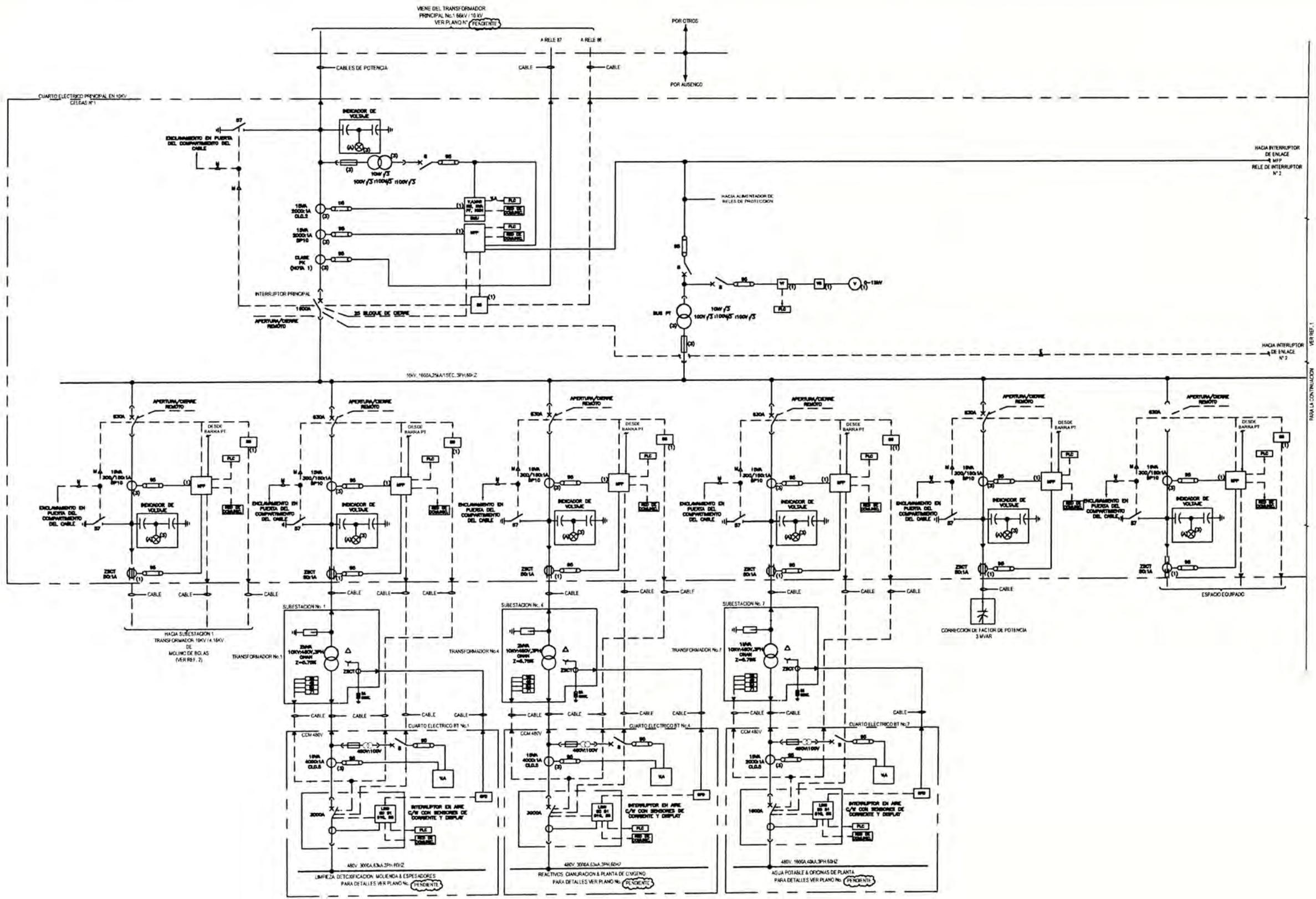
LEYENDA Y SIMBOLOS



A AMPERIOS  
 VFD ACCIONAMIENTO DE FRECUENCIA VARIABLE  
 MFP RELE DE PROTECCION MULTIFUNCION GE F850 O EQUIVALENTE  
 GFD SIST. DE DETECCION DE FALLA A TIERRA  
 LRS ARRANQUE SUAVE CON RESISTENCIA LIQUIDA  
 MPR RELE DE PROTECCION DE MOTOR GE SR469 O EQUIVALENTE  
 DMU UNIDAD DE MEDICION DIGITAL  
 KVA KILOVOLT AMPERES  
 KW KILOWATTS  
 KWH KILOWATTS HORA  
 FP FACTOR DE POTENCIA  
 V VOLTIOS  
 VT TRANSDUCTOR DE VOLTAJE  
 VS INTERRUPTOR SELECTOR DE VOLTAJE  
 VAR POTENCIA REACTIVA  
 ZSCT TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE TIERRA  
 TPR RELE DE PROTECCION DE TRANSFORMADOR

25 RELE DE SINCRONIZACION  
 26 TEMPERATURA DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR  
 27 RELE DE BAJO VOLTAJE  
 32 PERDIDA DE POTENCIA  
 40 PERDIDA DE EXCITACION  
 46 DESBALANCE DE CORRIENTE  
 49 SOBRETENPERATURA  
 50 RELE DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEA  
 50G RELE DE SOBRECORRIENTE A TIERRA INSTANTANEA  
 51 RELE DE SOBRECORRIENTE TEMPORIZADO  
 51N RELE DE SOBRECORRIENTE A NEUTRO TEMPORIZADO  
 51G RELE DE SOBRECORRIENTE A TIERRA TEMPORIZADO  
 57 INTERRUPTOR DE TIERRA  
 59 RELE DE SOBREVOLTAJE  
 63 PRESION SUBITA DE TRANSFORMADOR  
 64 RELE DE DETECCION A TIERRA  
 71 NIVEL DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR  
 810 RELE DE SOBREFRECUENCIA  
 81U RELE DE BAJA FRECUENCIA  
 86 RELE DE BLOQUEO  
 87 RELE DE PROTECCION DIFERENCIAL  
 87G RELE DE DIFERENCIAL DE GENERADOR  
 95 BLOQUE DE PRUEBA

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	TITULO: <b>DISTRIBUCION GENERAL LEYENDA Y SIMBOLOS</b>	PROYECTO:	CENTRO MINERO
			DETALLES DE REVISION	REVISADO				PLANO:	5800-E-100
				DIS. APRO.				ESCALA:	S/E
				PROY APRO.					

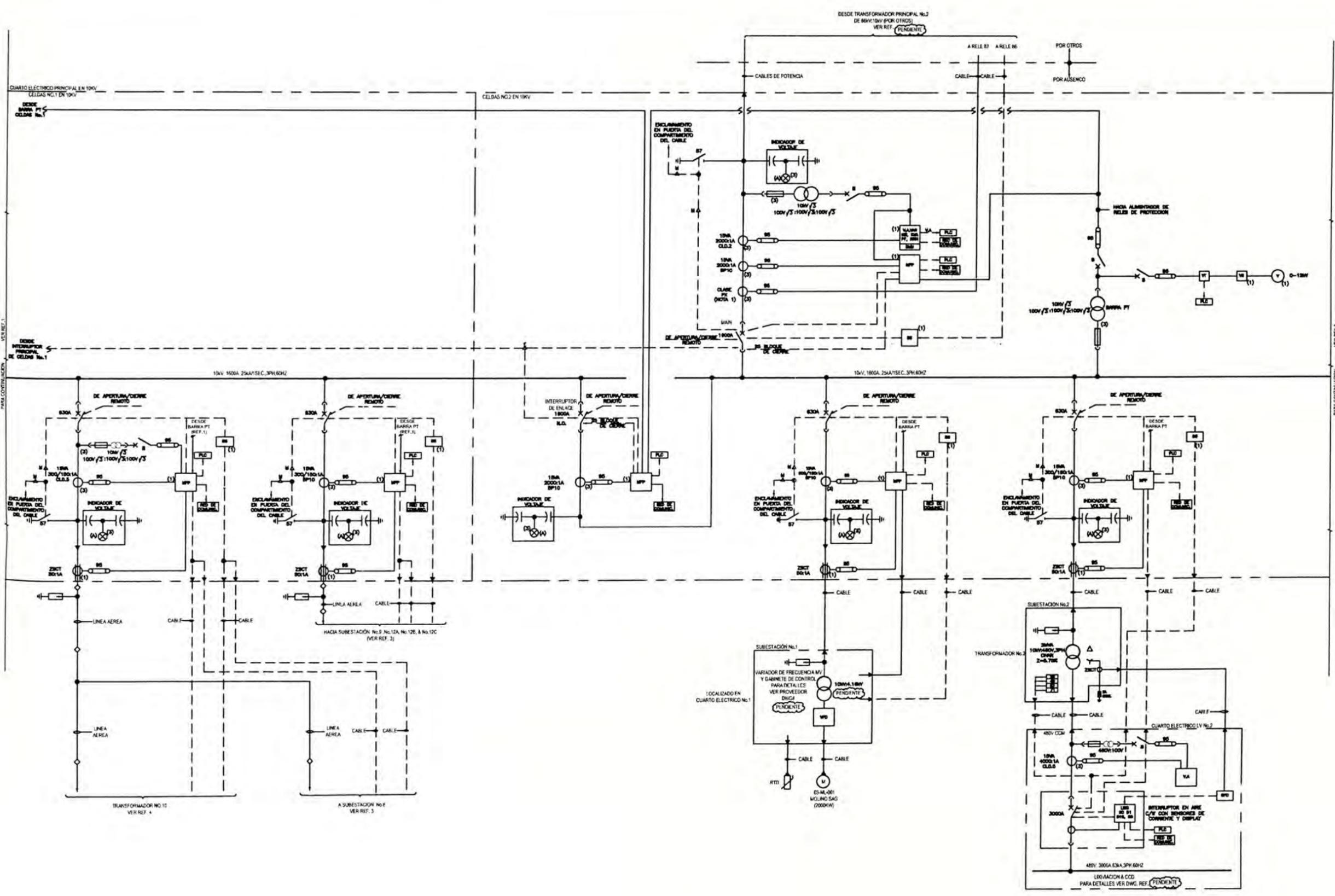


- NOTAS**
1. CARACTERISTICAS EXACTAS DE TCA PARA QUE COINCIDAN CON LOS TCA DE 66KV DE PROTECCION DIFERENCIAL.
  2. PARA LEYENDA, VER HOJA 3.

3	5800-E-100	LEYENDA Y SIMBOLOS	DIBUJADO	PROPIETARIO
2	5800-E-105	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 5	REVISADO	
1	5800-E-102	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 2	DISEÑADO	
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DIS. APRO.	PROY. APRO.

CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TITULO:	DISTRIBUCION GENERAL DIAGRAMA UNIFILAR HOJA 1

PROYECTO:	CENTRO MINERO
PLANO:	5800-E-101
ESCALA:	S/E



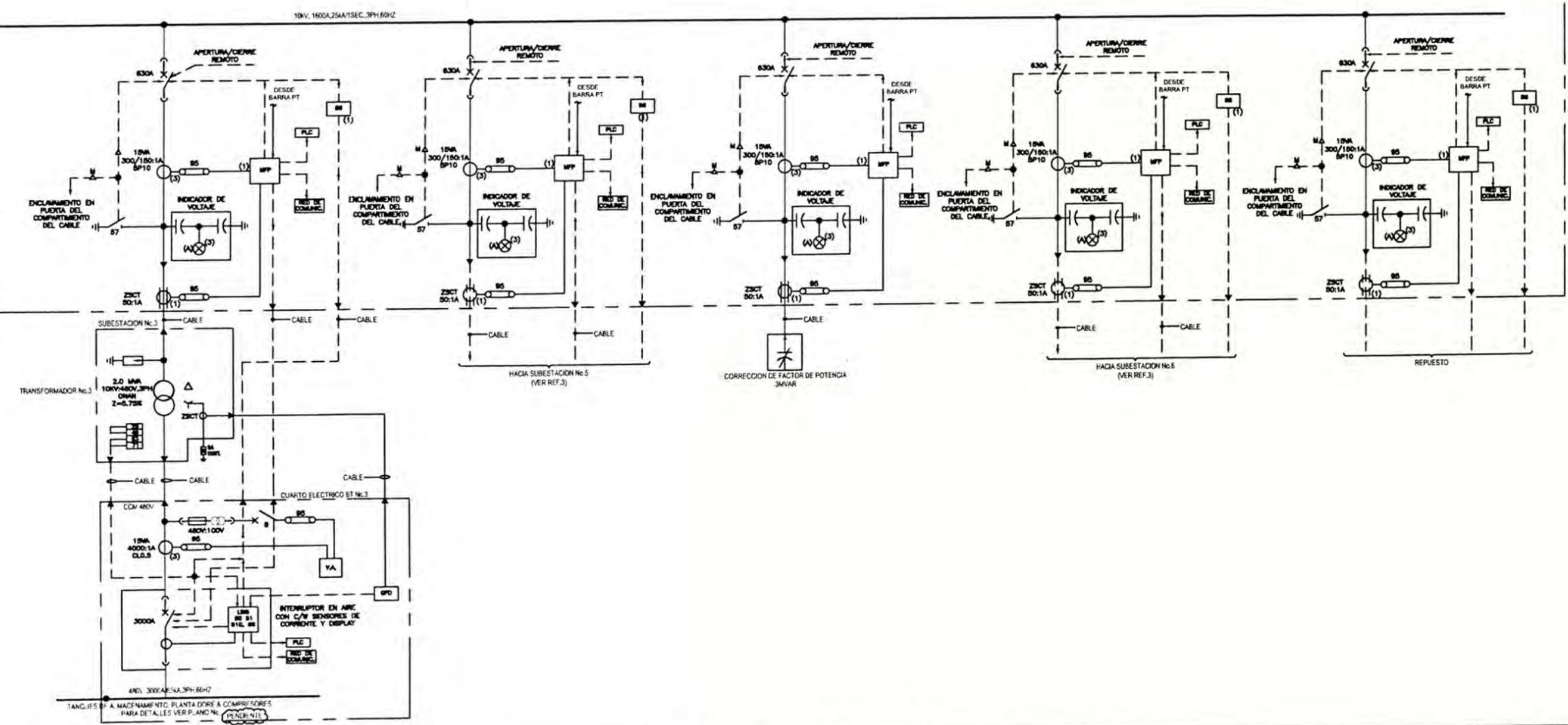
NOTAS:  
 1. CARACTERISTICAS EXACTAS DE TCA PARA QUE COINCIDA CON LOS TCA DE 8KV DE PROTECCION DIFERENCIAL.  
 2. PARA LEYENDA, VER REF. 5

5	5800-E-100	LEYENDA Y SIMBOLOS						
4	5800-E-106	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 6		DIBUJADO	PROPIETARIO			CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>
3	5800-E-104	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 4		REVISADO				PROYECTO: CENTRO MINERO
2	5800-E-103	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 3		DISEÑADO				PLANO: 5800-E-102
1	5800-E-101	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 1	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIS. APRO.				ESCALA: S/E
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	PROY APRO.				TITULO: DISTRIBUCION GENERAL DIAGRAMA UNIFILAR HOJA 2

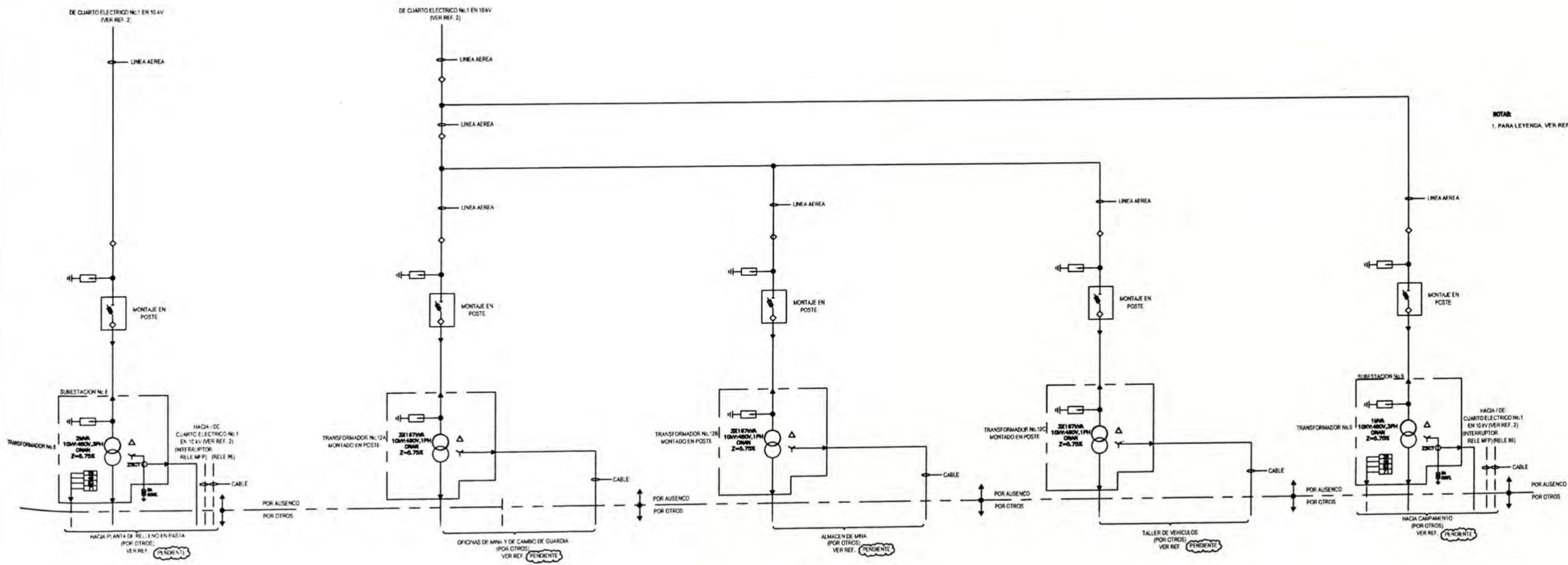
CUARTO ELECTRICO PRINCIPAL EN 10KV  
DELDAS N°7

