

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**SISTEMA ELÉCTRICO DE ESTACIONES DE  
BOMBEO DE PILA DE LIXIVIACIÓN CARACHUGO 10**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**ROBERTO JOSÉ MOSCOSO VENEGAS**

**PROMOCIÓN  
1984-I**

**LIMA – PERÚ  
2007**

**SISTEMA ELÉCTRICO DE ESTACIONES DE BOMBEO  
DE PILA DE LIXIVIACIÓN CARACHUGO 10**

## SUMARIO

La Minera Yanacocha, ubicada en el Departamento de Cajamarca, cuenta dentro de sus instalaciones propias de la actividad minera, con una, **“PLATAFORMA DE LIXIVIACION”**, donde se realiza el proceso, que facilita la extracción de Oro.

**El Proyecto Carachugo 10**, tiene la finalidad de mejorar la producción de oro en 500,000 onzas, logrando mantener la producción durante 5 años en 1800,000 onzas, con lo que se consigue una alta rentabilidad, en este periodo coyuntural de gran demanda de los metales. Para tal efecto se ha elaborado el proyecto mencionado, que comprende toda una infraestructura complementaria de la **“PLATAFORMA DE LIXIVIACION”**, dentro de la cual se encuentra el **Sistema Eléctrico y de Control**, de las estaciones de bombeo de la pila de LIXIVIACION CARACHUGO 10 y comprende lo siguiente:

1.- Instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de:

- a) Línea aérea suministro de energía en 22.9KV.
- b) 03 Subestaciones eléctricas de 5 MVA y 3.5 MVA, 22.9/4.16 KV y 1 MVA 22.9/0.48KV.
- c) 02 Subestaciones eléctricas aéreas 400 KVA y 75 KVA, 22.9/0.48 KV.
- d) 02 salas eléctricas prefabricadas, CCM 4.16 KV y CCM 0.480 KV, Tableros y UPS, PIC, ETC.
- e) 04 Estaciones de bombeo:
  - Solución rica.
  - Recirculación.
  - Solución estéril.
  - Cianuro sódico.
- f) 01 sistema de sumidero de subdrenaje.
- g) Instalaciones complementarias:
  - Alumbrado exterior.

- Malla de tierra.
- Protección contra descargas atmosféricas.

2.- Instrumentación y control: instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de:

- a) Sistema de control de nivel, flujo, presión.
- b) Válvulas de control
- c) 03 gabinetes de PIC.
- d) 02 interfaces de control MMI.
- e) Sistema de energía ininterrumpida.
- f) Red de comunicación Control Net.
- g) Red de comunicación ethernet.

## INDICE

### CAPÍTULO I

<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
1.1 Generalidades	1
1.2 Descripción Operacional del Proceso	2
1.3 Alcance del Proyecto	4
1.3.1 Trabajos Eléctricos	4
1.3.2 Trabajo de Instrumentación	

### CAPÍTULO II

<b>CRITERIOS DE DISEÑO</b>	<b>14</b>
2.1 Condiciones del Lugar	14
2.2 Clasificación de Áreas	14
2.3 Códigos y Estándares Eléctricos	14
2.4 Niveles de Tensión	15
2.5 Suministro de Energía	16
2.6 Transformadores de Potencia	16
2.6.1 Capacidades Estándar de Transformadores	16
2.6.2 Transformadores de Potencia 22.9/4.16 KV	17
2.6.3 Transformadores de Potencia 22.9/4.16 KV	17
2.6.4 Transformadores de Potencia 22.9/4.16 KV	18
2.6.5 Transformadores de Potencia 22.9/0.48 KV	18
2.7 Switchgears	19
2.7.1 Interruptor 22.9 KV Aislado en Aire	19
2.7.2 Interruptor 22.9 KV Aislado en Gas	19
2.7.3 Switchgear en 4.16 KV	20
2.7.4 Controlador de Motor en 4.16KV	20
2.7.5 Medición y Relés de Protección	21
2.7.6 Switchgear de Baja Tensión (480V) Medición y Relés de Protección	21
2.8 Subestaciones Unitarias Centro de Cargas Secundarias	21

2.8.1	Sección Ingreso 22.9KV	22
2.8.2	Sección Transformador	22
2.8.3	V Sección Secundaria del Switchgear	22
2.9	Centro de Control de Motores	22
2.10	Paneles de Distribución y Transformadores Secos	23
2.11	Motores Eléctricos	24
2.12	Controles	25
2.13	Alambres y Cables	26
2.14	Métodos de Cableado	28
2.15	Identificación de Conductores	28
2.16	Sistema de Tuberías	29
2.17	Bandejas de Cables	30
2.18	Aterramiento	30
2.19	Alumbrado	31
2.20	Luces de Emergencia	33
2.21	Protección Contra Fuego en los Cuartos Eléctricos	33
2.22	Línea Aérea 22.9 KV	34
2.23	Espacio de Trabajo en Cuartos Eléctricos	36
2.24	Baterías y Cargadores de Baterías.	36
2.25	Sistema de Energía Ininterrumpible	36
2.26	Sistema de Tomacorrientes	37
2.27	Requerimiento de Diseño de Instrumentación	38
2.28	Códigos y estándares para Instrumentos	39
2.29	Ambiente de Operación de Instrumentos	40
2.30	Equipos e Instrumentación	41
2.31	Requerimientos Generales	41
2.32	Requerimientos Técnicos	43
2.33	Instrumentos de Medición de Flujo	45
2.34	Instrumentos de Nivel	46
2.35	Instrumentos de Temperatura	46
2.36	Instrumentos de Presión	47
2.37	Válvulas de Control y Posicionadores	47
2.38	Dispositivos de Relevo de Presión	49

2.39	Interruptores de Procesos y Solenoides	49
2.40	Cables de Instrumentos	50
2.41	Sistema de Detección de Incendios	51
2.42	Salas de Control	52
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>FILOSOFÍA DE CONTROL</b>		54
3.1	Sistema de Control	54
3.1.1	Aspectos Generales	54
3.1.2	Arquitectura del Sistema de Control	54
3.2	Control Discreto	54
3.3	Descripción Funcional	59
3.3.1	Controles	59
3.3.2	Enclavamientos y Permisivos	66
3.3.3	Alarmas	68
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>CÁLCULOS DE DISEÑO</b>		70
4.1	Ubicación de Subestaciones	70
4.2	Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito	71
4.3	Selección de Interruptores de Media Tensión	72
4.4	Determinación de Potencia de Transformadores	74
4.5	Selección del Tipo de Subestación	74
4.6	Selección de Equipos de Suministro de Energía en 22.9 KV	76
4.6.1	Pozas Carachugo 10	76
4.6.2	Sistema de Bombeo de Solución Pobre (Pampa larga)	77
4.7	Cálculos de Barras en 22.9 KV	77
4.8	Coordinación de Aislamiento	78
4.8.1	Selección de Pararrayos para protección de los Transformadores de Potencia de las Subestaciones Unitarias de 5,3.75 y 1 MVA	78
4.8.2	Evaluación de la Coordinación de Aislamiento para US 5,3.75 y 1 MVA	79
4.8.3	Selección de Pararrayos de Subestaciones 400 y 75 KVA	79
4.8.4	Evaluación de la Coordinación de Aislamiento de Subestaciones 400 y 75 KVA	80
4.8.5	Selección de Pararrayos para Protección de Recloser	80

4.8.6	Nivel de Aislamiento de la Línea 22.9KV	80
4.9	Coordinación de Protección Eléctrica	80
4.9.1	Relés de Protección	82
4.10	Protección Contra Descargas Atmosféricas Directas	83
4.11	Análisis de Mediciones de Resistividad y Cálculo de Malla a Tierra.	84
<b>CAPÍTULO V</b>		
<b>SISTEMA DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES</b>		86
5.1	Alcance de los Trabajos	86
5.2	Referencias, Estándares, y Códigos Aplicables.	86
5.3	Requerimientos Técnicos	86
5.4	Hardware del Sistema	87
5.4.1	General	87
5.4.2	Módulo Controlador	89
5.4.3	Módulos de Entrada/Salidas	89
5.4.4	Estaciones de Operación para Salas de Control	92
5.4.5	Terminales de Operación de Terreno	92
5.4.6	Comunicaciones	92
5.4.7	Suministro de Energía	93
5.4.8	Especificación de los Controladores	93
5.5	Gabinete	94
5.5.1	General	94
5.5.2	Pintura	95
5.5.3	Placas de Identificación	95
5.5.4	Alambrado	95
5.5.5	Bloque de Terminales	96
5.5.6	Energía	97
5.5.7	Buses de Tierra	98
5.6	Software del Sistema	98
5.6.1	General	98
5.6.2	Seguridad del Sistema	99
5.6.3	Entrenamiento y Asistencia a la Puesta en Marcha	99
5.7	Pruebas	99
5.7.1	Inspección	99

5.7.2	Pruebas de Aceptación de Software y Conexión a Centro de Control de Motores	100
5.7.3	Aceptación Final	101
<b>CAPÍTULO VI</b>		
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		102
6.1	Subestación Unitaria	102
6.1.1	Generalidades	102
6.1.2	Sección de Ingreso,. 22.9 KV	102
6.1.3	Sección Transformador	104
6.1.4	Centro de Carga Secundario con Encerramiento con Pasillo	105
6.2	Controlador de Motor de Media Tensión	108
6.3	Centro de Control de Motores de Baja Tensión	111
6.4	Transformadores Secos	114
6.5	Tablero de Alumbrado	115
6.6	Baterías y Cargador de Baterías	118
6.7	Sistema de Energía Ininterrumpible	119
6.8	Motor de 200 HP o Menos	122
6.9	Motor de 250 HP y Mayores	124
<b>CAPÍTULO VII</b>		
<b>CONTROL DE CALIDAD Y PRECOMISIONADO</b>		126
7.1	Aspectos generales del Control de Calidad	126
7.2	Procedimientos de Pruebas de Control de Calidad Eléctrico e Instrumentación	129
7.2.1	General	129
7.2.2	Preparación de Pruebas e Inspección de Equipos	130
7.3	Pruebas de Equipos Eléctricos	132
7.3.1	Cable de Energía de Media Tensión	132
7.3.2	Subestaciones	133
7.3.3	Relés de Protección	137
7.3.4	Pararrayos	138
7.3.5	Baterías y Cargadores	139
7.3.6	Sistema de Atoramiento	139
7.3.7	Controlador de Motor de Media Tensión	140

7.3.8 Centro de Control de Motores de Baja Tensión y Combinaciones de Arrancadores Magnéticos	140
7.3.9 Transformador de Servicio	142
7.3.10 Alambre y Cable de 600V	142
7.3.11 Inspección y Prueba de Instalaciones Eléctricas	143
7.4 Pruebas de Instrumentos	144
7.4.1 Estándares de Calibración	144
7.4.2 Requerimientos de Calibración	146
7.5 Precomisionado	149
7.5.1 Alcance	149
<b>CAPITULO VIII</b>	
<b>METRADO Y PRESUPUESTO</b>	159
<b>CONCLUSIONES</b>	160
<b>ANEXOS</b>	161
Planos	

## **CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 Generalidades**

La mina Yanacocha se ubica en Perú, aproximadamente a 800 km al norte de Lima y aproximadamente a 40 km al noroeste de la ciudad de Cajamarca, a una elevación de alrededor de 4100 m.s.n.m. El acceso de Cajamarca a la mina es por medio de un camino pavimentado y de grava de 47.5 km de longitud.