NOTAS:  
1. PARA LA LEYENDA, VER REF. 4

PARA CONTINUACION VER REF. 2

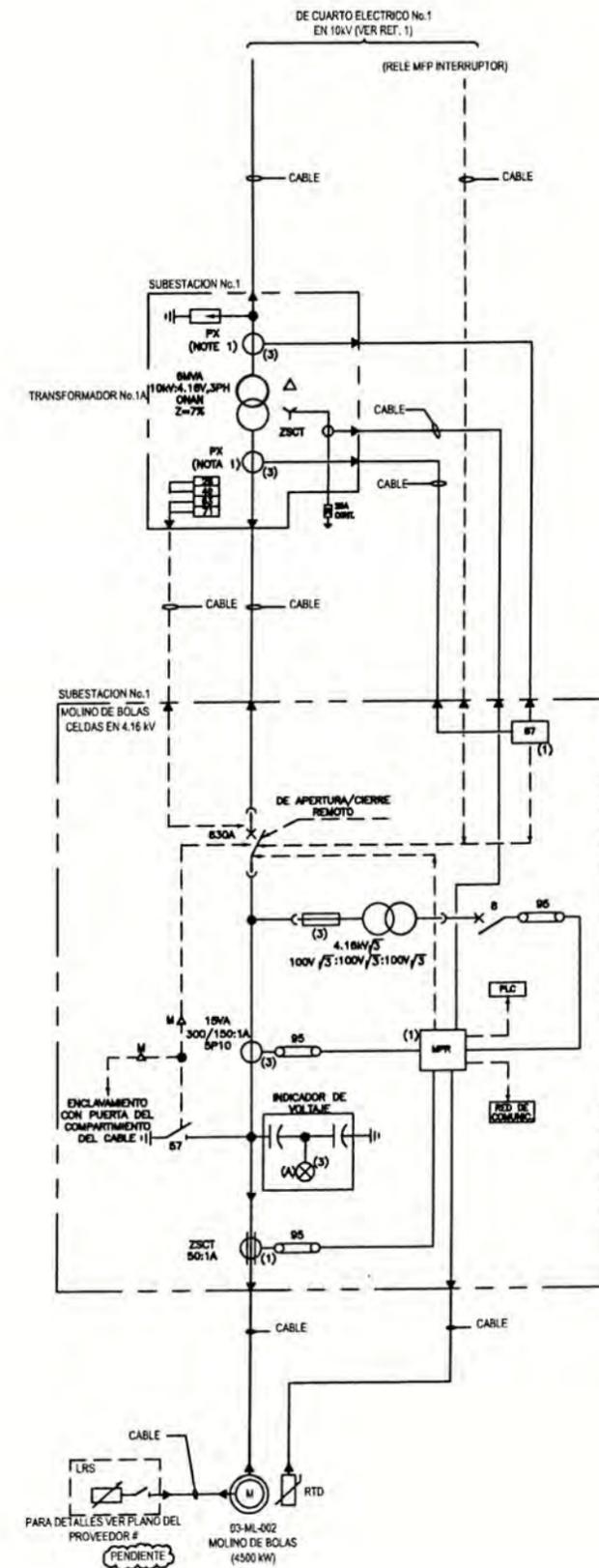
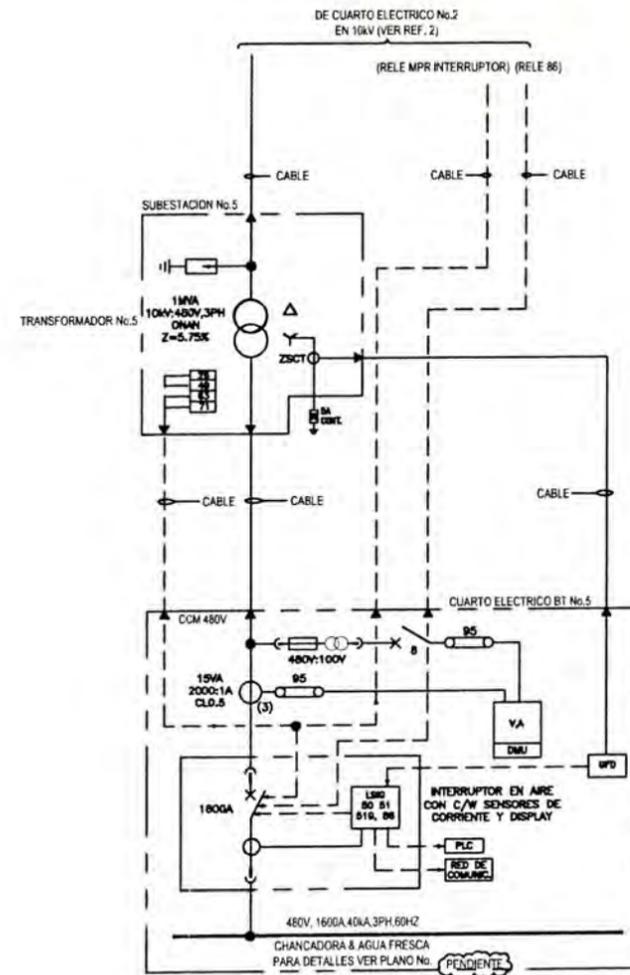
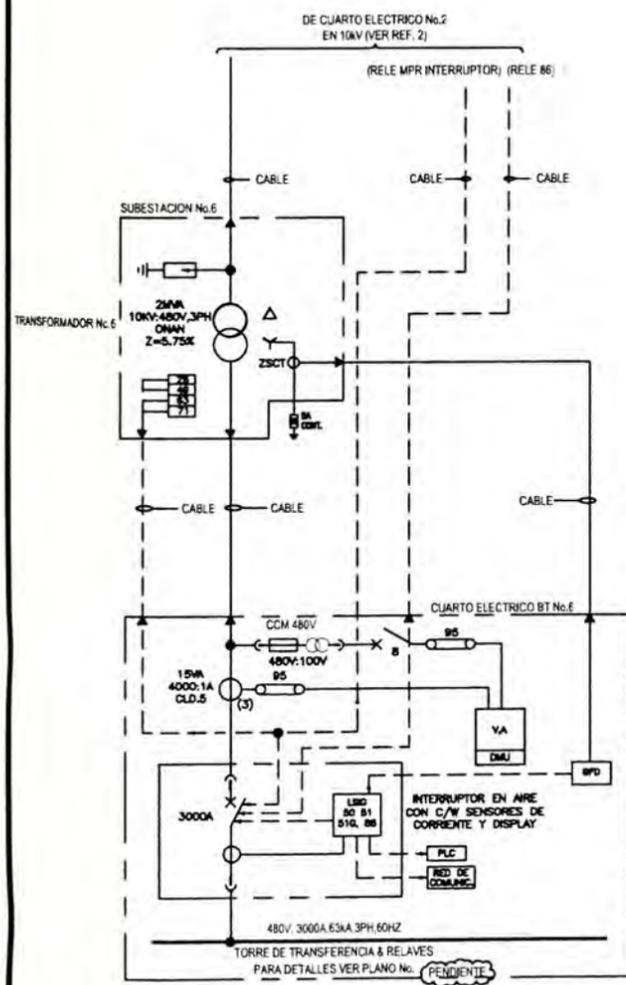


4	5800-E-100	LEYENDA Y SIMBOLOS	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> TITULO: DISTRIBUCION GENERAL DIAGRAMA UNIFILAR HOJA 3	PROYECTO: CENTRO MINERO
3	5800-E-105	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 5	REVISADO			PLANO: 5800-E-103
2	5800-E-102	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 2	DISEÑADO			
1	5800-E-101	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 1	DIS. APRO.			ESCALA: S/E
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	PROY APRO.			



NOTAR:  
1. PARA LEYENDA, VER REF. 3

4			DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>  TITULO: DISTRIBUCION GENERAL DIAGRAMA UNIFILAR HOJA 4	PROYECTO: CENTRO MINERO
3	5800-E-100	LEYENDA Y SIMBOLOS	REVISADO			PLANO: 5800-E-104
2	5800-E-102	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 2	DISEÑADO			ESCALA: S/E
1	5800-E-101	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 1	DIS. APRO.			
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	PROY APRO.			

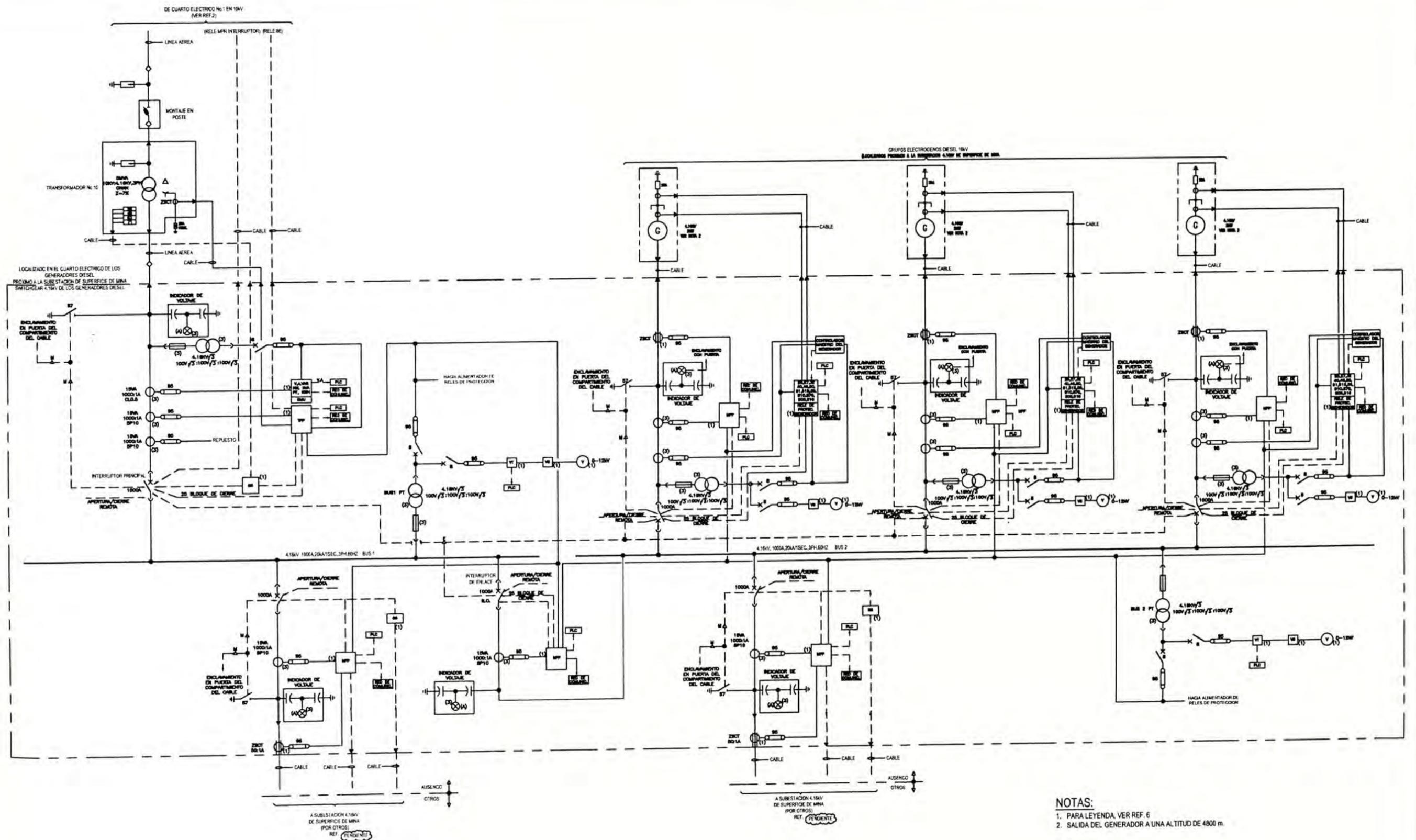


- NOTAS:
1. CARACTERISTICAS DE TCx PARA QUE COINCIDAN CON PROTECCION DIFERENCIAL
  2. PARA LA LEYENDA, VER REF. 3

4			DIBUJADO	PROPIETARIO	
3	5800-E-100	LEYENDA Y SIMBOLOS	REVISADO		
2	5800-E-103	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 3	DISEÑADO		
1	5800-E-101	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 1	DIS. APRO.		
REF	PLANO Nº	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	PROY APRO.	

CUENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TITULO:	DISTRIBUCION GENERAL DIAGRAMA UNIFILAR HOJA 5

PROYECTO:	CENTRO MINERO
PLANO:	5800-E-105
ESCALA:	S/E



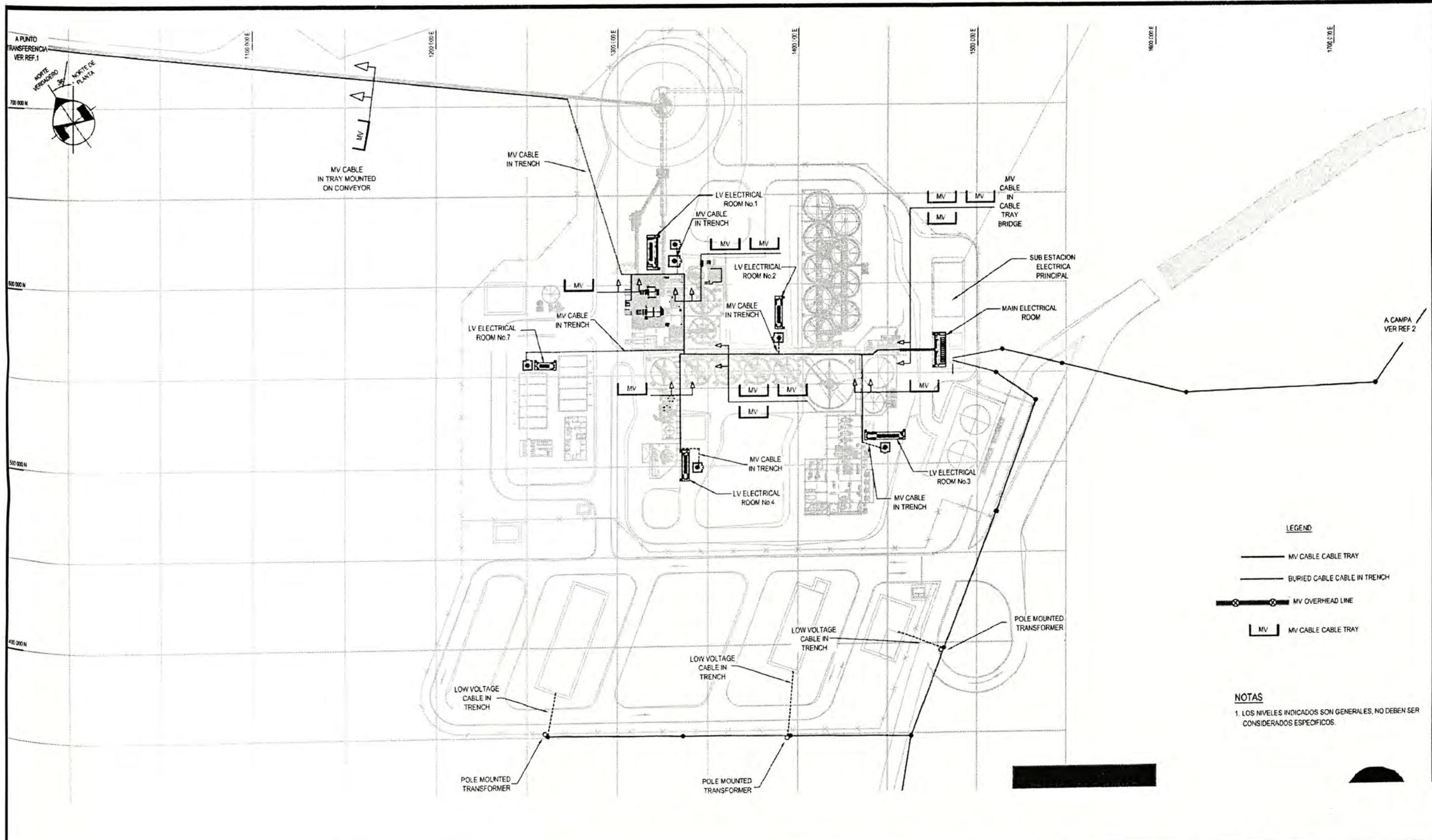
NOTAS:  
 1. PARA LEYENDA, VER REF. 6  
 2. SALIDA DEL GENERADOR A UNA ALTITUD DE 4800 m

6	5800-E-100	LEYENDA Y SIMBOLOS
5	5800-E-105	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 5
4	5800-E-104	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 4
3	5800-E-103	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 3
2	5800-E-102	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 2
1	5800-E-101	DISTRIBUCION GENERAL HOJA 1
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA

EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DETALLES DE REVISION
PROY. APRO.	
DIS. APRO.	
DISEÑADO	
REVISADO	
PROPIETARIO	
DIBUJADO	

CIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TITULO:	

PROYECTO:	CENTRO MINERO
PLANO:	5800-E-106
ESCALA:	S/E



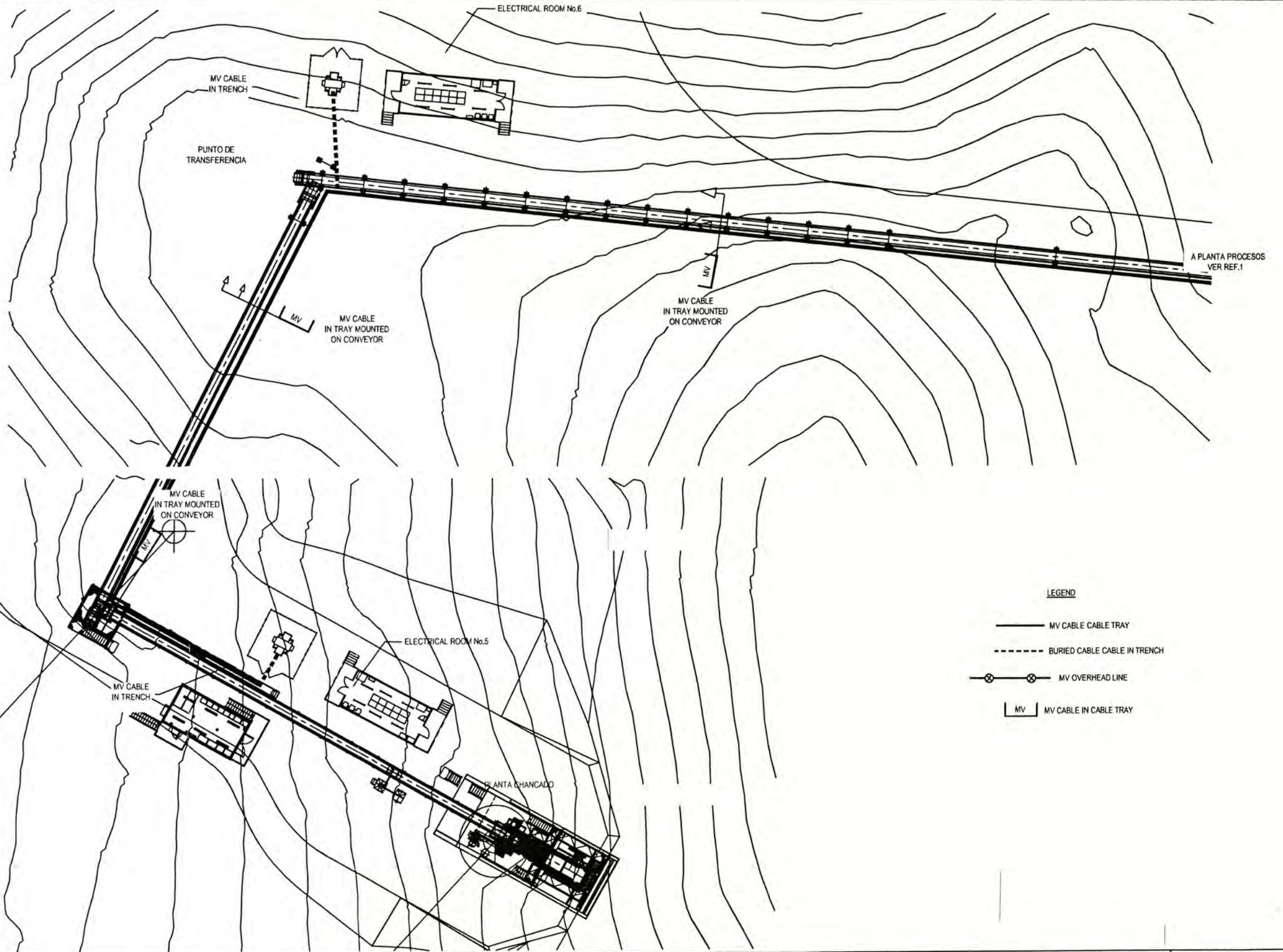
**LEGEND**

- MV CABLE CABLE TRAY
- - - BURIED CABLE CABLE IN TRENCH
- ⊗ MV OVERHEAD LINE
- ▭ MV CABLE CABLE TRAY

**NOTAS**

1. LOS NIVELES INDICADOS SON GENERALES, NO DEBEN SER CONSIDERADOS ESPECIFICOS.

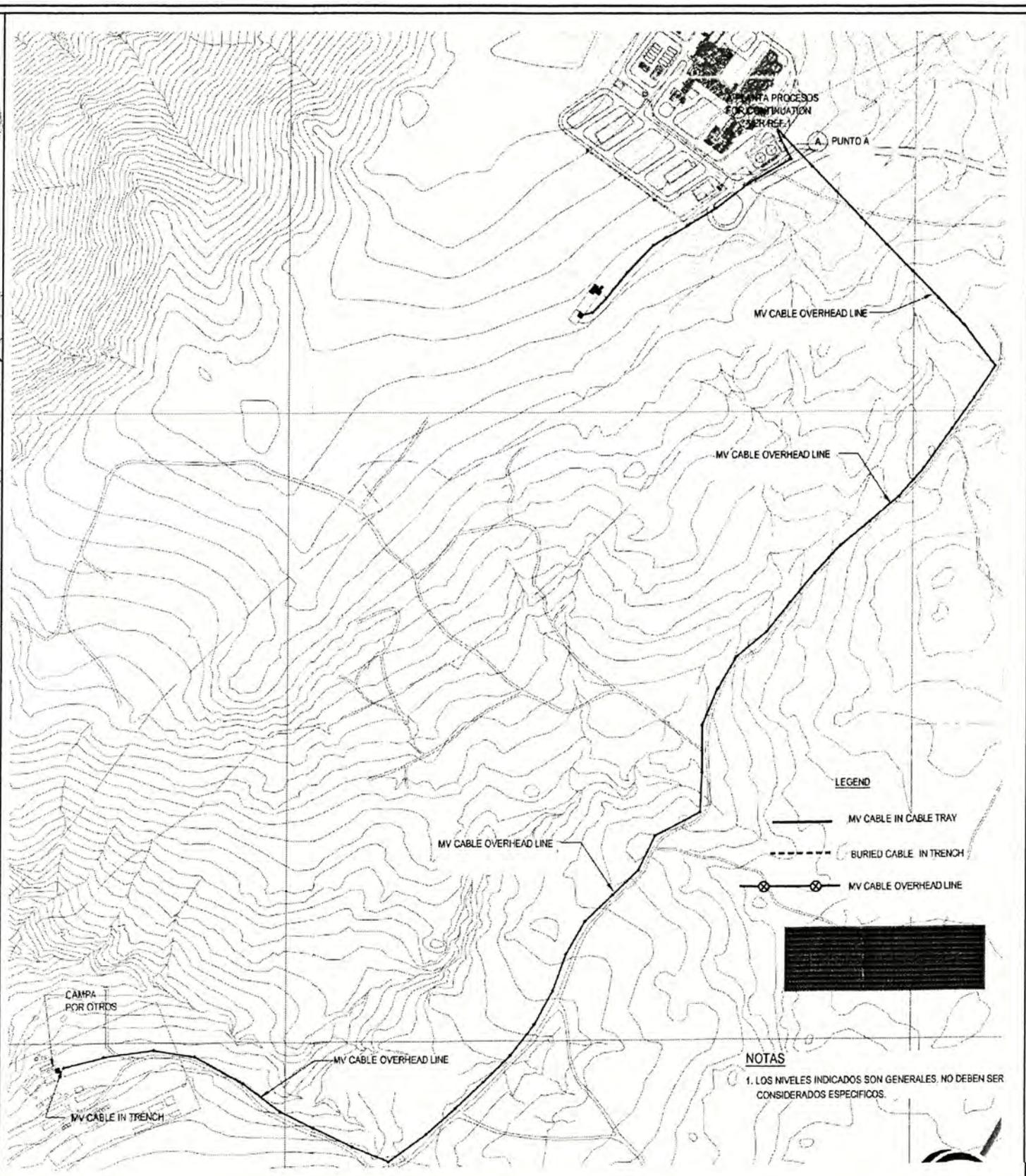
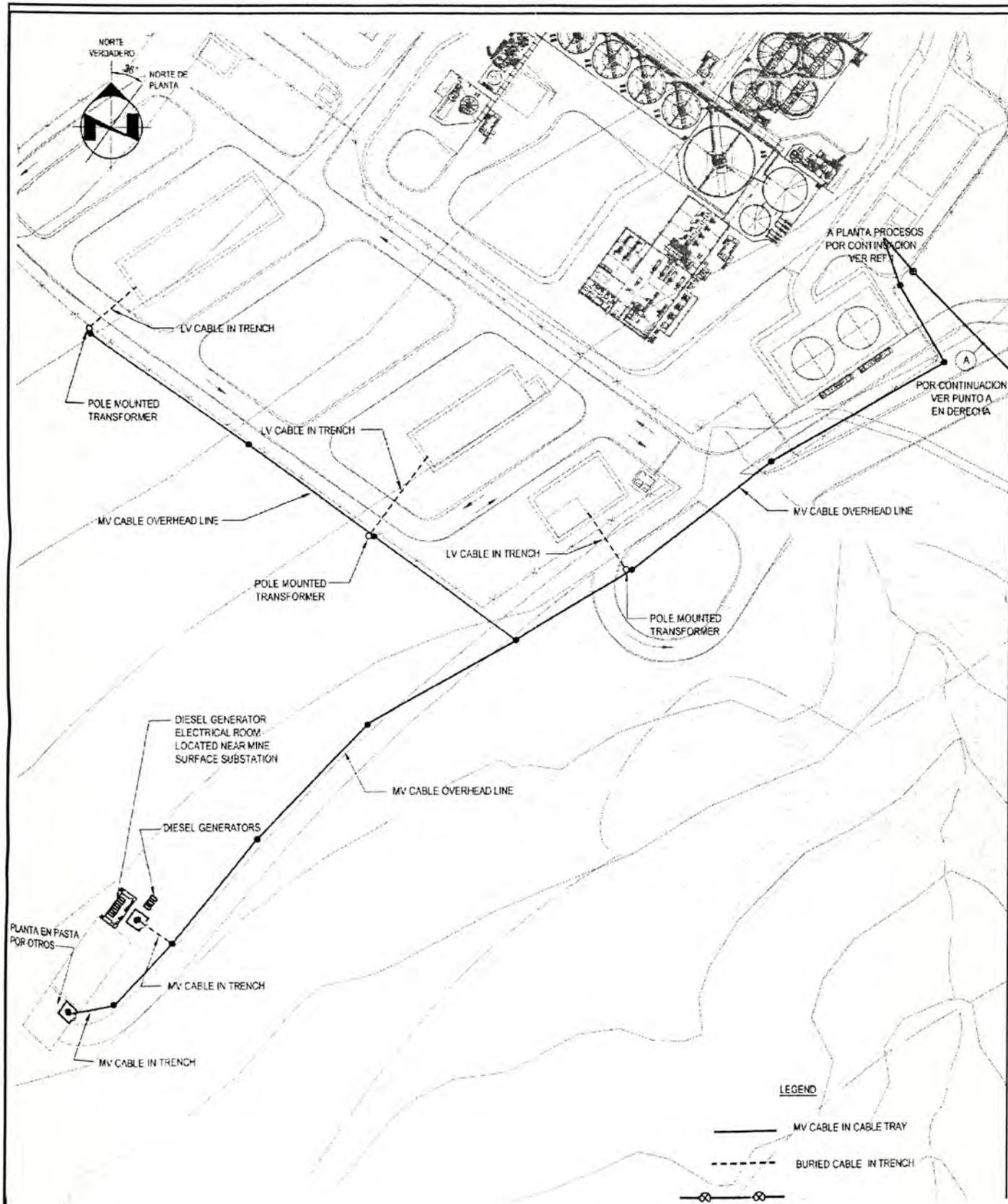
				DIBUJADO	PROPIETARIO		CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
				REVISADO			TITULO:	M.V. CABLE AND OVERHEAD LINE ROUTING PLANTA DE PROCESOS	PLANO:	5800-E-110
2	5800-E-112	MV OVERHEAD LINE ROUTE -CAMP, MINE		DISEÑADO					ESCALA:	S/E
1	5800-E-111	M.V. CABLE ROUTE-CRUSHER AND TT	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIS. APRO.						
REF	PLANO Nº	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	PROY APRO.						



601  
E688430.000  
N8347886.000

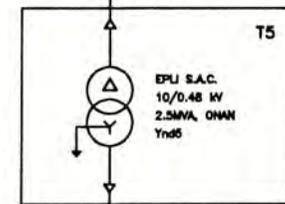
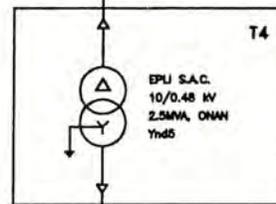
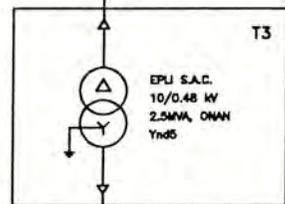
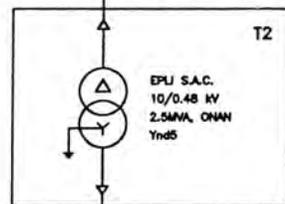
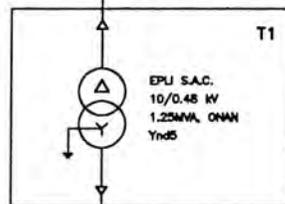
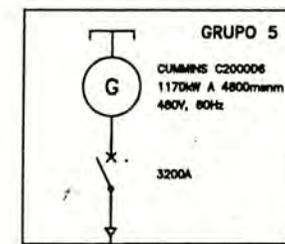
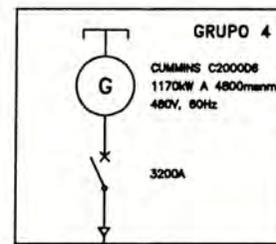
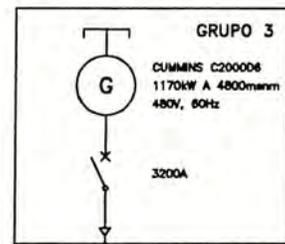
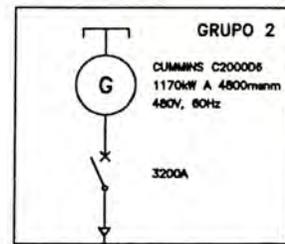
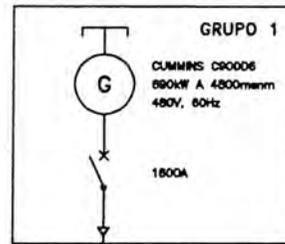
- LEGEND**
- MV CABLE CABLE TRAY
  - - - BURIED CABLE CABLE IN TRENCH
  - ⊗ MV OVERHEAD LINE
  - MV MV CABLE IN CABLE TRAY

			DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
			REVISADO		TITULO:	M.V. CABLE ROUTE CHANCADO Y PUNTO DE TRANSFERENCIA	PLANO:	5800-E-111
1	5800-E-110	M.V. OVERHEAD LINE ROUTE -PROCESS AREA	DIS. APRO.				ESCALA:	S/E
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	PROY APRO.					
		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA						
		DETALLES DE REVISION						



			DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	PROYECTO:
			REVISADO		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	CENTRO MINERO
			DISEÑADO		TITULO:	PLANO:
			DIS. APRO.		M.V. OVERHEAD LINES CAMPA, MINA Y PLANTA EN PASTA	5800-E-112
1	5800-E-110	M.V. OVERHEAD LINE ROUTE -PROCESS AREA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA			ESCALA:
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	PROY APRO.		