El proyecto Carachugo Etapa 10 consiste en una expansión de la plataforma de lixiviación ubicada hacia el este de la Etapa 7A.

En la etapa 10 de Carachugo se lixivian minerales de óxido. En esta etapa se instalaron las líneas que conducen soluciones estéril, de recirculación y rica.

Se realizó la construcción de 2 pozas de procesos, la de Operaciones y la de Eventos Menores / de Tormenta, las cuales reciben las soluciones rica y de recirculación respectivamente.

La solución rica que se colecta en la Poza de Operaciones se impulsa hacia la planta de procesos de Pampa Larga y/o hacia la planta de Carachugo CIC a través de una Estación de Bombeo de Solución Rica. La solución estéril que viene bombeada desde Pampa Larga y/o desde Carachugo CIC alimenta las tuberías elevadoras de la etapa 10. La solución de recirculación que se colecta en la Poza de Eventos Menores / de Tormenta es impulsada de vuelta a las tuberías elevadoras de la etapa 10 a través de una Estación de Bombeo de Solución de Recirculación.

Las estaciones de bombeo de solución rica y de recirculación, consistentes en un tanque de transferencia y bombas horizontales, están ubicadas en una plataforma destinada para ello contigua a la poza de operaciones. Estas estaciones son alimentadas desde las pozas de operaciones y de eventos menores / de tormenta a través de sistemas de bombeo con bombas sumergibles.

El proyecto también comprende un sistema de bombeo para enviar el agua colectada en un Sumidero de Sub-drenajes de las pozas de procesos hacia la poza de eventos menores / de tormentas.

Las dos pozas de procesos más el sumidero de sub-drenajes cuentan con un Sistema de Colección y Recuperación de Fugas (SCRF) que retornarán las soluciones a sus respectivas pozas.

El proyecto incluye además un sistema de bombeo de Cianuro de Sodio que está ubicado en la planta de cianuro en Carachugo CIC. Este sistema envía cianuro a través de una tubería de 2" hasta el tanque de la estación de bombeo de recirculación de la etapa 10.

Todas las líneas reubicadas y las nuevas que van al pie de la plataforma de lixiviación y desde y hacia la planta de procesos de Pampa Larga y/o Carachugo CIC van sobre un canal dedicado revestido de HDPE.

Toda infraestructura e instalaciones asociadas y requeridas por los trabajos descritos arriba, incluyendo y no limitados a los trabajos civiles, de acero estructural y hormigón, mecánicos, tuberías, eléctricos e instrumentación son parte de este proyecto.

Sin embargo, este alcance de trabajo abarca solamente la instalación de las subestaciones, estaciones de bombeo de las pozas de proceso, estaciones de bombeo sobre loza (soluciones ricas y de recirculación), suministro de energía a través de una línea de 22.9 KV, Instrumentación, control del proceso.

## **1.2 Descripción Operacional del Proceso**

La expansión de la pila de lixiviación de Carachugo, llamada etapa 10 posee tres piscinas: la piscina de operación, la piscina de eventos menores y la piscina de aguas de tormenta. La capacidad total de 250.000 m<sup>3</sup> servirá también para las futuras etapas 11 y 12 de Carachugo.

La etapa 10 comprende un sistema de bombeo de solución rica y estéril hacia y desde las plantas de Merrill Crowe y columnas de carbón de Carachugo en Pampalarga, además de un sistema de bombeo de solución de recirculación hacia la pila.

La solución rica proveniente del sistema de colección de la pila es recogida en la piscina de operación de la etapa 10 de Carachugo. Esta solución es

entonces bombeada al tanque de solución rica y desde allí es conducida hacia las plantas de tratamiento en Carachugo-Pampalarga.

Una nueva estación de bombeo de solución de recirculación maneja la lixiviación primaria, la solución en exceso durante la estación húmeda, y sirve para recircular la solución de vuelta hacia la pila cuando las plantas de columnas de carbón de Carachugo y Merrill Crowe de Pampalarga no estén disponibles o no puedan manejar el exceso de solución. La solución de recirculación es recolectada en la piscina de menores eventos. La solución es bombeada desde esta piscina al tanque de solución de recirculación y desde este tanque hacia el anillo de tuberías que rodea la etapa 10 de Carachugo.

La piscina de menores eventos está dividida en dos por un dique de separación. El primer sector se denomina piscina de menores eventos y el otro sector piscina de aguas de tormenta. Esta disposición atiende a razones de mantención de las piscinas sin detención de la operación. Cada sector posee un conjunto de bombas de impulsión, que conducen la solución hacia el tanque de solución de recirculación.

La solución estéril proveniente de las plantas de Merrill Crowe y de las columnas de carbón de Carachugo es bombeada hacia el anillo de tuberías que rodeen la pila de lixiviación de la etapa 10 de Carachugo.

Se requiere de adición de Cianuro Sódico a las soluciones estéril y de recirculación. Para la solución estéril proveniente de los circuitos de Merrill Crowe y columnas de carbón, el Cianuro Sódico es agregado a través de la nueva planta de Cianuro Sódico en la planta de columnas de carbón de Carachugo.

Para agregar Cianuro Sódico a la solución de recirculación, se dispone de dos bombas en la nueva planta de Cianuro Sódico de las columnas de carbón de Carachugo, las cuales dosifican el reactivo a través de una línea hasta el tanque de solución de recirculación en la etapa 10 de Carachugo. Esta adicción no requiere ser muy precisa, y su operación es realizada en forma manual, arrancando y deteniendo las bombas. La cantidad necesaria de Cianuro agregado es controlada mediante mediciones manuales y fuera de línea de la solución, tomadas en la piscina de operación.

Para recuperar las soluciones de filtración y derrame de todas las piscinas existe un sumidero llamado de bajo drenaje, el cual dispone de dos bombas que devuelven la solución hacia la piscina de menores eventos.

Por último, las piscinas de operación, de menores eventos, de aguas de tormenta y el sumidero de bajo drenaje poseen sistemas de colección y recuperación de filtraciones compuesto por bombas que recirculan las soluciones filtradas por debajo de la membrana de vuelta hacia la piscina correspondiente.

### **1.3 Alcance del Proyecto**

En el presente documento se definen todos los trabajos relacionados con las instalaciones Eléctricas y de Instrumentación y que forman parte del Proyecto “Carachugo Stage 10 Leach Pad Expansión” para los siguientes sectores: Área “Estación de Bombeo de Solución Estéril en Pampa Larga”, con la instalación de Bombas de Solución Estéril, Sala Eléctrica y Subestación Eléctrica; Área “Sistema de Adición de Cianuro en la Planta de Columnas de Carbón de Pampalarga” con la instalación de dos Bombas Dosificadoras de Alimentación de Cianuro; “Estación de Bombeo de Solución Rica” que incluye el Sistema de Bombeo de la Piscina de Operaciones, Tanque de Solución Rica y Bombas de Impulsión Solución Rica a Pampa Larga; “Estación de Bombeo de Solución de Recirculación” que incluye Sistema de Bombeo de la Piscina de Eventos Menores y Sistema de Bombeo de la Piscina de Tormentos, Tanque de Solución de Recirculación, Bombas de Impulsión a Pampa Larga y la Subestación Eléctrica del área de la Piscina de Tormentas; “Sistema Sumidero de Bajo Drenaje” incluyendo Bombas de Impulsión de Bajo Drenaje y la Subestación Eléctrica; “Subestación Principal” incluyendo un patio de subestación y una Sala Eléctrica tipo prefabricada.

Otras áreas como “Risers de la Cancha de Lixiviación de Carachugo 10” solo contienen actividades en Instrumentación.

Los trabajos incluidos son:

#### **1.3.1 Trabajos Eléctricos**

Los trabajos incluyen la instalación de canalización subterránea, bandejas, tuberías, cables, mallas a tierra, protección contra descargas atmosféricas y cualquier otro equipo, y material necesario para la completa

operación eléctrica de los equipos eléctricos mayores y menores indicados a continuación:

## **1. Instalación de Equipos Eléctricos**

### **a) Subestación 3750 KVA, 1270-US-13001**

La subestación es del tipo Unitaria con una celda de 22.9 KV, un transformador de 3.75 MVA y un Switchgear en 4.16 KV y alimentara a la Sala eléctrica 1270-ER-13001 equipada con un Centro de Control de Motores 1270-MC-13001 en 4.16 KV para el accionamiento del Sistema de Bombeo de Solución Estéril

El suministro de energía se realiza desde un Interruptor de Potencia 1820-SG-11501 de 36 KV, 1200 A, Tipo Vacío, como una extensión del equipo en Sala eléctrica existente en Pampa Larga.