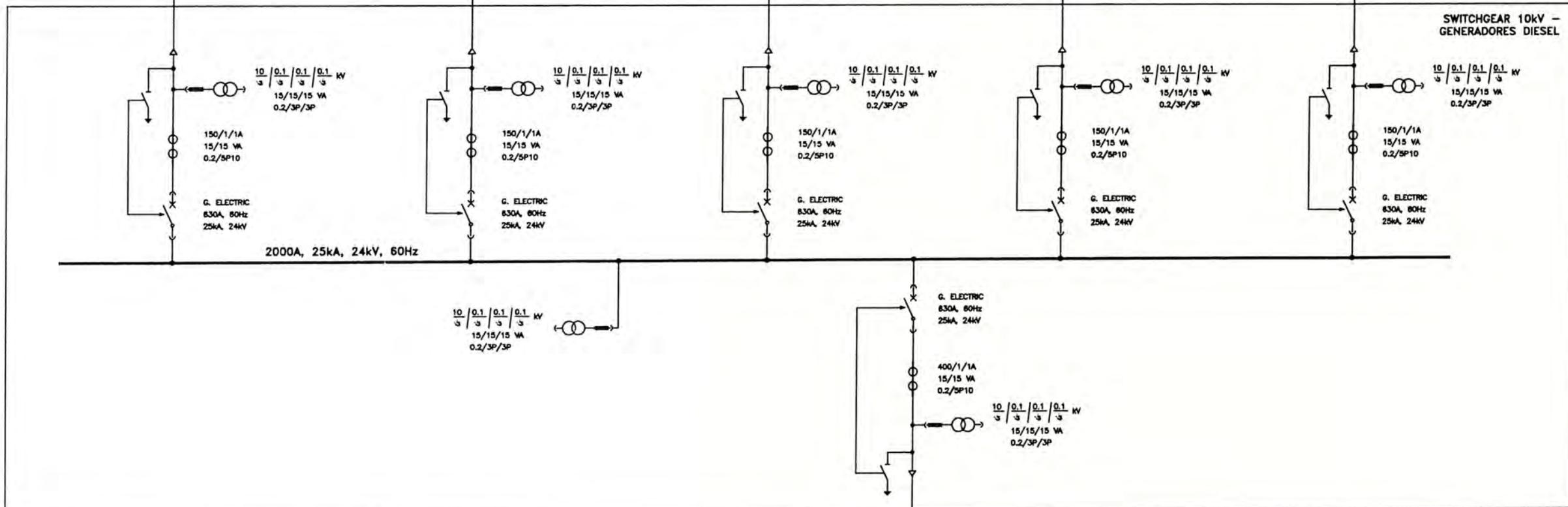
1-1x3x120mm²  
8.7/15 kV

1-1x3x240mm²  
8.7/15 kV

1-1x3x240mm²  
8.7/15 kV

1-1x3x240mm²  
8.7/15 kV

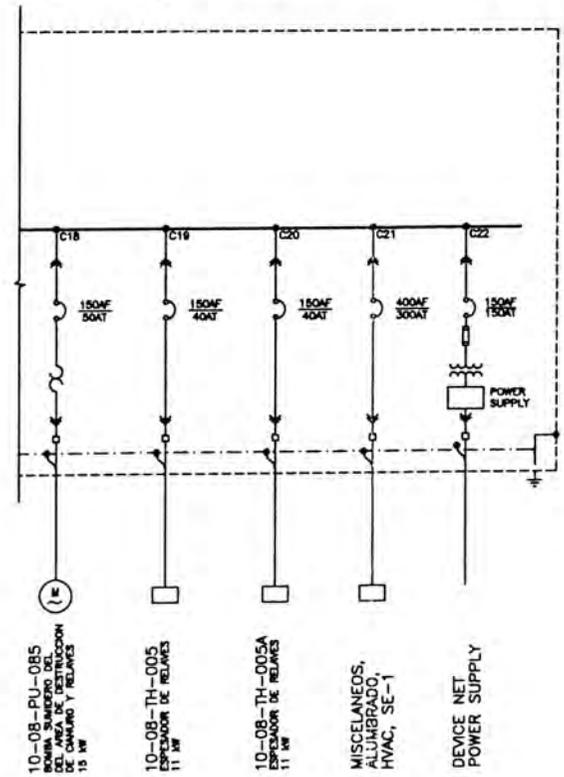
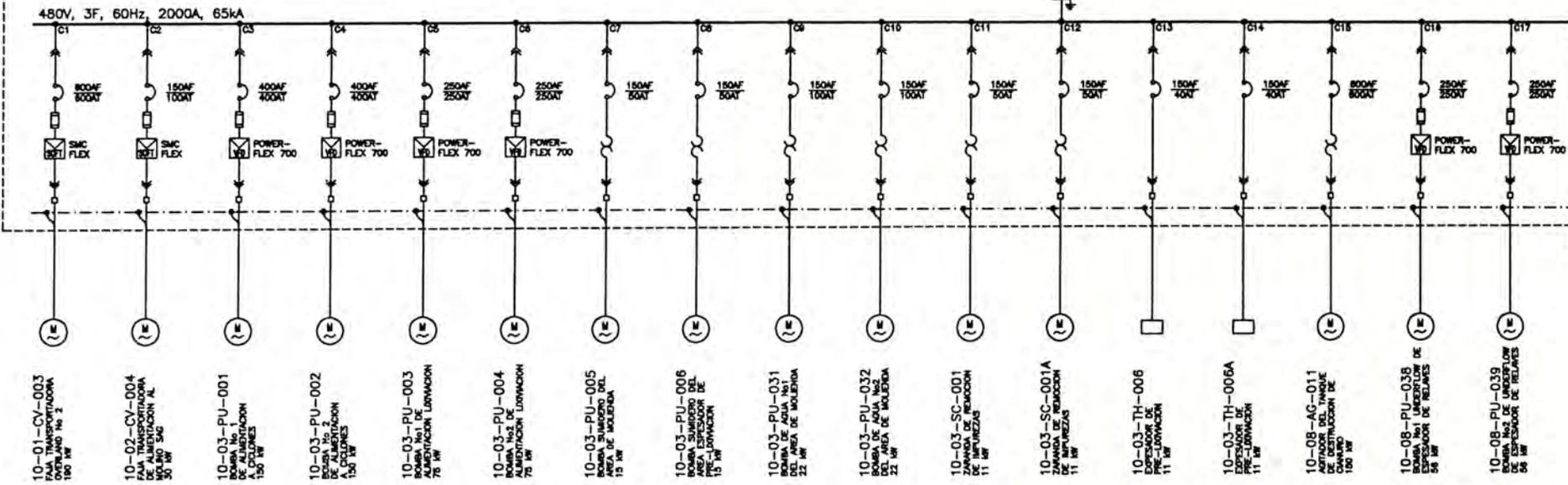
1-1x3x240mm²  
8.7/15 kV



A CUARTO ELÉCTRICO PRINCIPAL  
10kV (MAIN ELECTRICAL ROOM)  
VER REF 1

REF	PLANO Nº	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	PROYECTO: CENTRO MINERO
				REVISADO			
				DISEÑADO			
				DIS. APRO.			
				PROY APRO.			
TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS GRUPOS GENERADORES						PLANO: CET0228-GEN-PL-E-0101	ESCALA: S/E

S.E. No1  
LIMPIEZA, DESINTOXICACION, MOLIENDA Y ESPESADORES  
CCM-SE1-480V

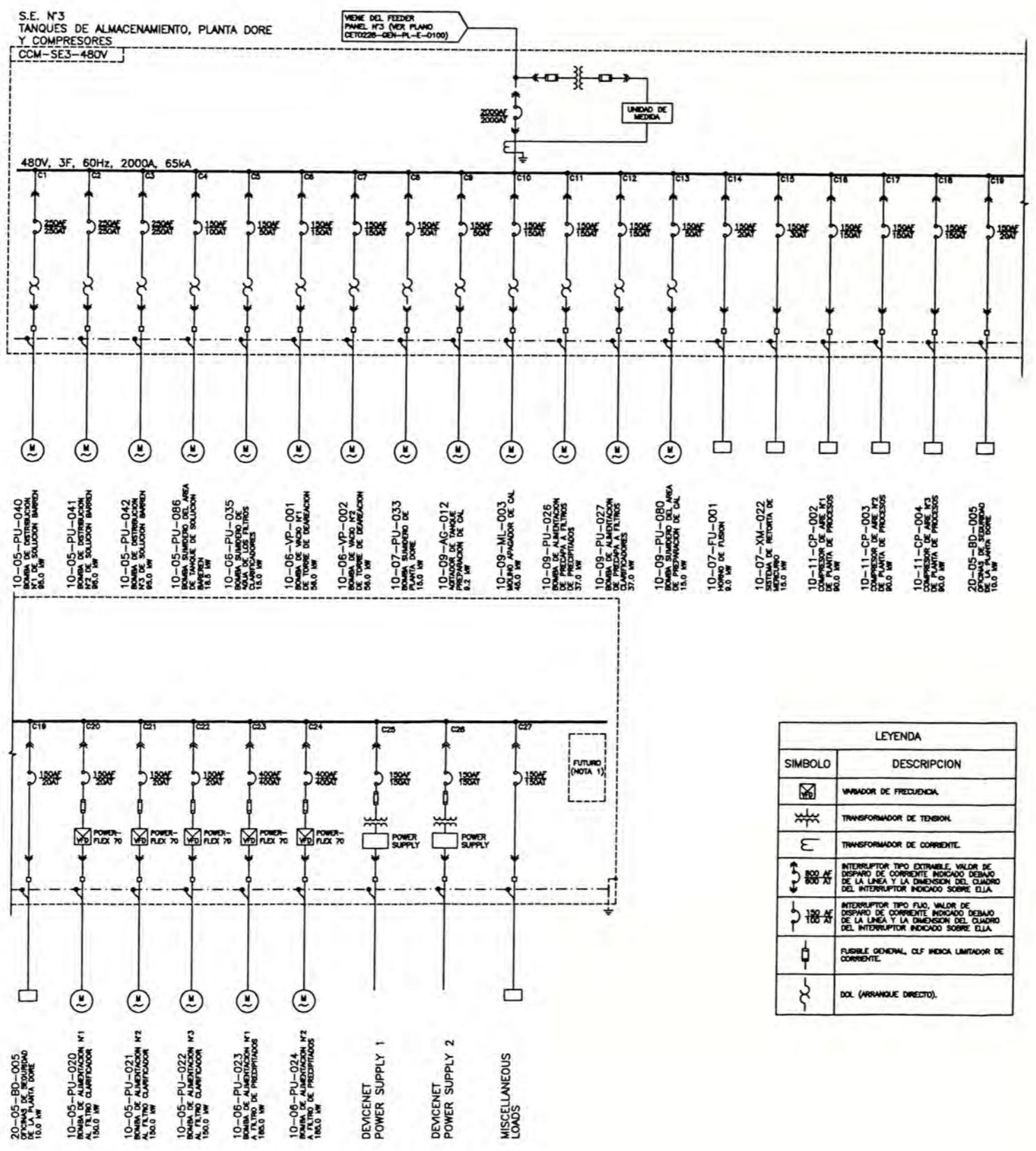


UNIDAD DEL FEEDER  
PANEL N°1 (VER PLANO  
CET0228-GEN-PL-E-0100)

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ARRANQUE SUAVE (SOFTSTARTER).
	CONVERTIDOR DE FRECUENCIA.
	TRANSFORMADOR DE TENSION.
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
	INTERRUPTOR TIPO EXTINGUIBLE, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	INTERRUPTOR TIPO FUSIBLE, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	FUSIBLE GENERAL, CUF INDICA LIMITADOR DE CORRIENTE.
	DOL (ARRANQUE DIRECTO).

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO: CENTRO MINERO	
				REVISADO			TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL CCM DE LA SALA 1 480 V	PLANO: CET0228-GEN-PL-E-0111
				DISEÑADO				ESCALA: S/E
				DIS. APRO.				
				PROY APRO.				
		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA						

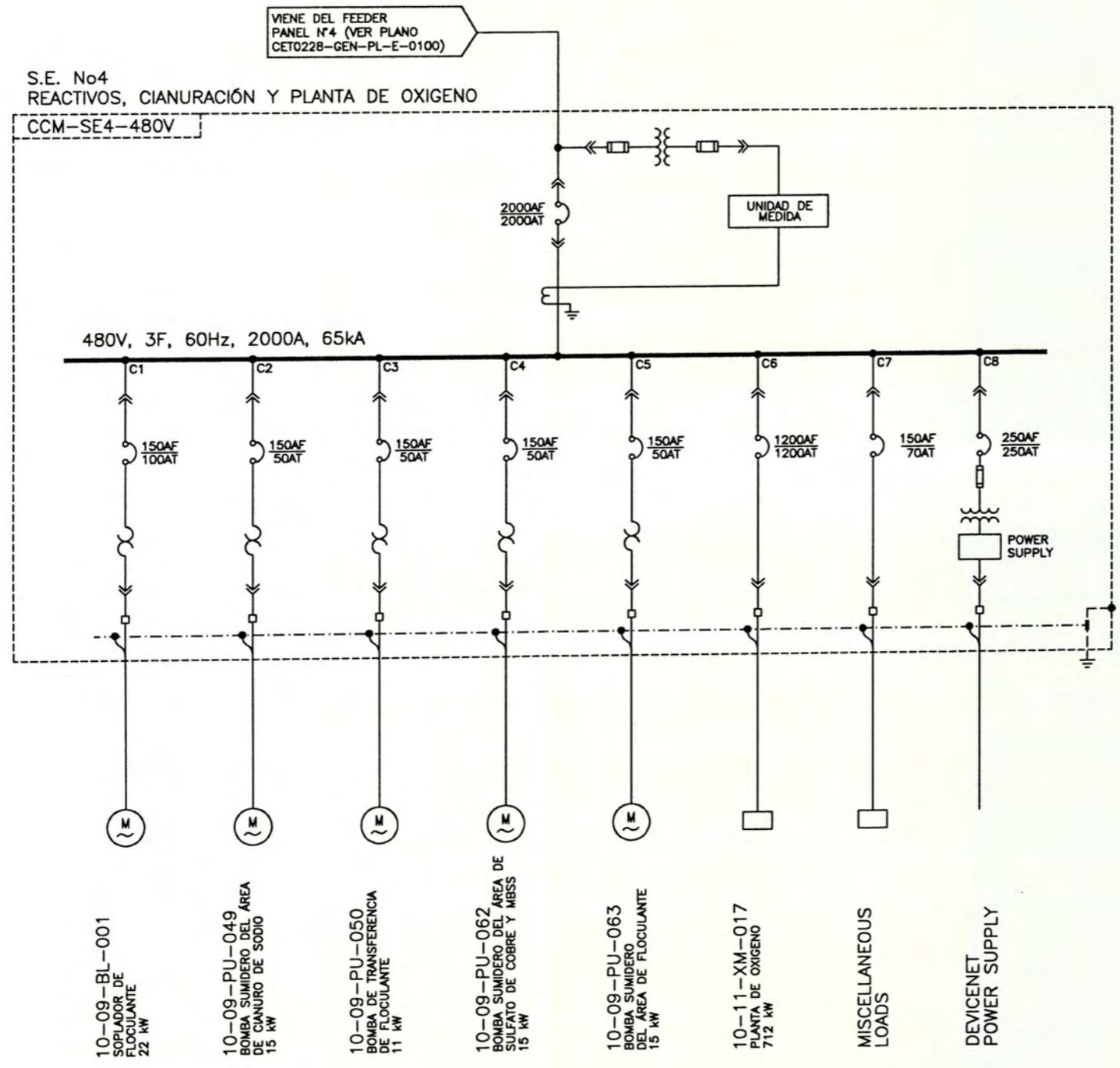




NOTAS:  
1. EL CCM CUENTA CON 4 CUBICULOS DE RESERVA.

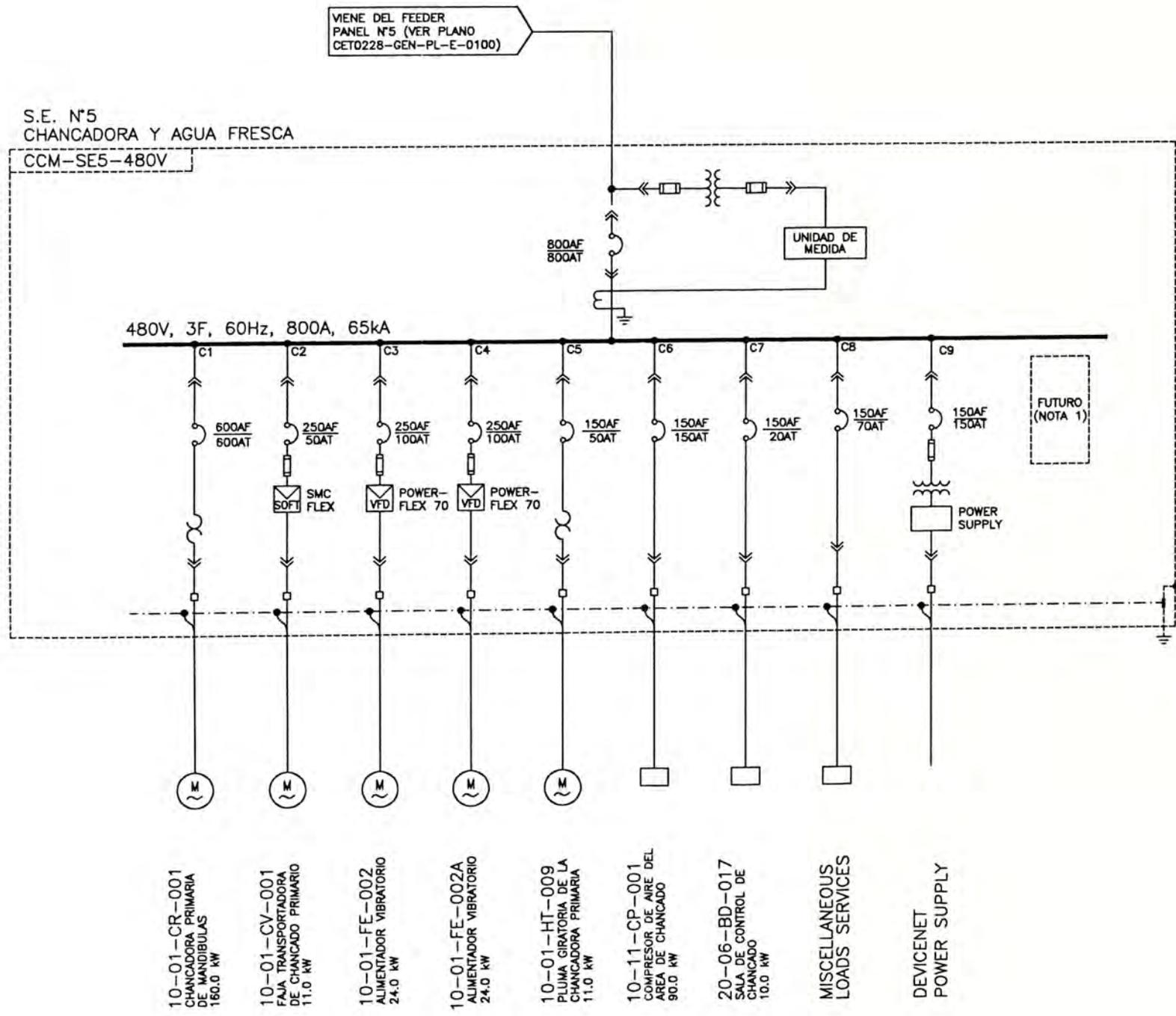
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VARIADOR DE FRECUENCIA.
	TRANSFORMADOR DE TENSION.
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
	INTERRUPTOR TIPO EXTRABLE. VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELA.
	INTERRUPTOR TIPO FLUO. VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELA.
	FUSIBLE GENERAL. CLF INDICA LIMITADOR DE CORRIENTE.
	DOL (ARRANQUE DIRECTO).

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
				REVISADO		TITULO:	DIAGRAMA UNIFILAR DEL CCM DE LA SALA 3 480 V	PLANO:	CET0228-GEN-PL-E-0115
				DISEÑADO				ESCALA:	S/E
				DIS. APRO.					
			PROY APRO.						



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VARIADOR DE FRECUENCIA.
	TRANSFORMADOR DE TENSION.
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
	INTERRUPTOR TIPO EXTRAIBLE, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	INTERRUPTOR TIPO FIJO, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	FUSIBLE GENERAL, CLF INDICA LIMITADOR DE CORRIENTE.
	DOL (ARRANQUE DIRECTO).

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO: CENTRO MINERO	
				REVISADO			TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL CCM DE LA SALA 4 480 V	PLANO: CET0228-GEN-PL-E-0117
				DISEÑADO				ESCALA: S/E
			EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIS. APRO.				
				PROY APRO.				

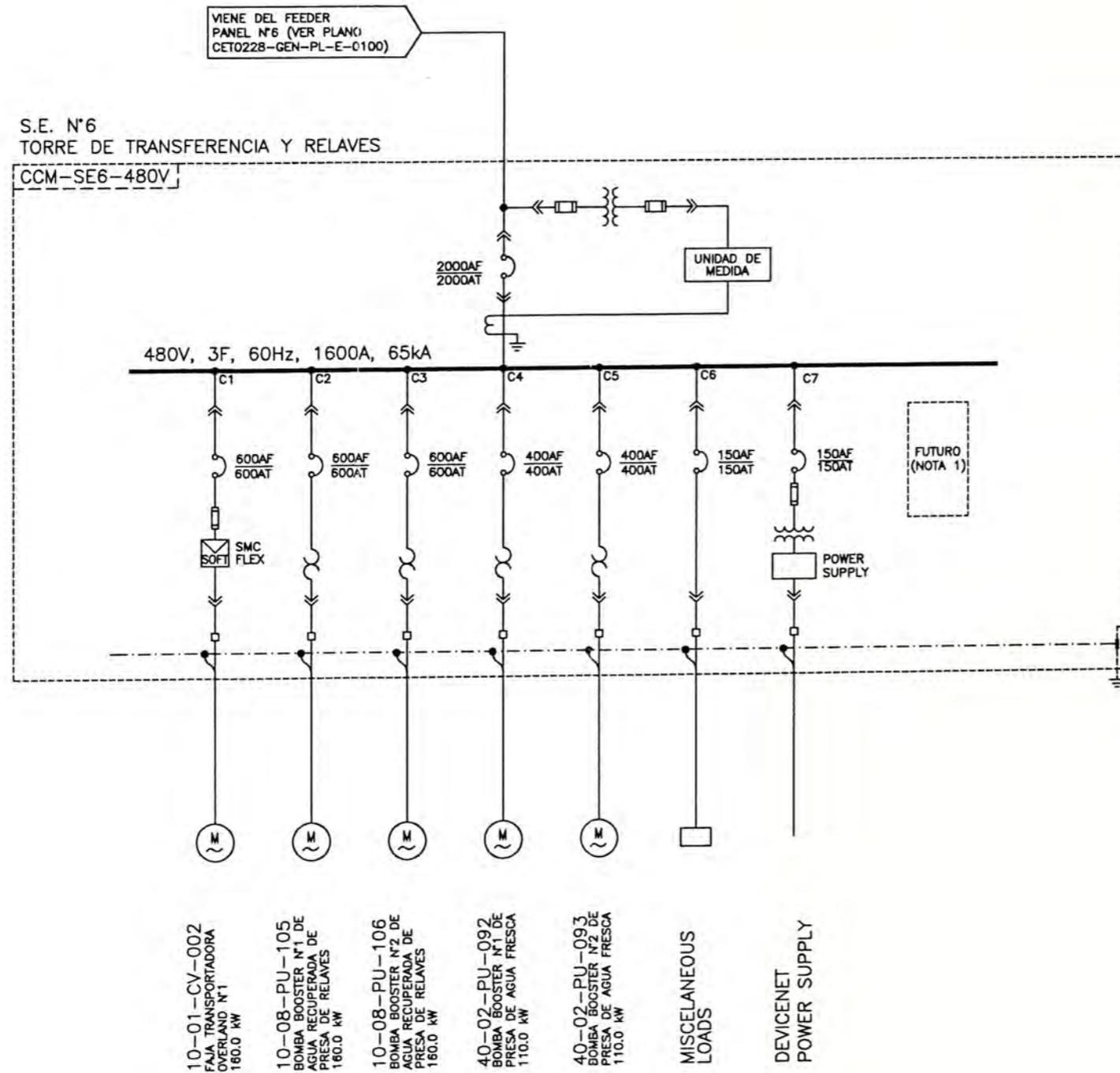


NOTAS:  
1. EL CCM CUENTA CON 1 CUERPO DE RESERVA.

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ARRANQUE SUAVE (SOFTSTARTER).
	VARIADOR DE FRECUENCIA.
	TRANSFORMADOR DE TENSION.
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
	INTERRUPTOR TIPO EXTRAIBLE, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	INTERRUPTOR TIPO FLO, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	FUSIBLE GENERAL, CLF INDICA LIMITADOR DE CORRIENTE.
	DOL (ARRANQUE DIRECTO).

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
				REVISADO		TITULO:	DIAGRAMA UNIFILAR DEL CCM DE LA SALA 5 480 V	PLANO:	CET0228-GEN-PL-E-0119
		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA		DISEÑADO				ESCALA:	S/E
				DIS. APRO.					
				PROY APRO.					

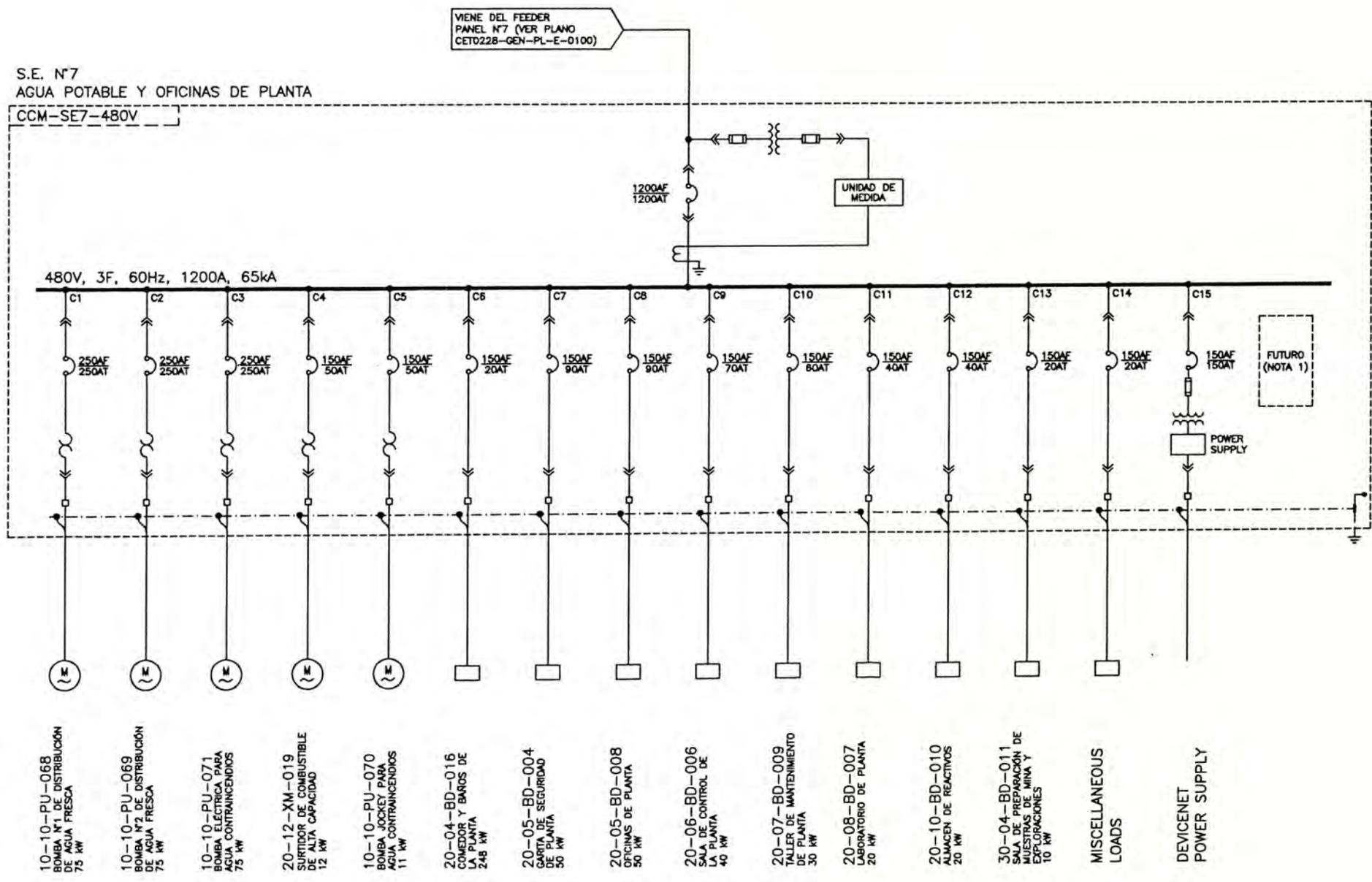
NOTAS:  
1. EL CCM CUENTA CON 3 CIRCULOS DE RESERVA.



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ARRANQUE SUAVE (SOFTSTARTER).
	VARIADOR DE FRECUENCIA.
	TRANSFORMADOR DE TENSION.
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
	INTERRUPTOR TIPO EXTRAIBLE, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	INTERRUPTOR TIPO FIJO, VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	FUSIBLE GENERAL, CLF INDICA LIMITADOR DE CORRIENTE.
	DOL (ARRANQUE DIRECTO).

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	PROYECTO: CENTRO MINERO
				REVISADO			
				DISEÑADO			
				DIS. APRO.			
				PROY APRO.			
EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA						TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL CCM DE LA SALA 6 480 V	PLANO: CET0228-GEN-PL-E-0120
						ESCALA: S/E	

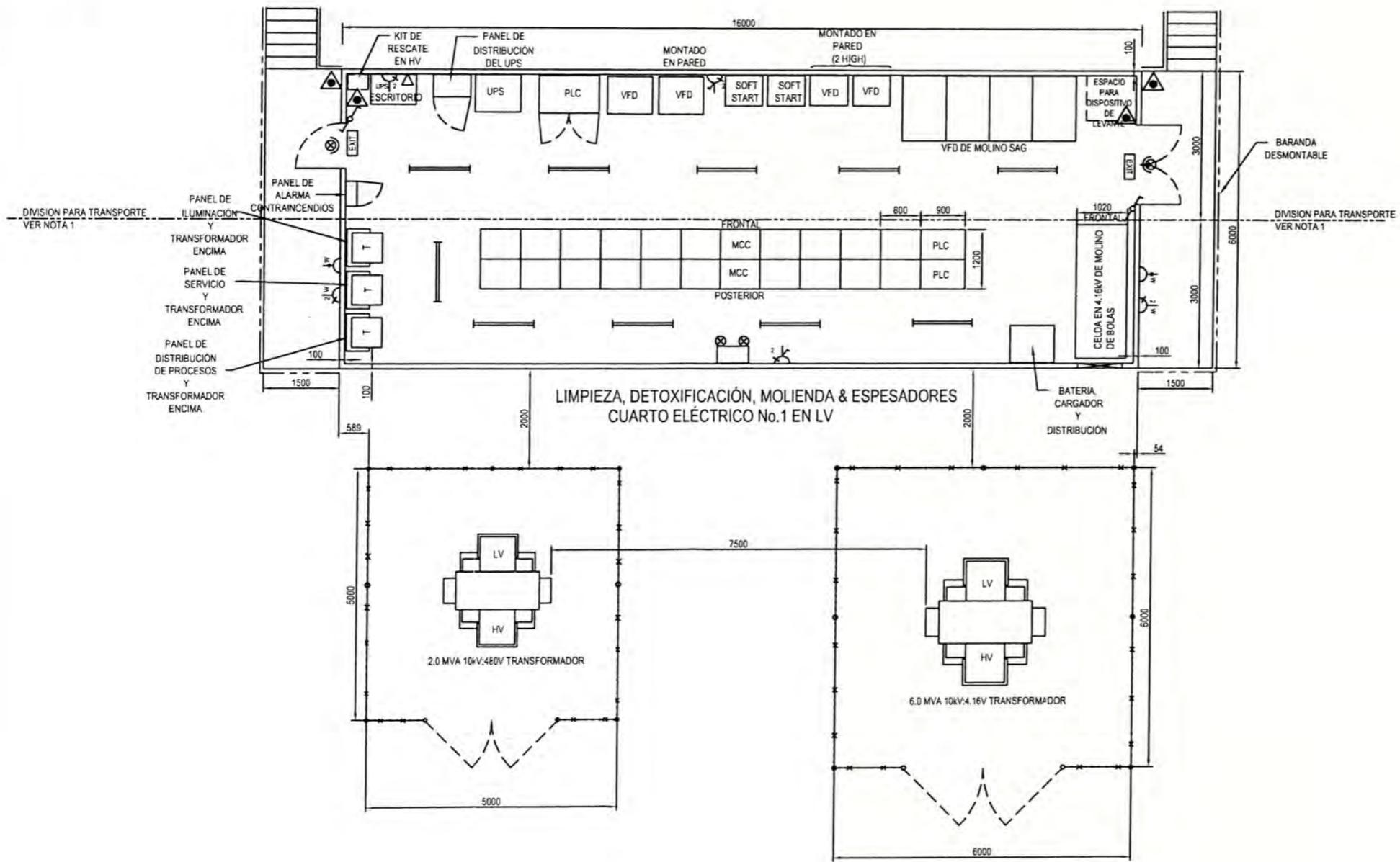
NOTAS:  
1. EL CCM CUENTA CON 6 CUBICULOS DE RESERVA.