El Sistema de Adición de Cianuro consiste en 02 nuevos motores que se alimentaran desde el CCM 1291-MC-12052 en 480V existente en Carachugo CICS

### **b) Subestación 5000 KVA, 1127-US-13001**

La Subestación es del tipo unitaria con una celda en 22.9 KV, un transformador de 5.00 MVA, 22.9 / 4.16 KV y un Switchgear que alimenta un CCM 1127-MC-13001 en 4.16 KV para el accionamiento de los siguientes sistemas:

- ✓ Sistema de Bombeo de Solución Rica
- ✓ Sistema de Bombeo de recirculación

### **c) Subestación 1000 KVA, 1120-US-13001**

La subestación es del tipo unitaria con una celda en 22.9 KV, un transformador de 1.00 MVA, 22.9 / 0.48 KV y un Switchgear que alimenta a un CCM 1120-MC-13001 480V para el accionamiento de los siguientes sistemas:

- ✓ Sistema de Impulsión de Solución rica.
- ✓ Sistema de Impulsión de poza de menores eventos.
- ✓ Sistema de recuperación de fugas

### **d) Subestación 400 KVA, 1150-TL-13001**

La subestación es del tipo biposte con un transformador de 400 KVA. 22.9 / 0.48 KV que alimenta a un CCM 1150-MC-13001 en 480 V para el accionamiento del Sistema de impulsión de poza de tormentas.

### **e) Subestación 75 KVA, 1130-TL-13001**

La subestación es del tipo biposte con un transformador de 75 KVA, 22-9 / 0.48 KV que alimenta a un CCM 1130-MC-13001 en 480V para el accionamiento del Sistema de Subdrenajes

### **f) Línea aérea 22.9 KV**

Circuito derivado 3x70mm<sup>2</sup>, AAAC, que consta de un recorrido de 1000 m y que alimenta a las subestaciones siguientes:

- a) 1127-US-13001 Subestación 5 MVA
- b) 1120-US-13001 Subestación 1 MVA
- c) 1150-US-13001 Subestación 400 KVA
- d) 1130-US-13001 Subestación 75 KVA

Esta línea aérea se conecta a la línea existente L-221

## **2 Instalación de Alimentadores Principales**

### **b) Sala Eléctrica 1127-ER-13001 - Carachugo**

Además el contratista instaló y conectó dos circuitos de 4.16 KV desde el Centro Control de Motores de 4.16 KV Tag N° 1127-MC-13001 ubicado en el interior de la Sala Eléctrica N° 1127-ER-13001 hasta cada motor de 600HP.

Asimismo el contratista instaló y conectar tres circuitos de 480 V desde el Centro Control de Motores de 480 V Tag N° 1120-MC-13001 ubicado en el interior de la Sala Eléctrica N° 1127-ER-13001 hasta cada bomba LIFT

Los alimentadores de 4.16 KV y de 480 V fueron instalados en Banco de Ductos (instalados por otros) y escalerillas portaconductores.

## **3. Instalación de canalizaciones , conexión de cables de fuerza y control**

### **a) Área “Estación de Bombeo de Solución Estéril”**

Los cables de fuerza y control fueron instalados para la operación de los siguientes equipos:

- ✓ 1270-PU-13001 Bomba de Solución Estéril N° 1
- ✓ 1270-PU-13002 Bomba de Solución Estéril N° 2

Las instalaciones están consideradas para uso exterior en clasificación NEMA 3S.

### **b) Área “Sistema de adición de Cianuro”**

Los cables de fuerza y control fueron instalados para la operación de los siguientes equipos:

✓ 1330-PU-13004 Bomba de dosificación de Cianuro N°1

✓ 1330-PU-13005 Bomba de dosificación de Cianuro N°2

**c) Área “Estación de Bombeo de Solución Rica”**

Los cables de fuerza y control fueron instalados para la operación de los siguientes equipos:

✓ 1127-PU-13006 Bomba de Solución Rica N°1

✓ 1127-PU-13007 Bomba de Solución Rica N°2

✓ 1120-PU-13001 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°1

✓ 1120-PU-13002 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°2

✓ 1120-PU-13003 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°3

✓ 1120-PU-13004 Bomba LCRS

✓ 1120-PU-13005 Bomba LCRS

**d) Área “Estación de Bombeo de Solución de Recirculación”**

Los cables de fuerza y control fueron instalados para la operación de los siguientes equipos:

✓ 1127-PU-13001 Bomba de Solución de Recirculación N°1

✓ 1127-PU-13002 Bomba de Solución de Recirculación N°2

✓ 1150-PU-13001 Bomba de impulsión de Piscina de Aguas de tormenta N°1

✓ 1150-PU-13002 Bomba de impulsión de Piscina de Aguas de tormenta N°2

✓ 1150-PU-13003 Bomba de impulsión de Piscina de Aguas de tormenta N°3

✓ 1130-PU-13006 Bomba de Impulsión de Piscina de Menores Eventos N°1

✓ 1130-PU-13007 Bomba de Impulsión de Piscina de Menores Eventos N°2

1130-PU-13008 Bomba de impulsión de Piscina de Menores Eventos N° 3

✓ 1130-PU-13004 y 1130-PU-13005 Bombas LCRS de Menores eventos

#### **e) Área “Sistema Sumidero de Subdrenajes”**

Los cables de fuerza y control fueron instalados para la operación de los siguientes equipos:

- ✓ 1130-PU-13006 Bomba de Impulsión de poza de subdrenaje N°1
- ✓ 1130-PU-13007 Bomba de Impulsión de poza de subdrenaje N°2
- ✓ 1130-PU-13008 Bomba LCRS

#### **.4 Alumbrado**

##### **a) Área “Estación de Bombeo de Solución Estéril”**

El contratista instaló dos luminarias de 250 W HPS en el poste existente.

##### **b) Área “Estación de Bombeo de Solución Rica”**

Una (1) luminaria tipo pasillo de 100 W HPS, y dos (2) focos de 250 W HPS montados en un poste de 30 pies.

##### **c) Área “Estación de Bombeo de Solución de Recirculación”**

Una (1) luminaria tipo pasillo de 100 W HPS, cuatro (4) focos de 250 W HPS montados en dos (2) postes de acero de 30 pies, y tres (3) focos de 250 W HPS montados en tres (3) postes de acero de 30 pies.

##### **d) Área Sistema de Sumidero de Subdrenajes**

Dos (2) focos de 250 W HPS montados en postes de 30 pies

##### **f) Sala Eléctrica 1127-ER-13001 y 1120-ER-13001**

Dos (2) luminarias adosadas a pared de 100 W HPS, dos (2) focos de 250 W HPS montados en un (1) poste de acero de 30 pies y dos (2) focos de 250 W HPS montados en dos (2) postes de acero de 30 pies.

##### **g) Sala Eléctrica 1270-ER-13001**

Dos (2) focos de 250 W HPS montados en dos (2) postes de acero de 30 pies.

#### **5 Puesta a tierra y protección contra descargas Atmosférica**

El contratista civil instaló todo el sistema subterráneo de acuerdo al Documento N° 1100-1-SOW-13001 “Alcance de Trabajo Civil”, sin embargo será responsabilidad del contratista eléctrico concluir cualquier instalación incompleta.

Los trabajos del sistema de tierra están de acuerdo con los planos, estándares, notas y detalles de Malla de Tierra del presente proyecto.

**a) Área Estación de Bombeo de Solución Estéril**

El contratista eléctrico conectó a la Malla de Tierra existente los motores de Media Tensión de las Bombas de Solución Estéril. Asimismo conectará a la Malla de Tierra las escalerillas porta conductores.

El contratista eléctrico deberá conectar los postes de acero de alumbrado a la Malla de Tierra.

**b) Sala Eléctrica 1270-ER-13001**

El contratista eléctrico conectó a la Malla de Tierra la Sala Eléctrica N° 1270-ER-13001, la Subestación Unitaria N° 1270-US-13001, incluyendo la Resistencia de Neutro, los pararrayos, y los elementos indicados en los planos así como los indicados por inspección de terreno.

El contratista eléctrico conectó a la Barra de Tierra de la sala eléctrica todos aquellos equipos que el proveedor de la sala no haya conectado a la mencionada barra.

El contratista eléctrico conectó los postes de acero de alumbrado y la reja perimetral de la S/E principal, de acuerdo a planos.

**c) Área “Estación de Bombeo de Solución Rica”**

El contratista eléctrico conectó a la Malla de Tierra existente los motores de Media Tensión de las Bombas de Solución Rica. Asimismo conectó a la Malla de Tierra el Tanque de Solución Rica, las escalerillas portaconductores y los elementos indicados en los planos, así como los indicados por inspección de terreno.

El contratista eléctrico conectó los postes de acero de alumbrado a la Malla de Tierra de acuerdo a plano.

**d) Área “Estación de Bombeo de Solución de Recirculación”**

El contratista eléctrico conectó a la Malla de Tierra existente los motores de Media Tensión de las Bombas de Solución de Recirculación. Asimismo conectó a la Malla de Tierra el Tanque de Solución de Recirculación, las escalerillas portaconductores y los elementos indicados en los planos así como los indicados por inspección de terreno.

El contratista eléctrico conectó los postes de acero de alumbrado a la Malla de Tierra

El contratista eléctrico conectó a la Malla de Tierra el Centro Control de Motores de 480 V, el Transformador de Poder de 400 kVA, las escalerillas portaconductores, Pararrayos, Supresores de Tensión y los elementos indicados. El contratista eléctrico conectó los postes de acero de alumbrado y la reja perimetral de la S/E de la Poza de Agua de Tormentas.

**e) Área “Sistema Sumidero de Subdrenajes”**

El contratista eléctrico conectó a la Malla de Tierra el Centro Control de Motores, el Transformador de 75 kVA, Pararrayos, Supresores de Tensión y los elementos indicados en los planos así como los indicados por inspección de terreno.

El contratista eléctrico conectó los postes de acero de alumbrado y la reja perimetral de la S/E de la Poza de Bajo Drenaje, de acuerdo a planos.

**f) Sala Eléctrica 1127-ER-13001 y 1120-ER-13001 .**

El contratista eléctrico conectará a la Malla de Tierra la Sala Eléctrica N° 1127-ER-13001, las Subestaciones Unitarias N° 1120-US-13001 y 1127-US-13001, incluyendo la Resistencia de Neutro, los pararrayos, y los elementos indicados en los planos, así como los indicados por inspección de terreno.

El contratista eléctrico conectó a la Barra de Tierra de la sala eléctrica todos aquellos equipos que el proveedor de la sala no haya conectado a la mencionada barra.