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VARIADOR DE FRECUENCIA.
	TRANSFORMADOR DE TENSION.
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
	INTERRUPTOR TIPO EXTRAIBLE. VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	INTERRUPTOR TIPO FIJO. VALOR DE DISPARO DE CORRIENTE INDICADO DEBAJO DE LA LINEA Y LA DIMENSION DEL CUADRO DEL INTERRUPTOR INDICADO SOBRE ELLA.
	FUSIBLE GENERAL. CLF INDICA LIMITADOR DE CORRIENTE.
	DOL (ARRANQUE DIRECTO).

REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO: CENTRO MINERO
				REVISADO			
				DISEÑADO			
				DIS. APRO.			
				PROY APRO.			
EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA				TITULO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL CCM DE LA SALA 7 480 V		PLANO: CET0228-GEN-PL-E-0122	ESCALA: S/E



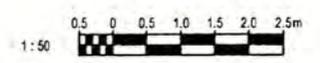


**LEYENDA**

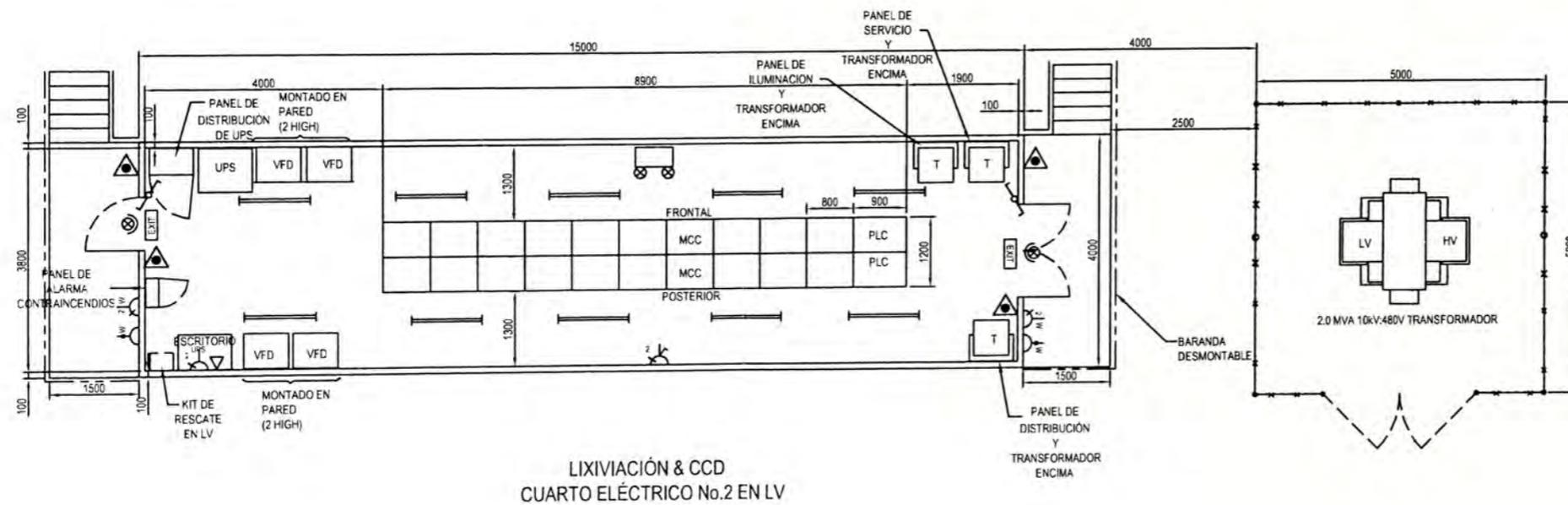
- LUCES DE EMERGENCIA CON BATERÍAS CONECTADAS A UN TOMACORRIENTE MONOFÁSICO.
- LÁMPARAS FLUORESCENTES 2x32W
- LUMINARIA ADOSABLE DE 70W HPS
- LUCES DE SALIDA DE EMERGENCIA CON BATERÍA DE RESPALDO
- EXTINTOR CONTRA INCENDIOS (CO2)
- INTERRUPTOR SIMPLE PARA ALUMBRADO
- INTERRUPTOR DE 3 VÍAS PARA ALUMBRADO
- PUNTO DE TELÉFONO (MONTADO EN PARED)
- TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO DE UPS
- TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO NORMAL
- TOMACORRIENTE DOBLE PARA USO EXTERIOR
- TOMACORRIENTE PARA MÁQUINA SOLDADORA TRIFÁSICA PARA USO EXTERIOR

**NOTA:**

1. DIMENSIONES EXTERNAS DE TRANSPORTE MÁXIMAS A SER DE: 3.5m DE ALTO, 4m DE ANCHO Y 16m DE LARGO



			DIBUJADO	PROPIETARIO		CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
			REVISADO			TITULO:	SALA ELECTRICA 1	PLANO:	CET0228-5800-E-840
			EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIS. APRD.				ESCALA:	S/E
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION		PRDY APRD.				

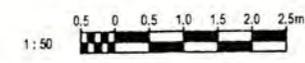


**LEYENDA**

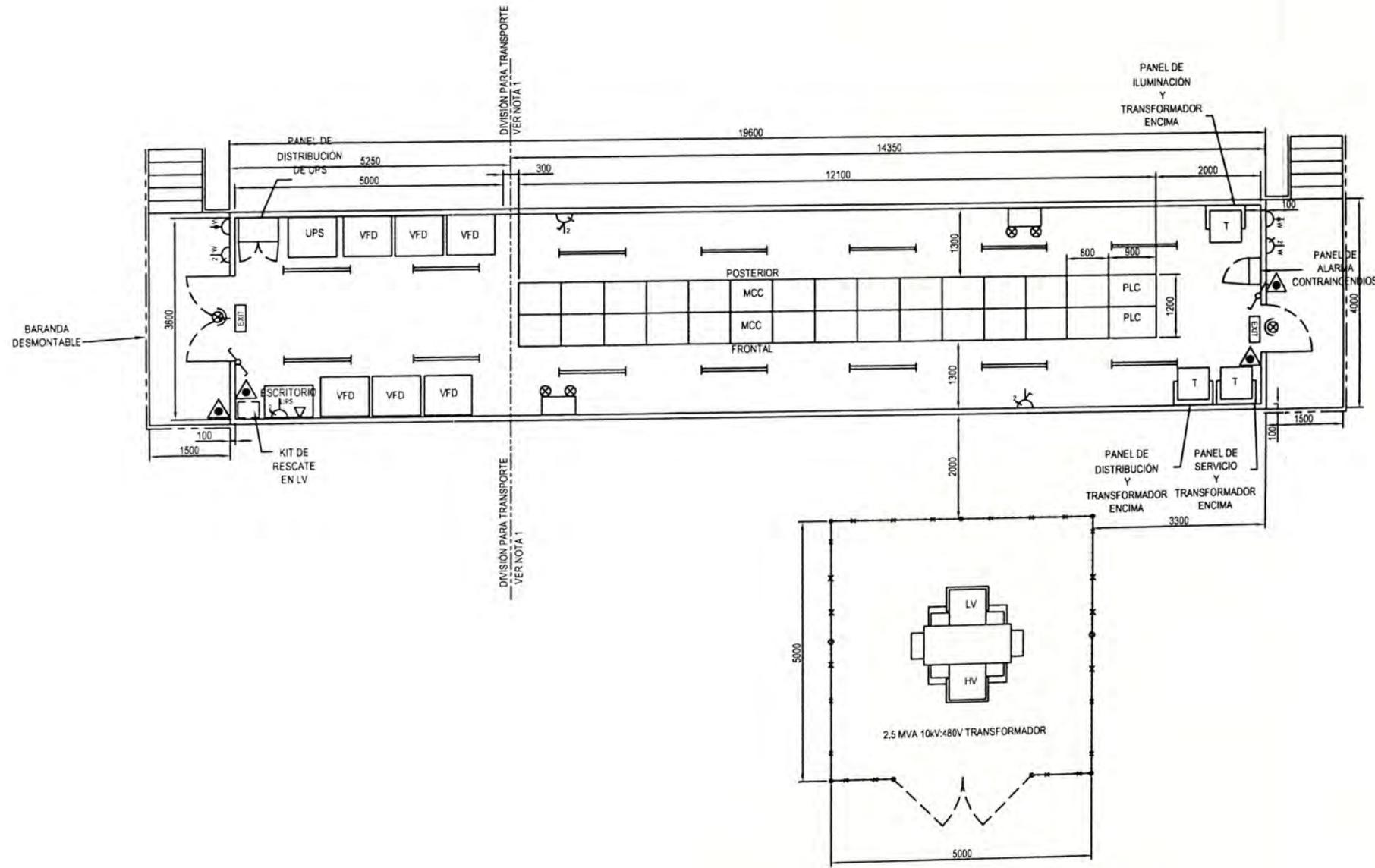
- LUCES DE EMERGENCIA CON BATERIAS CONECTADAS A UN TOMACORRIENTE MONOFÁSICO.
- LÁMPARAS FLUORESCENTES 2x32W
- LUMINARIA ADOSABLE DE 70W HPS
- TAG\_NO  
EXIT LUCES DE SALIDA DE EMERGENCIA CON BATERÍA DE RESPALDO
- TAG\_NO EXTINTOR CONTRA INCENDIOS (CO2)
- TAG\_NO INTERRUPTOR SIMPLE PARA ALUMBRADO
- TAG\_NO INTERRUPTOR DE 3 VIAS PARA ALUMBRADO
- TAG\_NO PUNTO DE TELÉFONO (MONTADO EN PARED)
- TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO DE UPS
- TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO NORMAL
- TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TOMACORRIENTE DOBLE PARA USO EXTERIOR
- TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TAG\_NO TOMACORRIENTE PARA MÁQUINA SOLDADORA TRIFÁSICO PARA USO EXTERIOR

**NOTA:**

1. DIMENSIONES EXTERNAS DE TRANSPORTE MÁXIMAS A SER DE: 3.5m DE ALTO, 4m DE ANCHO Y 16m DE LARGO



			DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	PROYECTO:
			REVISADO		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	CENTRO MINERO
			DISEÑADO		TITULO:	PLANO:
		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIS. APRO.		SALA ELECTRICA 2	CET0228-5800-E-850
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	PROY APRO.			ESCALA: S/E



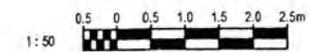
**LEYENDA**

- LUCES DE EMERGENCIA CON BATERIAS CONECTADAS A UN TOMACORRIENTE MONOFASICO.
- LAMPARAS FLUORESCENTES 2x32W
- LUMINARIA ADOSABLE DE 70W HPS
- TAG\_NO  
EXIT LUCES DE SALIDA DE EMERGENCIA CON BATERIA DE RESPALDO
- TAG\_NO  
EXTINTOR CONTRA INCENDIOS (CO2)
- TAG\_NO  
INTERRUPTOR SIMPLE PARA ALUMBRADO
- TAG\_NO  
INTERRUPTOR DE 3 VIAS PARA ALUMBRADO
- TAG\_NO  
PUNTO DE TELEFONO (MONTADO EN PARED)
- TAG\_NO  
RATING TAG\_NO  
INTERRUPTOR TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO DE UPS
- TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO NORMAL
- TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE PARA USO EXTERIOR
- TAG\_NO  
TOMACORRIENTE PARA MAQUINA SOLDADORA TRIFASICO PARA USO EXTERIOR

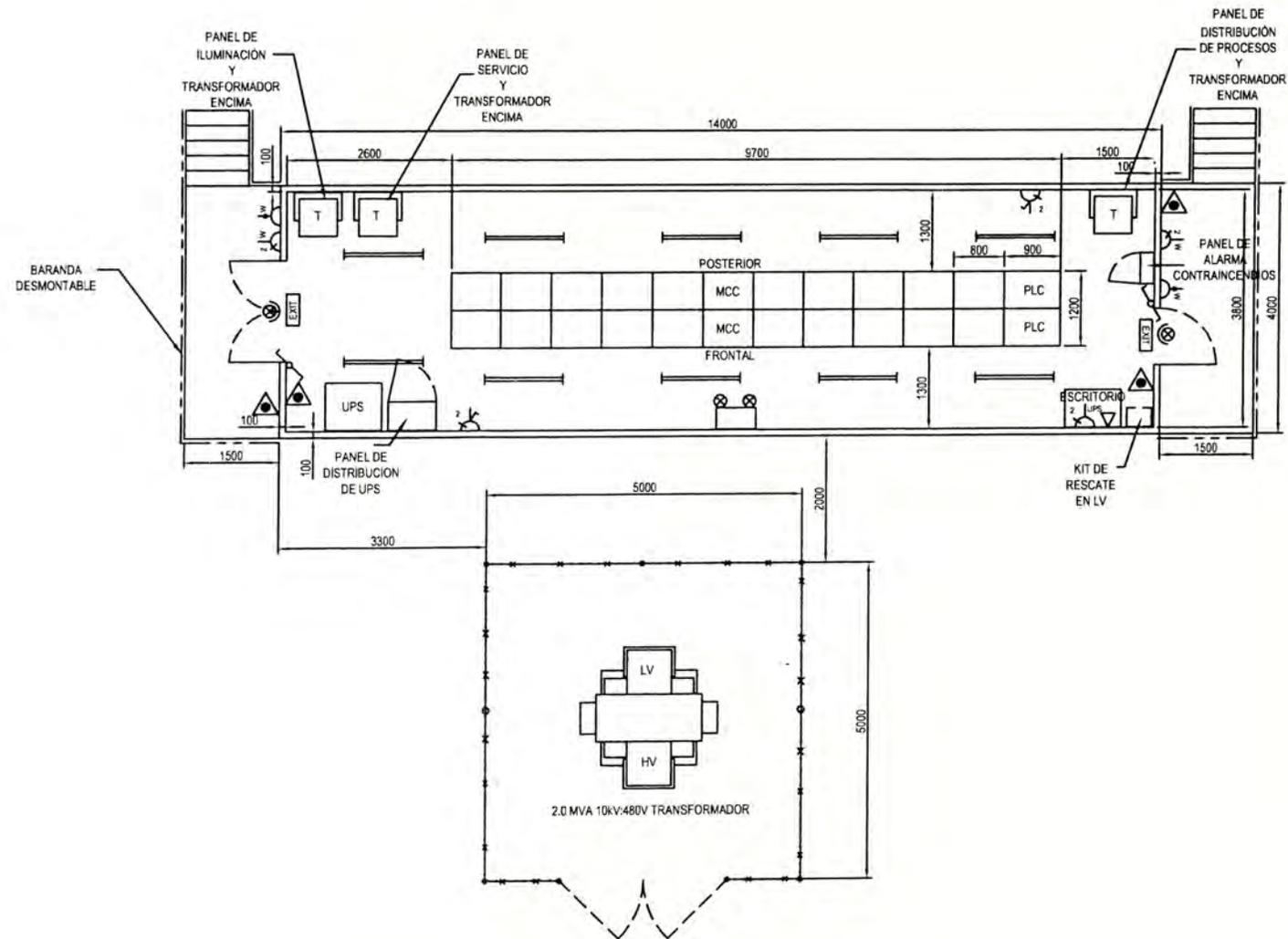
**NOTA:**

1. DIMENSIONES EXTERNAS DE TRANSPORTE MÁXIMAS A SER DE: 3.5m DE ALTO, 4m DE ANCHO Y 16m DE LARGO

TANQUES DE ALMACENAMIENTO, PLANTA DORÉ & COMPRESORES  
CUARTO ELÉCTRICO No.3 EN LV



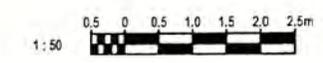
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA DETALLES DE REVISION	DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	PROYECTO: CENTRO MINERO
				REVISADO			
				DISEÑADO			
				DIS. APRD.			
				PRDY APRD.			
				TITULO: SALA ELECTRICA 3	PLANO: CET0228-5800-E-856	ESCALA: S/E	