El contratista eléctrico conectó los postes de acero de alumbrado y la reja perimetral de la S/E principal, de acuerdo a planos.

**6 Suministro de Materiales**

MYSRL suministro los materiales eléctricos requeridos para la construcción, de acuerdo con la cubicación mostrada en el listado de materiales. El contratista verificó el metrado y deberá hacer los arreglos y provisiones para suministrar todos los materiales que no se hayan indicado y no estén siendo suministrados por el propietario.

También el contratista suministró todos los soportes eléctricos, los consumibles y otros materiales menores necesarios para la completa instalación. Incluirá las etiquetas para los paneles eléctricos, pulsadores, etc.

El contratista consideró a su costo retoques de pintura en los equipos, materiales y estructuras que presentasen daños producto de la manipulación directa por parte de su personal.

## **7 Observaciones Generales**

Todas las actividades relacionadas a Tie-ins ó interferencias con instalaciones existentes fueron programadas y sometidas al conocimiento de la inspección del contrato de construcción y la aprobación de MYSRL.

### **1.3.2 Trabajo de Instrumentación**

#### **1 Instrumentos montados en campo**

El contratista instaló y conectar todos los instrumentos indicados en el Listado de Instrumentos y mostrados en los planos de Instrumentación y de acuerdo con la configuración mostrada en los Planos P&ID

La instalación incluye ubicación, montaje, alineamiento, nivelación y anclaje, requeridos para cada instrumento montado en el campo.

El contratista configuró, modificar parámetros y calibrar todos los instrumentos montados de acuerdo con las hojas de datos. La calibración fue de acuerdo con la información proporcionada por el proveedor y la Especificación Técnica Pruebas de Construcción Eléctricas e Instrumentación.

De los siguientes Sistemas

- ✓ Sistema de Adición de Cianuro
- ✓ Piscina de Operación y Estación de Bombeo de Solución Rica
- ✓ Piscina de Menores Eventos, Piscina de aguas de Tormentas y Estación de Bombeo de Solución de recirculación.
- ✓ Sistema de Sumidero de Subdrenajes
- ✓ Estación de Bombeo de Solución de Subdrenajes

#### **2 Cables de instrumentación.**

El contratista cableo todos los instrumentos de terreno basado en la información del Listado de Cables de Instrumentación para los siguientes Sistemas:

- ✓ Sistema de Adición de cianuro
- ✓ Piscina de operación y estación de Bombeo de Solución Rica
- ✓ Piscina de Menores eventos, Piscina de Aguas de tormenta y Estación de Bombeo de Solución de recirculación.

- ✓ Sistema Sumidero de Subdrenaje
- ✓ Pampa Larga-estación de Bombeo de Solución esteril

### **3. Conexión de Comunicaciones**

#### **Red RIO ControlNet**

El contratista instaló un cable de fibra óptica de 12 hilos tipo ADSS desde el gabinete de PLC 1127-LC-13001 ubicado en la Sala Eléctrica 1127-ER-13001, al lado de las Estaciones de Bombeo de Solución Rica y de Recirculación de la Etapa 10, hasta el Gabinete de PLC 1150-LC-13001 instalado dentro del Centro Control de Motores 1150-MC-13001 a un costado de la Piscina de Aguas de Tormenta. Tal como se muestra en el Diagrama de Bloques N°1100-7-13101

#### **Red Ethernet**

El contratista instaló un cable de fibra óptica de 24 hilos tipo ADSS desde el gabinete de PLC 1127-LC-13001 ubicado en la Sala Eléctrica 1127-ER-13001, al lado de las Estaciones de Bombeo de Solución Rica y de Recirculación de la Etapa 10, hasta la caja de empalme de fibra 1542-CE-11204 (existente) ubicada en el poste N° 19. Tal como se muestra en el Diagrama de Bloques N° 1100-7-13101.

### **4. Pruebas y Ajustes**

El contratista instaló todos los materiales de acuerdo a los estándares constructivos especificados en los listados de documentos, incluyendo los soportes necesarios, canalizaciones y conexiones.

El contratista realizó todas las pruebas sin carga de las instalaciones eléctricas y de instrumentación de acuerdo con la especificación técnica N° 000-265-65053 "Pruebas de Construcción eléctrica e instrumentación"

El grupo de pre-operaciones de MYSRL fue el encargado de todas las pruebas funcionales, incluyendo ajustes de relés de protección y verificará la calibración de los instrumentos hecha por el contratista. El contratista dió el personal calificado para apoyar este trabajo.

### **5 Cronogramas**

Adicionalmente al cronograma contractual requerido, el contratista preparó el cronograma detallado del listado de TIE-INS así como el plan de ejecución del personal requerido para desarrollar todas las instalaciones

eléctricas y de instrumentación tomando en consideración el cronograma general de operación /construcción.

MYSRL aprobó el cronograma antes de empezar la obra.

#### **5. Trabajo no Incluido**

Suministro de todos los equipos e items listados en el Listado de Equipos Eléctricos y de Instrumentación, Ingeniería & Diseño del sistema eléctrico, Instalación de equipos mecánicos, Trabajos civiles y fundaciones, excepto lo que se indique que sea de otra forma.

## **CAPÍTULO II CRITERIOS DE DISEÑO**

### **2.1 Condiciones del Lugar**

- a) Todos los equipos de uso externo fueron diseñados para permanecer a temperaturas del ambiente como están indicadas en el "Criterios generales" N° 4635-5-SPC-001.
- b) Los equipos instalados al interior pueden estar sujetas a temperaturas en un rango de 15 °C a 32 °C (máximo). Todo cuarto para equipos eléctrico será limpio y con áreas filtradas y presurizadas.
- c) Motores y transformadores fueron diseñados para servicio 4,100 metros para permitir la intercambiabilidad con diferentes áreas. Todos los equipos eléctricos fueron diseñados para servicio a la elevación estándar sobre el nivel del mar.
- d) Todos los equipos fueron diseñados para soportar los esfuerzos sísmicos de "Zone 4 - UBC, 1991.

### **2.2 Clasificación de Areas**

En general, todas las áreas de planta son consideradas no peligrosas. En las áreas dónde se almacena y manipula material inflamable.

### **2.3 Códigos y Estándares Eléctricos**

- a) El diseño de los sistemas eléctricos y el diseño y pruebas de los equipos eléctricos será conforme con la mas reciente edición de los siguientes códigos y estándares aplicables

ANSI	American National Standards Institute.
ASTM	American Society for Testing Materials.
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers.
IES	Illumination Engineers Society.
ICEA	Insulated Cable Engineers Association.
NEC	National Electric Code.
NESC	National Electric Safety Code.
NEMA	National Electrical Manufacturers Association.

NFPA	National Fire Protection Association.
OSHA	Occupational Safety and Health Administration.
UL	Underwriters Laboratory

- b) Para los equipos involucrados en el control de combustión y sistemas de protección de fuego, se cumple con los requerimientos de Factory Mutual (FM)
- c) En adición a los códigos y estándares arriba indicados, el diseño eléctrico y la construcción son conformes a los códigos y regulaciones peruanas:
- ✓ DS-24-94-EM (08/06/94) Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Mineras
  - ✓ RM-263-2001-EM/VME (18/06/2001) Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub sector Electricidad.
  - ✓ RM-308-2001-EM/VME (16/07/2001) Norma Técnica de uso de Electricidad en Minas.
  - ✓ RM-366-2001-EM/VME (06//08/2001) Código Nacional de Electricidad.
  - ✓ RM-139-82-EM/DGE (02/06/82) Código Nacional de Electricidad Utilización.
  - ✓ DS-054-93-EM (17/11/93) Reglamento para Almacenamiento de Hidrocarburos
  - ✓ DS-046-2001-EM (20/07/01) Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.
- d) Cuando ocurran conflictos entre los requerimientos de los códigos, estas especificaciones serán tomadas como precedentes y la interpretación final será con el cliente.

## 2.4 Niveles de Tensión

Los niveles de tensión a ser usados en distribución son los siguientes

### a) Distribución en Planta

- ✓ 4.16 KV, 60 Hz, 3 fase, estrella aterrada a través de resistencia (100 A, por cada neutro de transformador).
- ✓ 480 V, 60 Hz 3 fases, 3 alambres, estrella sólidamente aterrada.

### b) Alumbrado y salidas

- ✓ 400/231, 60 Hz, 3 fases, 4 alambres

### c) Control e Instrumentación

- ✓ Control e instrumentación general 120 V, 60 Hz, monofásico
- ✓ Control de Interruptores de Media Tensión 125 VDC

✓ Sistema de Control de equipos : 120 V, 60 Hz, monofásico

## 2.5 Suministro de energía

- El ingreso de energía a la Subestación La Pajuela es recibida a través de 02 líneas de transmisión de 60 KV de la Subestación Cajamarca Norte
- Potencia de C.C trifásico en la Subestación La Pajuela: 374 MVA (3600 A)
- El suministro de Energía a la Subestación Cajamarca Norte es recibida en 220 KV en una línea de transmisión de la Subestación
- Potencia de C.C trifásico en la Subestación Trujillo Norte: 634 MVA (1665 A)

## 2.6 Transformadores de Potencia

### 2.6.1 Capacidades Estándar de Transformadores

Las capacidades de los transformadores de distribución deben ser estandarizadas 50, 75, 100, 250, 300 o 400 KVA, (65 °C, OA rating).

Las capacidades de los transformadores de potencia fueron estandarizadas de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Capacidades de los Transformadores de Potencia

<b>Ratings of Transformers with 55° /65 ° C Winding Insulation</b>					
<b>55°C Rise OA-Rating (Base Rating)</b>	<b>65°C Rise OA-Rating</b>	<b>55°C Rise FA-Rating</b>	<b>65°C Rise FA-Rating</b>	<b>55°C Rise FOA-Rating</b>	<b>65°C Rise FOA-Rating</b>
500	560	575	644		
750	840	862	966		
1,000	1,120	1,150	1,288		
1,500	1,680	1,725	1,932		
2,000	2,240	2,300	2,576		
2,500	2,800	3,125	3,500		
3,750	4,200	4,687	5,250		
5,000	5,600	6,250	7,000		
7,500	8,400	9,375	10,500		
10,000	11,200	12,500	14,000	20,000	22,400
12,000	13,440	16,000	17,920	25,000	28,000
15,000	16,800	20,000	22,400		
20,000	22,400	26,660	29,866	33,333	37,333
25,000	28,000	33,333	37,336	41,666	46,666
30,000	33,600	40,000	44,800	50,000	56,000
40,000	44,800	53,333	59,733	66,666	74,666
50,000	56,000	66,666	74,666	84,000	93,000

Donde:

- OA Inmerso en aceite, auto-enfriado.  
 FA Inmerso en aceite, enfriamiento con aire forzado  
 FOA Inmerso en aceite, enfriamiento forzado del aceite con enfriamiento por aire forzado

### **2.6.2 Transformadores de Potencia 22.9/4.16 KV**

- a) Los transformadores son sellados, enfriamiento por aire forzado y natural, inmerso en aceite (Aceite libre de PCB) para instalación exterior, con el primario en 22.9 KV conectado en delta, con el secundario 4.16 KV conectado en estrella.
- b) El neutro del bobinado secundario del transformado es accesible exteriormente y es conectado a una baja resistencia de aterramiento. Hay una toma de tensión a valor nominal y cuatro tomas a 2.5 %, dos sobre el valor nominal y dos bajo el valor nominal, será provisto con bobinados en 22,9 KV con intercambiador sin carga, la impedancia del transformador será 6.5 % considerando la capacidad auto enfriada en MVA.
- c) Los resistores de aterramiento son de acero inoxidable para 2.4 KV, 100 amperes de máxima corriente de falla a tierra por 10 segundos. Cada resistor será localizado cerca del respectivo transformador.
- d) Los bushing en el lado de 22.9 KV tienen 200 KV BIL y los bobinados en 22.9 KV tienen 150 KV BIL.
- e) Los bushing en 4.16 KV tienen 95 KV BIL y los bobinados en 4.16 KV tienen 60 KV BIL.

### **2.6.3 Transformadores de Potencia 22.9/4.16 KV**

- a) Los transformadores son sellados, enfriamiento por aire forzado y natural, inmerso en aceite (Aceite libre de PCB) para instalación exterior, con el primario en 22.9 KV conectado en delta, con el secundario 4.16 KV conectado en estrella.
- b) El neutro del bobinado secundario del transformado es accesible exteriormente para ser conectado a una baja resistencia de aterramiento. Hay una toma de tensión a valor nominal y cuatro tomas a 2.5 %, dos sobre el valor nominal y dos bajo el valor nominal, será provisto con bobinados en 22,9 KV con intercambiador sin carga, la impedancia del transformador será

6.5 % considerando la capacidad auto enfriada en MVA.

- c) Los resistores de aterramiento son construidos de acero inoxidable para 2.4 KV, 100 amperes de máxima corriente de falla a tierra por 10 segundos. Cada resistor es localizado cerca del respectivo transformador.

#### **2.6.4 Transformadores de Potencia 22.9/4.16 KV**

- a) Los transformadores son sellados, enfriamiento por aire forzado y natural, inmerso en aceite (Aceite libre de PCB) para instalación exterior, con el primario en 22.9 KV conectado en delta, con el secundario 4.16 KV conectado en estrella.
- b) El neutro del bobinado secundario del transformado es accesible exteriormente para ser conectado a una baja resistencia de aterramiento. Hay una toma de tensión a valor nominal y cuatro tomas a 2.5 %, dos sobre el valor nominal y dos bajo el valor nominal, es provisto en bobinados en 22,9 KV con intercambiador sin carga, la impedancia del transformador será 6.5 % considerando la capacidad auto enfriada en MVA.
- c) Los resistores de aterramiento están construidos de acero inoxidable para 2.4 KV, 100 amperes de máxima corriente de falla a tierra por 10 segundos. Cada resistor es localizado cerca del respectivo transformador.
- d) Los bushing en el lado de 22.9 KV tendrán 200 KV BIL y los bobinados en 22.9 KV tienen 150 KV BIL.
- e) Los bushing en 4.16 KV tienen 95 KV BIL y los bobinados en 4.16 KV tiene 60 KV BIL.

#### **2.6.5 Transformadores de Potencia 22.9/0.48 KV**

- a) El transformador es sellado, con enfriamiento por aire natural y forzado, inmerso en aceite (aceite libre de PCB) para instalación exterior, con 22.9 KV en el primario y conectado en delta y 0.48 KV en el secundario y conectado en estrella.
- b) El neutro del bobinado secundario del transformador es conectado solidamente a tierra. Hay una toma de tensión a valor nominal y cuatro tomas al 2.5%, dos arriba y dos abajo del valor nominal, los bobinados en 22,9 KV son provistos con cambiador de tomas sin carga. La impedancia del transformador será de 6.75 % para la capacidad auto enfriada en MVA.
- c) Los bushing en 22,9 KV tienen 200 KV BIL y los bobinados en 22.9 KV

tienen 150 KV BIL.

- d) Los bushings en 22,9 KV tienen 45 KV BIL y los bobinados en 0.48 KV tienen 30 KV BIL.
- e) Otras relaciones de Transformadores de Potencia
  - ✓ 22.9/0.4-0.23 KV, solamente son consideradas para condiciones especiales y está deberá ser justificada.
  - ✓ 22.9/0.23 KV, trifásico, grupo Dyn1, solamente son consideradas para condiciones especiales y esta deberá ser justificada.

## **2.7 Switchgears**

### **2.7.1 Interruptor 22.9 KV Aislado en Aire**

El Switchgear es del tipo metal clad.

- a) El Switchgear para un sistema de 22,9 KV es de 170 KV BIL y 80 KV de impulso a la frecuencia industrial a nivel del mar.
- b) El interruptor es de 3-polos, tipo vacío o SF6 , inserción horizontal ,operado eléctricamente , del tipo con almacenamiento de energía , con motor de 125 V para la carga del resorte y 125 VDC para el cierre y apertura eléctrica.
- c) El banco Switchgear incluye el ingreso principal, la conexión al interruptor, el bus de conexión los interruptores a los generadores y los interruptores de los alimentadores. Cada sección vertical albergara interruptores asociados, medidor de energía de estado sólido y un relevador de protección (de acuerdo a sección 6.5).
- d) El Ingreso a los interruptores del Switchgear es conectado al lado secundario del transformador de potencia con cables de energía.

### **2.7.2 Interruptor 22.9 kV Aislado en Gas**

- a) El equipo es ensamblado en fábrica, trifásico del tipo metal enclosed, aislado en gas, el interruptor y el compartimiento de barras es para instalaciones interiores.
- b) El switchgear para sistemas en 22.9 KV tiene 125 KV BIL y 60 KV de impulse a la frecuencia industrial al nivel del mar (este tipo de switchgear es independiente de la altitud del mar).
- c) Las partes vivas son soportadas por aisladores no higroscópicos y de alta resistencia al efecto corona sin los encerramientos. Los encerramientos están llenados con gas.

- d) El interruptor es de un solo cuerpo 03 polos, al vacío, inserción horizontal, operado eléctricamente, con almacenamiento de energía tipo resorte, motor de carga de 125 y cierre y apertura eléctrica a 125 VDC.

### **2.7.3 Switchgear en 4.16 KV**

- a) El switchgear es del tipo metal clad.
- b) El switchgear para el sistema de 4.16 KV tiene 95 KV BIL y 36 KV BIL de tensión de impulso a la frecuencia industrial al nivel del mar
- c) El switchgear es instalado en un cuarto eléctrico limpio, presurizado.
- d) Los interruptores son de un solo cuerpo 3-polos, tipo vacío o SF6, de izaje vertical, inserción horizontal, operación eléctrica, almacenamiento de energía por resorte con motor de carga de 125 VDC y apertura y cierre eléctrico a 125 VDC.
- e) El switchgear incluye el ingreso, conexión a interruptor, conexión a barras y salidas de alimentadores. Cada sección vertical alberga interruptores asociados, medición de energía y relevadores de protección (de acuerdo a la sección 6.5).
- f) El ingreso al interruptor principal del Switchgear se realizó conectando el lado secundario del transformador de potencia con cables de energía

### **2.7.4 Controlador de Motor en 4.16 KV**

- a) El controlador de motor en 4,16 KV es del tipo metal enclosed.
- b) El controlador del motor es para 60 KV BIL.
- c) Los contactores y fusibles son normalmente usados para motores de media tensión entre 250 HP y 3000 HP. Los interruptores son normalmente usados para motores de media tensión de 3000 HP y mayores
- d) Los desconectores fusibles son del tipo tripolar, operados manualmente, tipo apertura con carga y provisión de aseguramiento exterior.
- e) Cada unidad de controlador de motor es del tipo extraíble incluidos los tres fusibles limitadores de potencia y el contactor tripolar en vacío . La tensión de control es de 120 VAC con accesorios de estado sólido para la protección del motor (de acuerdo a la sección 6.5).
- f) Cuando sea aplicable las expansiones de CCM existentes, se usara secciones /cubículos de idénticas características como las que se encuentran en uso.

### **2.7.5 Medición y Relés de Protección**

- a) MYSRL ha estandarizado los tipos de protecciones y el uso de ellos en el PMS (Sistema de gestión de energía), los siguientes equipos han sido usados:
- b) Transformadores con potencia de 5 MVA y protección diferencial con rele modelo GE T60-G00-HCH-F8F-H6E.
- c) Los alimentadores de Media tensión con rele de protección GE model F-60-G00-VFH-F8F-H6E.
- d) Los motores de media tensión con rele GE model SR469-P5-HI-A20-E para expansiones de proyectos existentes.
- e) El equipo de medición para el ingreso al switchgear 22.9 KV tiene PM modelo ION 7600-A0C0-B6FO-A0A
- f) El equipo de medición para el ingreso al switchgear 4,16 KV tiene GE PQM II-A-F

### **2.7.6 Switchgear de Baja tensión (480 V) Medición y Relés de Protección**

MYSRL ha estandarizado el tipo de protecciones y el uso de ellos en el PMS (Sistema de gestión de Energía), los siguientes equipos son usados:

- a) El switchgear es metal enclosed, libre ubicación, encerramiento NEMA 1. El acceso posterior al compartimiento de barras será removiendo pernos y bisagras de los paneles.
- b) El switchgear tiene los interruptores principales de apertura en aire, tipo extraíble con almacenamiento de energía e interruptores de alimentadores.
- c) Todos los interruptores están equipados con unidades de apertura de estado sólido completadas con los sensores y/o transformadores de corriente. El dispositivo de tripeo tiene las características de tiempo largo, tiempo corto, instantáneo y falla a tierra.
- d) Los equipos de medición de los ingresos a switchgear son GE PQM II-A-F.