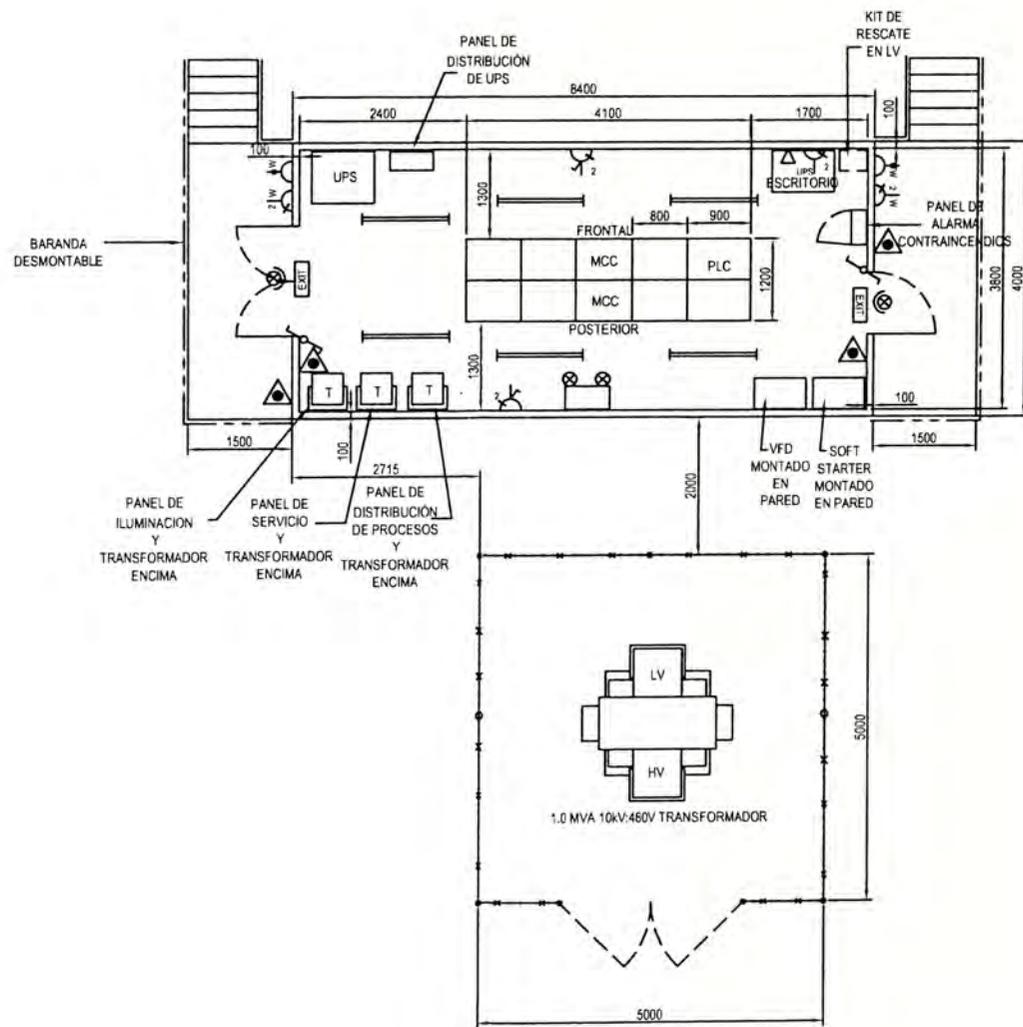
- LEYENDA**
- LUCES DE EMERGENCIA CON BATERÍAS CONECTADAS A UN TOMACORRIENTE MONOFASICO.
  - LÁMPARAS FLUORESCENTES 2x32W
  - LUMINARIA ADOSABLE DE 70W HPS
  - TAG\_NO  
LUCES DE SALIDA DE EMERGENCIA CON BATERIA DE RESPALDO
  - TAG\_NO  
EXTINTOR CONTRAINCENDIOS (CO2)
  - TAG\_NO  
INTERRUPTOR SIMPLE PARA ALUMBRADO
  - TAG\_NO  
INTERRUPTOR DE 3 VÍAS PARA ALUMBRADO
  - TAG\_NO  
PUNTO DE TELÉFONO (MONTADO EN PARED)
  - TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO DE UPS
  - TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO NORMAL
  - TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE PARA USO EXTERIOR
  - TAG\_NO  
TOMACORRIENTE PARA MÁQUINA SOLDADORA TRIFASICO PARA USO EXTERIOR

**NOTA:**  
1. DIMENSIONES EXTERNAS DE TRANSPORTE MÁXIMAS A SER DE:  
3.5m DE ALTO, 4m DE ANCHO Y 16m DE LARGO

REACTIVOS, CIANURO & PLANTA DE OXÍGENO  
CUARTO ELÉCTRICO No.4 EN LV



			DIBUJADO	PROPIETARIO	CLIENTE:	PROYECTO:
			REVISADO		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	CENTRO MINERO
			DISERADO		TITULO:	PLANO:
		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	DIS. APRD.		SALA ELECTRICA 4	CET0228-5800-E-866
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION	PROY APRD.		ESCALA: S/E



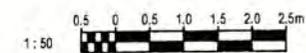
CHANCADORA & AGUA FRESCA  
CUARTO ELECTRICO No.5

**LEYENDA**

-  LUCES DE EMERGENCIA CON BATERIAS CONECTADAS A UN TOMACORRIENTE MONOFASICO.
-  LAMPARAS FLUORESCENTES 2x32W
-  LUMINARIA ADOSABLE DE 70W I/PS
-  TAG\_NO  
EXIT LUCES DE SALIDA DE EMERGENCIA CON BATERIA DE RESPALDO
-  TAG\_NO  
EXTINTOR CONTRA INCENDIOS (CO2)
-  TAG\_NO  
INTERRUPTOR SIMPLE PARA ALUMBRADO
-  TAG\_NO  
INTERRUPTOR DE 3 VIAS PARA ALUMBRADO
-  TAG\_NO  
PUNTO DE TELEFONO (MONTADO EN PARED)
-  TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO DE UPS
-  TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE CON SUMINISTRO NORMAL
-  TAG\_NO  
TOMACORRIENTE DOBLE PARA USO EXTERIOR
-  TAG\_NO  
TOMACORRIENTE PARA MAQUINA SOLDADURA TRIFASICO PARA USO EXTERIOR

**NOTA:**

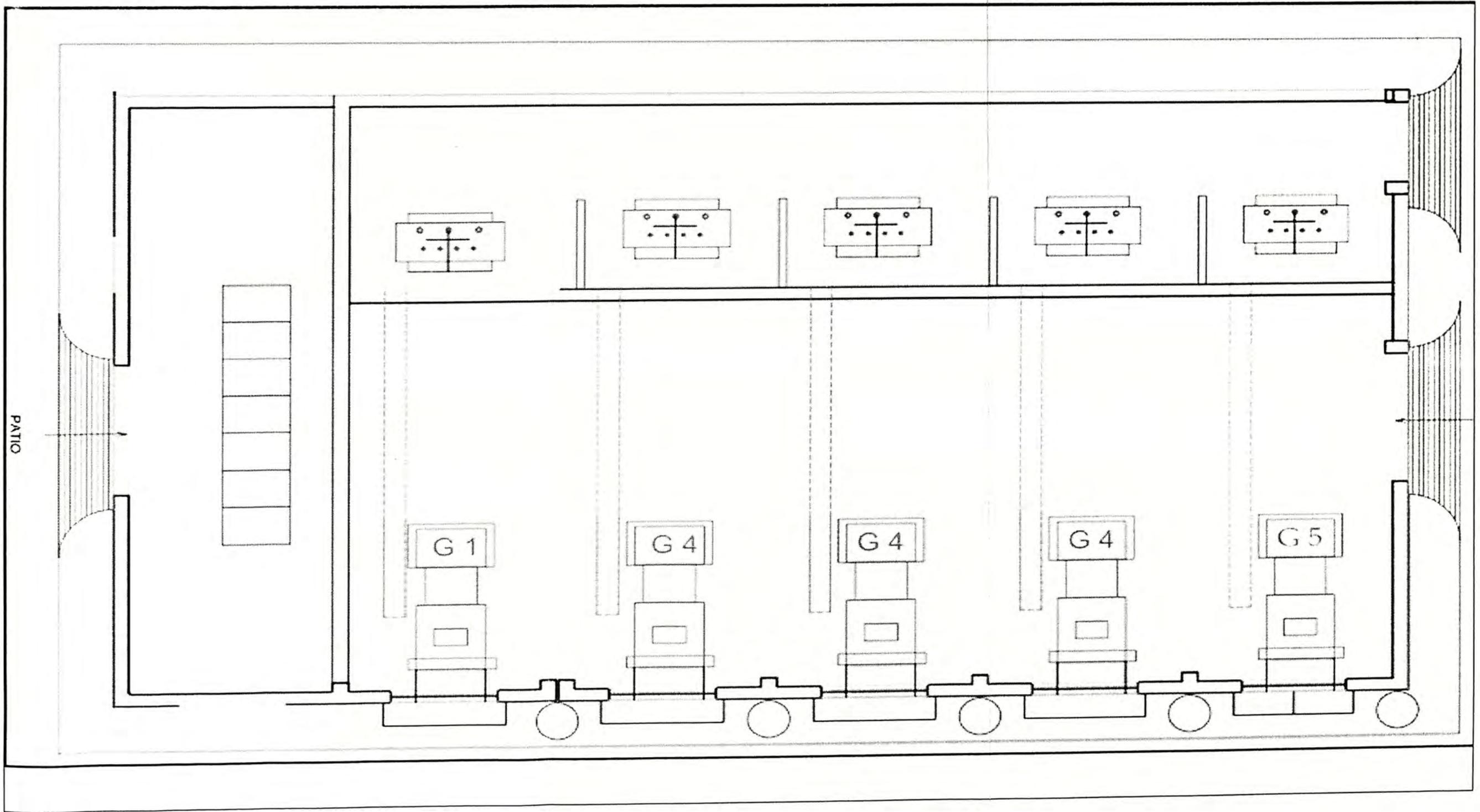
1. DIMENSIONES EXTERNAS DE TRANSPORTE MÁXIMAS A SER DE 3.5m DE ALTO, 4m DE ANCHO Y 16m DE LARGO



			DIBUJADO	PROPIETARIO		CLIENTE:		PROYECTO:	
			REVISADO			UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		CENTRO MINERO	
			DISEÑADO			TITULO:		PLANO:	
			DIS. APRD.			SALA ELECTRICA 5		CET0228-5800-E-830	
			PRDY APRD.					ESCALA:	S/E
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	DETALLES DE REVISION						







			DIBUJADO	PROPIETARIO		CLIENTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PROYECTO:	CENTRO MINERO
			REVISADO			TITULO:	SALA BACK UP	PLANO:	CET0228-5800-E-828
			DISEÑADO					ESCALA:	S/E
			DIS. APRO.						
			PRDY APRO.						
REF	PLANO N°	PLANO DE REFERENCIA	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA		DETALLES DE REVISION				

## **APÉNDICE**

## 1. Cotización económica de los centro de control de motores.

### **Referencia:**

Cotización: 4002043061

De nuestra consideración:

Por la presente, les hacemos llegar nuestra propuesta comercial.

### **Ítem 1: LV-MCC**

Ref Circe	Descripción	Precio Cliente Final UL\$	Entrega DDP LIMA
1674735/01	CCM SE1-240V2	60,197.00	19+05 semanas
1674735/02	CCM SE2-240V2	15,888.00	19+05 semanas
1674735/03	CCM SE3-240V2	63,995.00	19+05 semanas
1674735/04	CCM SE4-240V2	54,106.00	19+05 semanas
1674735/05	CCM SE5-240V2	12,162.00	19+05 semanas
1674735/06	CCM SE7-240V2	18,818.00	19+05 semanas
1674735/07	CCM SE1V2	246,894.00	19+05 semanas
1674735/08	CCM SE2V2	248,546.00	19+05 semanas
1674735/09	CCM SE3V2	323,032.00	19+05 semanas
1674735/10	CCM SE4V2	34,287.00	19+05 semanas
1674735/11	CCM SE5V2	48,196.00	19+05 semanas
1674735/12	CCM SE6V2	57,367.00	19+05 semanas
1674735/13	CCM SE7V2	40,545.00	19+05 semanas
1674735/14	CCM FP-SE01-100	90,524.00	19+05 semanas
1674735/15	CCM FP-SE01-200	66,799.00	19+05 semanas
1674735/16	CCM FP-SE01-300	76,818.00	19+05 semanas
1674735/17	CCM FP-SE01-400	65,638.00	19+05 semanas
1674735/18	CCM FP-SE01-500	38,962.00	19+05 semanas
1674735/19	CCM FP-SE01-600	63,759.00	19+05 semanas
1674735/20	CCM FP-SE01-700	41,960.00	19+05 semanas
<b>TOTAL LV-MCC</b>		<b>1,888,493.00</b>	<b>24 semanas</b>

### **Ítem 2: Adicionales**

Pqte	Descripción	Precio Cliente Final UL\$
1	New Unit to insert in existing doors (low HP rating)	7.000.00
	New unit to insert in new column (high HP rating)	33.000.00

- Precios: Los precios están dados en Valor de Venta, sin incluir Impuesto General a la Ventas (IGV), los cuales serán aplicados según la tasa vigente al momento de la facturación. Los precios se entienden en Dólares de los Estados Unidos de América (USA).
- Nuestra propuesta se basa en los Términos y Condiciones Generales de Venta Publicación 6500 la cual adjuntamos.
- El tiempo de entrega de los equipos esta dado en las tablas anteriores:
  - LV-MCC: 24 semanas, DDP Lima.
- La garantía de Rockwell Automation, de acuerdo a lo establecido en la Publicación 6500, son 12 meses contados a partir de la fecha de la facturación.
- Condiciones de entrega: DDP Lima.
- Modalidades de Pago: Forma de Pago, 30 días netos:
  - 40% con la orden de Compra
  - 60% con la entrega de los equipos
- Validez de la oferta, 30 días.
- Se permiten entregas y facturaciones parciales.
- Los precios y tiempos de entrega son por las cantidades cotizadas. Cantidades diferentes a las cotizadas, deberán ser revisados y recalculados los precios y tiempos de acuerdo con las nuevas cantidades.