## **2.8 Subestaciones Unitarias Centro de Cargas Secundarias**

Todos los centros de carga de las Subestaciones unitarias son de frente muerto. Ellos están localizados en las proximidades de los Centros eléctricos de varias cargas eléctricas en 480v ubicadas en la planta. Cada centro de carga es provista con una fuente de energía, cada centro de carga está compuesta de lo siguiente:

### **2.8.1 Sección Ingreso 22.9 KV**

- a) La sección de ingreso es tipo metal enclosed, encerramiento NEMA 4
- b) La sección de ingreso incluye un seccionador tripolar con fusibles y de operación con carga. El seccionador se acopla a la sección del transformador.
- c) La sección de ingreso tiene 150 KV de BIL, e incluye un pararrayo polimérico de óxido metálico (MCOV = 24 KV rms).
- d) El Seccionador incluye cierre y apertura rápida, la apertura tiene un mecanismo manual de almacenamiento de energía.

La sección de ingreso incluye una llave para asegurar la palanca de apertura del seccionador. Este esquema da un aseguramiento positivo, el seccionador es abierto pero no puede ser cerrado con la puerta abierta

### **2.8.2 Sección Transformador**

El Transformador es de acuerdo a la sección 5.0.

### **2.8.3 V Sección Secundaria del Switchgear**

- a) El switchgear secundario es de acuerdo con la sección 6.0.
- b) Este equipo es protegido con su cobertura (sin aislamiento térmico), encerramiento NEMA4

## **2.9 Centro de Control de Motores**

- a) Todos los arrancadores de motores son montados en forma unitaria en los Centro de control de Motores
- b) Los encerramientos para los Centro de Control de Motores son especificados como NEMA 1 o 4.
- c) Los arrancadores de los motores son del tipo "insertable", consistente en un protector de motor (MCP's) o un interruptor solo con protección magnética, un contactor electromagnético tripolar con un protección de estado sólido para el motor.
- d) La protección de estado sólido para el motor incluye por lo menos las siguientes características:
  - ✓ Protección de sobrecarga
  - ✓ Protección de pérdida de fase
  - ✓ Protección de bloqueo
  - ✓ Selección de clase de disparo.

- e) Todos los arrancadores de motores NEMA tamaño 3 y mayores incluyen protección 50 G.
- f) Todos los arrancadores para motores para bombas sumergibles y bombas incluyen protección 50 G.
- g) El Centro de Control de Motores consiste de secciones verticales con espacios para no más de seis arrancadores unitarios tamaño NEMA 1 en cada sección vertical.
- h) Cada centro de Control de Motores tiene una barra horizontal de cobre de 1,200 amperios y una barra de 300 A por cada sección vertical.
- i) El cableado es de acuerdo a NEMA Clase I, tipo B, todo el cableado interno es echo en fabrica y cada unidad tiene su bornera Terminal para el cableado de control
- j) Todo el cableado de control es de 120 V AC y tiene transformadores con fusibles de control suministrados en cada cubículo de arrancador. Los contactos auxiliares 2-N.O, 2-N.C. son suministrados en cada arrancador, cuando se requiera.
- k) Luces indicadoras y selector Local/Remote son montados en la puerta del arrancador a menos que sean indicados de otro modo .El botón de reset de la protección de sobrecarga fue instalado en la puerta de cada arrancador.
- l) Cada arrancador está provisto de un mecanismo para aseguramiento
- m) Fue previsto un 10% de espacios para arrancadores adicionales (espacio libre) en cada centro de control de Motores

## **2.10 Paneles de Distribución y Transformadores Secos**

- a) Los paneles de distribución de baja tensión y de alumbrado son equipados con interruptores de caja moldeada, termomagnéticos, de apertura y cierre rápido para proteger los circuitos derivados. Cada circuito tiene un interruptor unipolar de 20A a menos que de otro modo se indique en los esquemas correspondientes a los paneles.
- b) Los paneles de alumbrado incluyen un mecanismo manual para el interruptor principal El mecanismo manual es suministrado con las siguientes características:
  - ✓ Para asegurar que esta unidad no será energizada accidentalmente por un personal no autorizado, el mecanismo será bloqueado con candado en la

posición OFF.

- c) Los paneles de alumbrado son resistentes al polvo, los encerramientos NEMA 1 o 4 llevarán empaquetaduras en las puertas.
- d) Los paneles de alumbrado y de distribución de energía son a 380/220 V, 3 fases, 4 alambres con el neutro solidamente aterrado.
- e) Los transformadores para los pequeños sistemas de distribución y alumbrado son del tipo seco tiene taps normalizados en el lado primario. El transformador es de 480V (primario en delta) - 400/231 V (El secundario en estrella), 3 fases, 60 Hz, 4 alambres con neutro solidamente aterrado

## 2.11 Motores Eléctricos

Los motores tienen las siguientes características excepto cuando no sea factible:

### a) Tensión

Debajo de ½ hp (debajo 0.37 KW)	220 V, 60 Hz, 1 fase
2½ a 200 HP (0.37 KW a 150 KW)	460 V, 60 Hz, 3 fases
250 HP (186 KW) y mayores	4000 V, 60 Hz, 3 fases

### b) Aislamiento

Motores de baja tensión Clase F (con incremento de temperatura Clase B)

Motores de media tensión Clase H (con incremento de temperatura Clase F)

### c) Encerramiento

A menos que se especifique de otro modo el motor es TEFC totalmente cerrado y enfriado por ventilación) o TENV–SUB (totalmente cerrado no ventilado) para motores sumergible.

### d) Factor de Servicio

Los motores tienen factor de servicio 1.15 a 4,100 m.s.n.m. sin exceder los límites de las temperaturas de aislamiento.

### e) Diseño

NEMA B, a menos que se especifique otra cosa.

Los motores tienen suficiente enfriamiento provisto para el factor de servicio a la máxima potencia para operación a 4100 m sin exceder los incrementos especificados para la temperatura.

### f) Equipo auxiliar

- ✓ Los motores de media tensión son equipados con dos (2) resistencias para

detectar temperatura (RTD's) por fase para medir la temperatura del bobinado del estator será de 100 ohm at 0°C, tipo platino con tres (3) alambres por RTD que terminan en una caja terminal separada del motor, para ser conectados a dispositivos de alarma suministrados por otros.

- ✓ Los motores de media tensión son equipados con dos (2) resistencias para detectar temperatura (RTD's) por rodamiento para medir la temperatura del rodamiento, los RTD's tipo platino de 100 ohm a 0°C, con 03 alambres (3) que acaban en una caja Terminal separada de la caja del motor principal, para ser conectada a un dispositivo de monitoreo de temperatura suministrado por otros.
- ✓ Los motores de media tensión son equipados con dos (2) resistencias para detectar temperatura (RTD's) por rodamiento para medir la temperatura del rodamiento, los RTD's tipo platino de 100 ohm a 0°C, con 03 alambres (3) que acaban en una caja Terminal separada de la caja del motor principal, para ser conectada a un dispositivo de monitoreo de temperatura suministrado por otros.
- ✓ Los motores de media tensión están equipados con protectores de sobretensión en forma de capacitares y pararrayos preferentemente montado en la caja Terminal o en un gabinete de los terminales de conexión.
- ✓ Para motores sobre 75 KW, 120 VAC, 60 Hz, son provistos con heater .
- ✓ Para bombas sumergibles el sistema de humedad esta previsto. El sistema de humedad consiste en dos alambres /dos sondas, el sistema monitorea constantemente la cámara del aceite y el encerramiento del estator.

## **2.12 Controles**

- a) Todo el control de los equipos eléctricos está instalado en estaciones arranque / parada. Los pulsadores para un grupo de motores puede ser montado en un panel local. El selector L/R será instalado en la puerta del CCM.
- b) Todas las estaciones de pulsadores son de uso pesado a prueba de combustible, agua y polvo.
- c) La tensión de control para todos los motores es de 120V AC, derivado de un transformador de control individual en cada arrancador.

d) Todas las luces indicadoras de estado en los Centros de Control de motores, o switchgears tienen los siguientes códigos de colores:

<b>Color</b>	<b>Switchgear</b>	<b>CCM</b>
Verde	Interruptor cerrado (Energizado)	Operando (Arrancado)
Rojo	Interruptor abierto (desenergizado)	No operando (parado), solo para media tensión

- e) Hay una alarma sonora de advertencia de 10-20 segundos después podrá arrancar el sistema de faja.
- f) Toda la secuencia, estado, y funciones permisivas del proceso son hechos a través del sistema de Control (Sistema de control distribuido (DCS) y/o a Controladores lógicos programables asociados (PLC)).
- g) Todas las funciones de parada de emergencia son cableados en forma independiente al DCS/PLC por razón de seguridad

### **2.13 Alambres y Cables**

En general, los conductores de energía y control son de clase B cobre cableado con aislamiento y opcionalmente enchaquetados como se especifica abajo. Conductores de características de uso especial, cordones multiconductores y cables son cableados extraflexibles para requerimiento para servicio.

Todos los cables son aprobados por UL.

Todos los cables de potencia llevan cables de aterramiento.

Los materiales para el aterramiento y enchaquetado son retardantes a la flama y para ser instalados en bandeja.

#### **a) 35 kV Cables**

En los sistemas de 22,9 KV los cables de potencia son de 03 conductores apantallados 35 KV. Ellos son de cobre cableado cubiertos con una capa de semiconductor y un aislamiento al 100% XLP o EPR por cada fase individual, un apantallamiento y una cubierta protectora de PVC.

## **b) 5 kV Cables**

En los sistemas de 4,16 KV, se usan cables de energía con conductores apantallados de 5kV. Estos cables son de cobre cableado cubierto con una cinta semiconductor y un aislamiento al 100% de EPR y XLP, por cada fase individual, tienen un apantallamiento y una cubierta protectora de PVC.

## **c) Cables de Control y de Potencia 600 V.**

Estos cables son usados en 125 VDC, control y en sistemas de 480 VAC. Ellos son aislados con líneas cruzadas de aislamientos de polietileno (XLP), NEC tipo XHHW o igual para una temperatura de operación de servicio hasta 90 °C. La chaqueta y la protección mecánica, es de acuerdo con el método de cableado y de acuerdo con la aplicación esperada.

## **d) Cables de instrumentación**

Los cables de instrumentación consisten en unipares o multipares trenzados conformando pares y triadas. Estos comprenden conductores de cobre, códigos para pares y triadas, una pantalla single que cubre todo con alambre de drenaje cubierto con una chaqueta PVC. Los Cables serán #16 AWG (un par o triplex) o #18 AWG (multi-pares o multi-triplex) conductor de cobre estañado

## **e) Selección de tamaño de cable**

La tabla 310-16 de capacidades del NEC y la aplicación de los factores de derrateo (e.g. temperatura ambiente, llenado de tuberías, factores de derrateo por espaciamiento de tuberías y otros) serán usados para dimensionar el cable para a la aplicación requerida. Las dimensiones mínimas de los alimentadores principales estarán basadas en la capacidad de esfuerzo térmico del cable y la duración del cortocircuito y los requerimientos de máxima demanda. La caída de tensión en los circuitos individuales estará limitado a 3%. El tamaño del conductor se incrementara para operaciones donde la caída de tensión exceda el valor especificado.

Los cables serán seleccionados de acuerdo con los siguientes calibres para cada clase de tensión:

✓ **Clase 600 V**

Cables de Control

# 14 AWG y # 18 AWG para cable de control entre CCM y DCS/PLC y cable de

control entre CCM y VFD.

Cables de energía

Multi conductor: # 12 AWG, # 10 AWG, # 8 AWG, # 6 AWG, # 4 AWG, # 2 AWG, # 1/0 AWG, # 2/0 AWG, # 4/0 AWG y 250 kcmil.

Mono conductor: 350 kcmil y 500 kcmil.

✓ **Clase 5 kV**

Cables de energía

Multi conductor: # 2 AWG, # 1/0 AWG, # 2/0 AWG, # 4/0 AWG y 250 kcmil

Mono conductor: 350 kcmil and 500 kcmil.

✓ **Clase 35 kV**

Cables de energía

Multi conductor: # 2 AWG, # 1/0 AWG, # 2/0 AWG, # 4/0 AWG and 250 kcmil

Mono conductor: 350 kcmil y 500 kcmil.

## 2.14 Métodos de cableado

- a. En general, el cableado a través de la planta no deberá hacerse en tuberías expuestas o bandejas. El cableado en bandejas deberá hacerse en túneles para cables, en racks para tuberías en control y cuartos eléctricos. Los cables directamente enterados serán usados si son especificados.
- b. Los cables de 35 KV, 5 KV, 600 V e instrumentación serán llevados en bandejas o tuberías separados y se usara separadores de cable de bandeja.
- c. Los cables de instrumentación que llevan señales análogas serán separadas del recorrido de los circuitos de energía en AC una distancia mínima de 0.3 m. El cruce a 90° será permitido pero deberá mantenerse a la distancia mínima.

## 2.15 Identificación de Conductores

- a) Como mínimo, los marcadores de cables e identificadores de cables de energía y control serán del tipo termocontraíble.
- b) En los circuitos de energía, puntos de empalmes y terminaciones se identificara los cables con cintas de uso eléctrico, adhesivas y de los siguientes colores:

Fase A	-	Negro
Fase B	-	Rojo
Fase C	-	Azul

Neutro	-	Blanco
Tierra	-	Verde o alambre desnudo

- c) Los circuitos de alumbrado no serán marcados, pero se usara el código de colores siguientes:

Fase A	-	Negro
Fase B	-	Rojo
Fase C	-	Azul
Neutro	-	Blanco
Tierra	-	Verde o alambre desnudo

## 2.16 Sistemas de Tuberías

- a) Las tuberías enterradas serán de acero galvanizado o SCH 40 tipo II PVC estarán embutidas por un dado de concreto. Se agregará al concreto color rojo para identificar las líneas eléctricas y así sean protegidas. En ubicaciones donde hay alto tránsito, el dado de concreto será de alta resistencia y reforzado con varillas de acero.
- b) El mínimo tamaño de tuberías expuestas será  $\frac{3}{4}$ " para los circuitos de energía y control y 1" para tuberías enterradas en general, los siguientes tamaños de tuberías serán usados:  $\frac{3}{4}$ , 1, 2, 3, 4, 5 y 6 pulgadas.
- c) Los accesorios de expansión de los conduit serán empleados en cada soporte de tuberías y en cada edificio, donde la tubería cruce un punto de expansión del edificio o estructura.
- d) Las mangas para tuberías serán provistas para todas las penetraciones. Para todas las penetraciones a través de paredes, techos y pisos serán sellados a prueba de polvo.
- e) Para los ductos enterrados se incluirá buzones cada 100 m o menos. Para los ductos expuestos se incluirán cajas de paso donde se requiera, de acuerdo a las siguientes reglas:
- ✓ Cada recorrido no mayor de los 50 m con tuberías mayores a cada 100 m para tuberías mayores a 6" 2".
  - ✓ No más de 02 curvas de 90° en cada recorrido.
  - ✓ La suma de todas las curvas en cada recorrido no será más de 180 °.
- f) Las conexiones flexibles de los motores e instrumentos serán de tubería flexible cubierta de PVC, resistente a la radiación ultravioleta, se usará los

apropiados accesorios.

## **2.17 Bandeja de Cables**

- a) El método preferido de cableado es el de cable en sistema de bandeja, las bandejas y sus accesorios son de acero galvanizado en caliente excepto en áreas donde exista ambiente corrosivo in en cuyo caso las bandejas serán de fibra de vidrio .en general serán tipo escalera NEMA Clase II.
- b) Las tapas están provista como son requeridas por el NEC y en cualquier parte las bandejas son cerradas en la proximidad de personal o tránsito mecanizado, tal como bandejas verticales saliendo a través del piso o bandejas horizontales próximos a escalera o pasadizos y cerca de zonas de sobre-flujo
- c) Las bandejas de cable son montadas manteniendo una distancia mínima de 0.3 m de algún otro sistema de cables o parte de estructura de forma que permita un adecuado acceso para instalación y mantenimiento.
- d) Las bandejas de cables son instaladas dando continuidad eléctrica al sistema de bandejas y soportes que sostienen al sistema
- e) El llenado de cables esta limitado al 40% y a dos niveles de acuerdo al NEC.
- f) Los cables en bandeja vertical son adecuadamente amarrados a la escalera con cintillos de amarre sintéticos no inflamables.
- g) En áreas expuestas a daño mecánico, se usa cable blindado, así como todos los materiales en áreas de despacho.
- h) Un conductor de aterramiento de cobre desnudo, cableado N° 2/0 AWG esta incluidas en todas las bandejas. Este conductor conectara eléctricamente la bandeja con la malla de tierra.
- i) Después de la instalación en la bandeja de cables, los cables son tratados con elementos retardante de fuego.

## **2.18 Aterramiento**

### **a) Subestación Principal**

Una malla a tierra diseñada de acuerdo con la IEEE 80A, será instalada en la subestación principal. Los conductores de la malla deben ser mínimo 4/0 desnudo, cobre trenzado .La malla incluye un lazo perimétrico localizado 1 m hacia fuera y rodeando el cerco de la Subestación. Los equipos grandes serán conectados a las barras de tierra en 02 puntos.

## b) Sistema de aterramiento en Planta

Una malla continua de aterramiento consiste en electrodos de control interconectados por conductores de cobre formando un sistema completo que es instalado en la malla de tierra y la subestación principal, tendrá una rejilla de tierra y agujeros perforados para las varillas de aterramiento. La capa alrededor de los agujeros puede ser tratada para reducir la resistencia entre conductor y tierra.

- ✓ Los conductores usados para interconectar los electrodos de control son de cobre desnudo, cableado de 4/0AWG de sección mínima.
- ✓ Las conexiones de aterramiento de la malla a los equipos eléctricos o gabinetes de estos equipos son de cobre, cableado con aislamiento de color verde
- ✓ El tamaño del conductor es determinado por el ajuste del dispositivo de sobrecorriente de los conductores del circuito, la sección mínima son 2 AWG.
- ✓ Las varillas de aterramiento son de 19 mm ( $\frac{3}{4}$  inch) diámetro, tipo copperweld, 3,000 mm (10 pies) de longitud mínima .Los registros de tierra son en cajas de concreto con tapas removibles que permitan el acceso a las conexiones. Las conexiones a los electrodos son tipo thermoweld.
- ✓ El tratamiento del terreno puede ser echo alrededor de los conductores de aterramiento o varillas en agujeros en el terreno. Los registros de aterramiento en planta. Los registros en planta consisten en una prolongación del agujero relleno con un compuesto especial.
- ✓ Los empalmes subterráneos y las salidas son del tipo thermoweld .
- ✓ Todos los equipos que contengan líquidos inflamables o gases sujetos a ignición por descargas estáticas son aterrados por tener uno o más pemos soldados al refuerzo prohibido de la fundación de equipos.
- ✓ Las columnas de acero del edificio y sus cimientos de acero son aterrados.