La orden de compra deberá ser dirigida a "Rockwell Automation de Peru SA"; deberá necesariamente hacer referencia a nuestra oferta 4002033720; y deberá ser encaminados a través del fax (+51 1)-441-5900 o por e-mail: [bechinga@ra.rockwell.com](mailto:bechinga@ra.rockwell.com) o [respuestaalcliente@ra.rockwell.com](mailto:respuestaalcliente@ra.rockwell.com)

Ing. Edgar Chinga  
Account Manager

 Allen-Bradley - Rockwell Software

**Rockwell  
Automation**

e-mail: [bechinga@ra.rockwell.com](mailto:bechinga@ra.rockwell.com)  
<http://www.rockwellautomation.com>

## 2. Cotización económica de las salas eléctricas



### OFERTA COMERCIAL CUADRO RESUMEN Ecol Electric Perú S.A.C.

ITEM	AREA	PRECIO VENTA USD
1	Limpieza, detoxificación, molienda & espesadores	396,804.44
2	Lixiviación & CCD	240,917.42
3	Tanques de almacenamiento, planta doré & compresores	310,995.65
4	Reactivos, cianuro & planta de oxígeno	231,287.12
5	Chancadora & agua fresca	161,563.30
6	Torre de transferencia y relaves	171,193.60
7	Lab, agua potable & oficina de planta	163,970.88
8	Generadores de diesel	315,105.73
9	Principal en 10KV	396,804.44
<b>TOTAL</b>		<b>2'388,642.58</b>

### 3. Cotización económica de subestaciones unitarias.

Estimados Señores:  
Atendiendo a su solicitud, le hacemos llegar nuestra cotización como sigue:

ITEM	U.M.	Cantidad	Descripción	V.VENTA UNITARIO	V.VENTA TOTAL
001	UND	1.00	"SE1" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 2.4MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRAYOS	62,647.00	62,647.00
002	UND	1.00	"SE2" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 2.6MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRAYO	64,271.00	64,271.00
003	UND	1.00	"SE3" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 3.5MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRA	116,462.00	116,462.00
004	UND	1.00	"SE4" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 1.6MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRA	47,893.00	47,893.00
005	UND	1.00	"SE5" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 1 MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRA	36,473.00	36,473.00
006	UND	1.00	"SE6" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 1.4MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRAYO	47,013.00	47,013.00
007	UND	1.00	"SE7" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 1 MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRAYO	36,473.00	36,473.00
008	UND	1.00	"SE8" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 2.3MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARRAYO	59,370.00	59,370.00
009	UND	1.00	"SE9" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 1.25MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PARARR CARACTERISTICAS TECNICAS: (ITEMS DEL 001 AL 009) TRANSFORMADOR EN ACEITE FABRICADO BAJO LAS SIGUIENTES NORMAS: Sistema de Gestion de Calidad : ISO 9001:2008 N.T.P. 370.002 : Para Diseño, fabricación y prueba	42,913.00	42,913.00

ITEM	U.M.	Cantidad	Descripción	V.VENTA UNITARIO	V.VENTA TOTAL
			IEC Publicación 60076 : Para Diseño Fabricación y pruebas IEC Publicación 60076-7 : Para las capacidades de sobrecarga IEC Publicación 60296 : Para aceites aislantes Su núcleo es fabricado con planchas de acero al silicio Tipo "H1" con CORTE DE 45 ° totales y sus devanados con conductor de Cu de alta conductividad y pureza, la parte activa es secado en HORNO AL VACIO a 0.13mbar, luego es impregnando con aceite dieléctrico de alta calidad que sirve de aislante y refrigerante a la vez.		

010	UND	1.00	"SE12A" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION EN BAÑO DE ACEITE DE 160KVA, 10/0.40-0.23KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES SOBRE LA TAPA DE LA CUBA PRINCIPAL)	4,165.00	4,165.00
011	UND	1.00	"SE12B" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION EN BAÑO DE ACEITE DE 160KVA, 10/0.40-0.23KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES SOBRE LA TAPA DE LA CUBA PRINCIPAL)	4,165.00	4,165.00

012	UND	1.00	"SE12C" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION EN BAÑO DE ACEITE DE 200KVA, 10/0.40-0.23KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES SOBRE LA TAPA DE LA CUBA PRINCIPAL) CON Sistema de Gestion de Calidad : ISO 9001:2008 CARACTERISTICAS TECNICAS: ITEMS (DEL 0010 AL 0012) TRANSFORMADOR EN ACEITE FABRICADO BAJO LAS SIGUIENTES NORMAS: N.T.P. 370.002 : Para Diseño, fabricación y prueba IEC Publicación 60076 : Para Diseño Fabricación y pruebas IEC Publicación 60076-7 : Para las capacidades de sobrecarga IEC Publicación 60296 : Para aceites aislantes Su núcleo es fabricado con planchas de acero al silicio Tipo "H1" con CORTE DE 45 ° totales y sus devanados con conductor de Cu de alta conductividad y pureza, la parte activa es secado en HORNO AL VACIO a 0.13mbar, luego es impregnando con aceite dieléctrico de alta calidad que sirve de aislante y refrigerante a la vez.	4,950.00	4,950.00
-----	-----	------	---	----------	----------

013	UND	1.00	"SE- G1" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 2.5MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PAR	62,647.00	62,647.00
014	UND	1.00	"SE- G2" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 2.5MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PAR	62,647.00	62,647.00
015	UND	1.00	"SE- G3" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 2.5MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PAR	62,647.00	62,647.00
016	UND	1.00	"SE- G4" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 2.5MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PAR	62,647.00	62,647.00
017	UND	1.00	"SE- G5" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 1.25MVA, 10/0.48KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y PAR	42,913.00	42,913.00

018	UND	1.00	"SE- MOLINOS" TRANSFORMADOR TRIFASICO DE POTENCIA EN BAÑO DE ACEITE DE 14MVA, 10/4.16KV, 60Hz, Dyn5, 5000msnm, MARCA: EPLI (CON BORNES LATERALES, CELDA DE LLEGADA, RESISTENCIA DE NEUTRO A TIERRA Y CARACTERISTICAS TECNICAS: (ITEM 018)	310,415.00	310,415.00
-----	-----	------	---	------------	------------

<b>SUB TOTAL DOLARES AMERICANOS:</b>				<b>1,130,711.00</b>	
<b>DESCUENTO:</b>				<b>0.00</b>	
<b>SUB TOTAL NETO:</b>				<b>1,130,711.00</b>	
<b>IMPUESTOS (18%):</b>				<b>203,527.98</b>	
<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS:</b>				<b>1,334,238.98</b>	

#### 4. Cotización económica de banco de condensadores baja tensión.

ITEM	CANT.	COD / MODELO	MARCA	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL	TIEMPO DE ENTREGA
1	1	AR525-150-4-480.60-p7	ELSPEC	<b>BANCO DE CONDENSADORES</b> Referencia: AR525-150-4-480.60-p7 Modelo: ACTIVAR Marca: ELSPEC	\$17,342.00	\$17,342.00	12 SEMANAS
				Detalle:  Banco de Condensadores de Baja Tensión de 525kVAR 480VA de 4 pasos de 150kVAR.			
2	1	AR600-150-4-480.60-p7	ELSPEC	<b>BANCO DE CONDENSADORES</b> Referencia: AR600-150-4-480.60-p7 Modelo: ACTIVAR Marca: ELSPEC	\$18,016.67	\$18,016.67	12 SEMANAS
				Detalle:  Banco de Condensadores de Baja Tensión de 600kVAR 480VA de 4 pasos de 150kVAR.			
3	1	AR750-125-6-480.60-p7	ELSPEC	<b>BANCO DE CONDENSADORES</b> Referencia: AR750-125-6-480.60-p7 Modelo: ACTIVAR Marca: ELSPEC	\$18,648.33	\$18,648.33	12 SEMANAS
				Detalle:  Banco de Condensadores de Baja Tensión de 750kVAR 480VA de 6 pasos de 125kVAR.			
4	1	AR375-75-3-480.60-p7	ELSPEC	<b>BANCO DE CONDENSADORES</b> Referencia: AR375-75-3-480.60-p7 Modelo: ACTIVAR Marca: ELSPEC	\$28,942.00	\$28,942.00	12 SEMANAS
				Detalle:  Banco de Condensadores de Baja Tensión de 375kVAR 480VA de 3 pasos de 75kVAR.			
5	1	AR156-31-3-480.60-p7	ELSPEC	<b>BANCO DE CONDENSADORES</b> Referencia: AR156-31-3-480.60-p7 Modelo: ACTIVAR Marca: ELSPEC	\$18,902.67	\$18,902.67	12 SEMANAS
				Detalle:  Banco de Condensadores de Baja Tensión de 156kVAR 480VA de 3 pasos de 31kVAR.			

6	1	AR250-50-3-480.60-p7	ELSPEC	<b>BANCO DE CONDENSADORES</b> Referencia: AR250-50-3-480.60-p7 Modelo: ACTIVAR Marca: ELSPEC	\$13,922.67	\$13,922.67	12 SEMANAS
				Detalle:  Banco de Condensadores de Baja Tensión de 250kVAR 480VA de 3 pasos de 50kVAR.			
7	1	AR219-31-3-480.60-p7	ELSPEC	<b>BANCO DE CONDENSADORES</b> Referencia: AR219-31-3-480.60-p7 Modelo: ACTIVAR Marca: ELSPEC	\$14,827.33	\$14,827.33	12 SEMANAS
				Detalle:  Banco de Condensadores de Baja Tensión de 219kVAR 480VA de 3 pasos de 31kVAR.			

TOTAL **\$127,406.67**  
+ IGV

**Observaciones:**

- Favor mencionar la cotización en su O/C
- Los precios no incluyen IGV
- **Entrega en nuestros almacenes**  
salvo se indique lo contrario.
- Cta. Cte. Soles BCP: 193-1179660-0-56
- Cta. Cte. Dólares BCP: 193-1183155-1-69

**Nota:**

Incluido el embalaje para cada banco

## 5. Cotización económica de banco de condensadores media tensión.

CONDICIONES ESPECIALES: Adelanto del 30% para Importaciones o Productos para fabricación							
ITEM	CANT.	COD / MODELO	MARCA	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL	TIEMPO DE ENTREGA
1	1	-	LEYDEN	<p><b>Banco de capacitores de 800 KVAR / 4.16KV / 60Hz.</b>  <b>Encerramiento IP54</b></p> <p>Banco de capacitores de 800 KVAR de potencia para 3x4,16 kV-60Hz, BIL= 75KV, según el adjunto MDT-108355-1-a                      El banco ofertado constituye un agrupamiento de capacitores, montados dentro de gabinetes metálicos y debidamente aislados de modo de obtener una potencia de 2,7MVAR garantizada a la tensión de 3x4.16 kV - 60Hz, en cuatro pasos de 675 KVAR BIL=75Kv a excepción del contactor de vacío cuyo BIL=60Kv.                      La disposición general, se basa en un ducto de barras de cobre soportadas por aisladores epoxi para interior, de donde parten las conexiones a los pasos de 675 KVAR a la tensión de 3x4.16KV que integran el banco, según plano 108355-1. Cada paso contará con:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gabinete</li> <li>2. Reactores limitadores de la corriente de inserción</li> <li>3. Contactores tripolares de corte en vacío</li> <li>4. Capacitores</li> <li>5. Transformador de corriente</li> <li>6. Cableado y barreado de interconexión, morsetería, etc.</li> <li>7. Descargadores de sobretensión</li> <li>8. Cubículo de BT para control y protección</li> </ol>	\$96,964.29	\$96,964.29	25 SEMANAS
2	1	-	LEYDEN	<p><b>Banco de capacitores de 1800 KVAR / 4.16KV / 60Hz.</b>  <b>Encerramiento IP54</b></p> <p>Banco de capacitores de 1800 kVAR de potencia para 3x4,16 kV-60Hz, BIL= 75KV, según el adjunto MDT-108355-1-a                      El banco ofertado constituye un agrupamiento de capacitores, montados dentro de gabinetes metálicos y debidamente aislados de modo de obtener una potencia de 2,7MVAR garantizada a la tensión de 3x4.16 kV - 60Hz, en cuatro pasos de 675 KVAR BIL=75Kv a excepción del contactor de vacío cuyo BIL=60Kv.                      La disposición general, se basa en un ducto de barras de cobre soportadas por aisladores epoxi para interior, de donde parten las conexiones a los pasos de 675 KVAR a la tensión de 3x4.16KV que integran el banco, según plano 108355-1. Cada paso contará con:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gabinete</li> <li>2. Reactores limitadores de la corriente de inserción</li> <li>3. Contactores tripolares de corte en vacío</li> <li>4. Capacitores</li> <li>5. Transformador de corriente</li> <li>6. Cableado y barreado de interconexión, morsetería, etc.</li> <li>7. Descargadores de sobretensión</li> <li>8. Cubículo de BT para control y protección</li> </ol>	\$117,598.00	\$117,598.00	25 SEMANAS
3	2	-	LEYDEN	<p><b>Banco de capacitores de 3000 KVAR / 10KV / 60Hz.</b>  <b>Encerramiento IP25</b></p> <p>Banco de capacitores de 3000 KVAR de potencia para 3x10 kV-60Hz, BIL= 170kV, según Memoria Descriptiva adjunta N°108167-1-g                      El banco ofertado constituye un agrupamiento de capacitores, montados sobre estructuras metálicas y debidamente aislados de modo de obtener una potencia de 3 MVAR a la tensión de 3x10 kV - 60Hz, instalación intemperie y BIL=170KV en todo el equipamiento a excepción de la llave monopolar cuyo BIL=150KV.                      La disposición general, se basa en un bus de barras de cobre sobre aisladores soporte para intemperie, de donde parten las conexiones a los dos pasos de 1000 y 2000 KVAR a la tensión de 3x10 kV que integran el banco, según plano 108167-1.                      Cada uno de estos pasos contará con:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bastidor (rack)</li> <li>2. Reactores limitadores de la corriente de inserción</li> <li>3. Llaves monopolares de corte en vacío</li> <li>4. Capacitores</li> <li>5. Transformador de corriente</li> <li>6. Secundario fusible tipo APR</li> <li>7. Cableado y barreado de interconexión, morsetería, etc.</li> <li>8. Tablero de control y protección</li> </ol>	\$131,733.93	\$263,467.86	25 SEMANAS
<b>TOTAL</b>						<b>\$477,932.14</b>	

## 6. Cotización económica de celdas de media tensión.

### CUADRO DE PRECIOS:

Item	Descripción	Cant.	V.V.Unit US\$	V.V.Total US\$
	<b>CUARTO ELECTRICO PRINCIPAL 10KV</b>			
01	CELDA DE LLEGADA 24KV 1600A 25KA/1SEC. BUSBAR=1600A	2	64,676.50	129,353.00
02	CELDA DE SALIDA 24KV 630A 25KA/1SEC. BUSBAR=1600A	19	38,386.34	729,340.46
03	CELDA DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS 1600A 25KA/1SEC.	1	5,465.28	5,465.28
04	CAJUELA DE TOMA DE TENSIÓN BARRA 10KV	2	8,824.66	17,649.32
05	CELDA DE ENLACE 24KV 1600A 25KA/1SEC. BUSBAR=1600A	1	42,302.24	42,302.24
	<b>SWITCHGEAR 4.16KV – GENERADORES DIESEL</b>			
06	CELDA LLEGADA/SALIDA 12KV 1000A 20KA/1SEC. BUSBAR=1000A	2	53,274.43	106,548.86
07	CELDA DE LLEGADA 12KV 630A 20KA/1SEC. BUSBAR = 1000A	4	44,937.36	179,749.44
08	CELDA DE ENLACE DE BARRAS 1000A 20KA/1SEC.	1	32,607.33	32,607.33
09	CAJUELA DE TOMA DE TENSIÓN BARRA 4.16KV	2	8,675.91	17,351.82
10	CELDA DE SALIDA 12KV 630A 20KA/1SEC. BUSBAR=1000A	2	37,953.04	75,906.08
11	CELDA DE ACOPLAMIENTO DE BARRAS 1000A 20KA/1SEC.	1	6,125.84	6,125.84
	<b>SUBESTACION N° 1</b>			
12	C. LLEGADA/SALIDA 12KV 630A 20KA/1SEC. SUBESTACION N° 1	1	57,196.60	57,196.6
	<b>BANCO DE CONDENSADORES 10KV</b>			
13	BANCO DE CONDENSADORES DE MEDIA TENSION 3MVAR 10KV	2	101,632.70	20,3265.4
	<b>ACCESORIOS</b>			
14	CARRO DE EXTRACCION Y ACCESORIOS PARA MANIOBRA	2	2,043.50	4,087.00
15	RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA 25AX10SEG. VL-L=4160 VL-N=2400V BIL 75KV	2	3,808.34	7,616.68
16	RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA 5AX10SEG. VL-L=480 VL-N=277V	8	1,375.01	11,000.08
	<b>Valor Venta Total USD \$</b>			<b>1'625,565.43</b>

## 7. Cotización económica de Grupos electrógenos

**REF : SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE RESPALDO: 5.37Mw a 4800msnm.**

Estimados señores:

Atendiendo su gentil solicitud, presentamos a Uds. nuestra propuesta económica por el sistema de generación eléctrica de la referencia.

0 PRECIO DE VENTA :

Item	Descripción	Und	Cant	P. Unitario	P. Total
1	Grupo electrógeno diesel CPG, modelo <b>C2000D6</b> , preparado para sincronismo, 480VAC, 60Hz. Incluye tanque de combustible y Tablero de Protección.	Und.	4	479,000.00	1,916,000.00
2	Grupo electrógeno diesel CPG, modelo <b>C900D6</b> , preparado para sincronismo, 480VAC, 60Hz. Incluye tanque de combustible y Tablero de Protección.	Und.	1	199,000.00	199,000.00
3	Tablero de Control Maestro CPG modelo DMC300, para comandar el trabajo en paralelo entre grupos electrógenos.	Und.	1	168,000.00	168,000.00
4	Repuestos para cinco grupos electrógenos por dos años de operación en modo Stand by	Gbl.	1	44,000.00	44,000.00

<b>Valor Venta</b>	US \$	<b>2,327,000.00</b>
<b>I.G.V. (18%)</b>	US \$	<b>418,860.00</b>
<b>Precio Venta</b>	US \$	<b>2,745,860.00</b>