### 2.19 Alumbrado

La intensidad de iluminación es de acuerdo a lo mostrado abajo. Las recomendaciones de U.S. Illumination Engineering Society (IES) se siguen para las áreas no listadas

NOMBRE DE AREA	PROMEDIO DE NIVEL DE ILUMINACIÓN MAINTAINED	TIPO DE ARTEFACTO DE ALUMBRADO
Interiores Planta de Operaciones	320 - 450	Sodio de alta presión
Cuartos de Control Cuartos de Control ( Iluminación vertical on pantallas de control )	650 - 750	Fluorescente y/o incandescente Control de iluminación con Dimmer
Oficinas	550 – 700	Fluorescentes
Laboratorio	1100	Fluorescentes
Planta General	220	Sodio de alta presión
Cuarto de Equipos Eléctricos	430 - 550	Sodio de alta presión o fluorescente industriales
Corredores, escaleras y Transportadores de galerías	160	Sodio de alta presión o Fluorescentes
Cuarto de baños y armarios	220	Fluorescente
Exteriores de áreas de Operación Áreas de cargas exteriores Rutas , Camino angosto, y Accesos Plataformas, exteriors	110	Sodio de alta presión
Subestaciones externas y túneles	35	Sodio de alta presión
Jardines y vías	10	Sodio de alta presión

- a) Las lámparas de alta intensidad de descarga tienen balastos y arrancadores integrales para re arranque en caliente, donde sea posible incorporar compensación del factor de potencia.
- b) Las lámparas de alta intensidad de descarga tienen un dispositivo autorregulador de tensión.
- c) Los circuitos de alumbrado tienen un suministro 380/220 V, 3 fases desde los paneles de alumbrado con lámparas y tomacorrientes conectados fase – neutro 220V.
- d) El alumbrado de áreas está provistas con artefactos para ser montadas en la

parte exterior de las paredes de los edificios y en la parte superior de los postes si no hubiese edificios disponibles.

- f) Las luces interiores son controladas desde interruptores tipo paneles de alumbrado .iluminación. Las luces en oficinas y cuartos son controladas con un interruptor unipolar. Las luces exteriores son controladas con una célula fotoeléctrica.

Los circuitos de alumbrado son provistos para reducir a varios niveles de iluminación durante el día o periodos de actividad reducida.

## 2.20 Luces de Emergencia

- a) Las luces de emergencia están provistas donde se requiera, con un adecuada iluminación para la seguridad del personal y permitir con una adecuada iluminación la seguridad del personal y permitir unas evacuación segura y ordenada en un evento de falla del suministro eléctrico, pero será observado a un mínimo.
- b) Las luces de emergencia están provistas con un cargador automático autocontenido para usar con baterías libres de mantenimiento, en gabinetes apropiados para el entorno Las unidades son totalmente automáticas, de estado sólido con cargador de carga rápida a y lenta . La unidad tiene de un mínimo de 91% de la tensión nominal para todas las lámparas por 1 ½" horas. Las unidades automáticas pueden ser localizadas en atmósferas limpias con apropiados controles remotos para los ambientes en el área de procesos.
- c) Las luces de emergencias tienen incorporadas un retardo de tiempo en la restauración de energía, Para proveer iluminación durante el periodo de re arranque de las lámparas de descarga después de la caída de tensión.

## 2.21 Protección Contra Fuego en los Cuartos Eléctricos

- a) Para todos los "**Principales cuartos eléctricos** " (se define en todos los cuartos eléctricos que el fuego o pérdida de energía causa un impacto en el medio ambiente) un sistema de temprana detección y supresión de fuego con (FM-200) será incluido.
- b) Para todos los "Normal Electrical Rooms" (Cualquier cuarto eléctrico definido como no principal, como es el caso de los cuartos eléctricos de este proyecto.) contiene los siguientes componentes:
- ✓ Detectores automáticos de fuego (detector de calor tipo infrarrojo y

detectores de humo tipo fotoeléctrico) de acuerdo a las regulaciones de la NFPA

- ✓ Puntos manuales de llamada (liberar en forma manual)
  - ✓ Alarmas sonoras
  - ✓ Extinguidores de fuego portátiles CO<sub>2</sub> (15 kg) montados al lado exterior de cada puerta.
- c) Cada cuarto eléctrico tiene un **Panel local de alarma**, este panel se usa como panel de control principal y es un Siemens MXL. este panel local reporta los estados; falla del mismo equipo, y condiciones de alarma de fuego de las zonas a ser monitoreadas hacia el panel de control principal. Los paneles locales se comunican con el panel de control principal vía un confiable, veloz y robusto protocolo de comunicación (preferentemente redundante y cables de fibra óptica para evitar EMI).
- d) Los **transformadores de potencia** tienen los siguientes elementos:
- ✓ Cable térmico alrededor del transformador
  - ✓ Alarma Sonora
  - ✓ Sistema de extinción de fuego por medio de rociadores de agua.
- e) En el diseño de las subestaciones se considero paredes con una capacidad de 02 horas de resistencia al fuego estas estarán ubicadas entre los transformadores de 5 MVA y 1 MVA Estos muros cortafuegos se extenderán mas allá de los 0.3 m verticales sobre la parte mas alta de la cobertura del transformador y de su tanque conservador de aceite y a mas de 0.61m horizontalmente del ancho del transformador y de sus radiadores como es indicado en NFPA 850.

## 2.22 Línea Aérea 22.9 KV

- a) Los conductores serán de aleación de Aluminio, tipo AAAC, con una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>
- b) Las líneas de alta tensión serán diseñadas con cable de guarda.
- c) Equipos a ser usados en las derivaciones de líneas.
- ✓ Si hay una línea derivada de la línea principal (“Anillo”), será necesario considerar la instalación de un Recloser en caso de que la sección de esta línea no tenga protección diferencial, no se garantiza la coordinación con este tipo de protecciones.

- a) Los conductores serán de aleación de Aluminio, tipo AAAC, con una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>
- c) Equipos a ser usados en las derivaciones de líneas.
  - ✓ En la derivación el recloser a usar será clase 38 KV. Este equipo incluye interruptor en vacío encapsulado en polyriutano de acuerdo a los requerimientos.
  - ✓ En la línea que se deriva de una línea secundaria será necesario considerar la instalación de un pararrayos de acuerdo con el siguiente criterio:
    - Si la línea es menos de 200 m se requiere la instalación de un pararrayo en el punto de derivación.
    - Si la longitud es igual o mayor a 200 m se requiere la instalación de 02 pararrayos uno a ser instalado en el punto de derivación y otro en el fin de línea
    - En el mismo caso, dos (2), cut –out serán instalados, uno en el punto de derivación y otro en el fin de línea.
- d) En el diseño de líneas los postes son de concreto, a excepción en situaciones especiales donde los postes de madera serán usados.
- e) Los Cut-outs en postes son de una altura de 6.5 m. sobre el nivel del piso para facilitar la operación de acuerdo con los estándares de los recientes proyectos.
- f) Las derivaciones de una línea existente siempre se realizaran de un poste (principal o secundaria).
- g) Para subestaciones con transformadores de distribución y Centro de Control de Motores se consideraran cercos eléctricos de acuerdo al estándar MY-0000-2-10-001
  - ✓ Señales de advertencia (letreros) están instaladas donde las líneas cruzan los accesos. Estos letreros están indicados en “ESTANDAR SOBRE PROTECCIONES DE LINEAS AEREAS” de MYSRL.
  - ✓ Los pararrayos de 24.4 kV MCOV están instalados en la transición entre la línea aérea con los cables aislados 35 kV y viceversa.

### 2.23 Espacios de Trabajos en Cuartos Eléctricos

Accesos suficientes y espacios de trabajos están provistos y mantenidos para todos los equipos eléctricos para permitir una fácil y segura operación y mantenimiento de cada equipo.

La mínima distancia libre será acordada con la siguiente tabla:

Tensión nominal (volts)	Mínimo espacio libre para trabajo (mm)
0 - 480	1,300
4,160	1,600
22,900	2,800

### 2.24 Baterías y Cargadores de Baterías

- a) Baterías libre de mantenimiento 125 VDC y cargadores de baterías serán provistas para control de interruptores de media tensión de 22.9 KV y 4.16 KV.
- b) Baterías y cargadores de baterías están localizadas en los cuartos eléctricos.
- c) Las baterías están diseñadas para 02 horas de operación después de la falla con una caída máxima del 10%.
- d) Cada batería se carga con un cargador individual de estado sólido, el cual capaz de alimentar en forma normal a la carga DC y la plena carga de la batería se realizará al menos en 08 horas. El sistema DC está aislado de tierra y incluirá protección de sobrecorriente, alarma por desequilibrio en la tierra y alarma de baja tensión. Las alarmas son independientes del cargador.
- e) La protección de sobrecorriente está provista con interruptores de caja moldeada. Los fusibles son permitidos solo en ubicaciones de muy alta corriente de corto circuito.

### 2.25 Sistema de Energía Ininterrumpible

El suministro de energía por UPS para el control de la planta está ubicado en el cuarto eléctrico.

En orden a proveer la posibilidad de mantenimiento del UPS la configuración principal considera un interruptor de transferencia que alimenta la carga normal del UPS (normal) desde la fuente convencional o desde una fuente en standby. Este switch tiene mando manual (por operador) y automático

(cuando falte la energía).

#### a) Criterio para salida del UPS

La tensión de salida es regulada automáticamente con  $\pm 2\%$  de la tensión nominal.

La tensión de salida es estable con  $\pm 1\%$  del valor nominal de 60 Hz cuando el inversor no está sincronizado a la línea externa en AC.

La transferencia automática entre UPS y la fuente de potencia alternativa es alcanzada en no más de 1/4 ciclo desde la interrupción de potencia teniendo una base de 60.

#### b) Baterías y Cargadores

Las baterías están dimensionadas para llevar la carga del inversor al 100% por 30 minutos, la operación no debe pasar de los 35 °C de temperatura ambiente.

Los cargadores de batería están dimensionados para recargas baterías totalmente descargadas, en no más de 8 horas, después el UPS suministrara el 100% nominal de la carga de salida.

#### c) Alarma Local y Remota

El Sistema UPS está equipado con un panel de alarma local con contactos secos para las siguientes alarmas críticas:

- ✓ Carga y fuente alternative Load on Alternate Source
- ✓ Sistema de baterías
- ✓ Barra a tierra DC
- ✓ Sistema de sobretemperatura
- ✓ Bajo y alta tension DC de batería
- ✓ Pérdidas del inversor

### 2.26 Sistema de Tomacorrientes

#### a) Tomacorrientes de Planta 480V

- ✓ Los tomacorrientes de 480V son trifásicos de 04 alambres, 60 A 480 V Standard IEC 309, IP 67 grado de protección, color negro e instalado en ubicaciones convenientes a no mas de 50 m de las estructuras de procesos o áreas en las que se requiera unidades portátiles.
- ✓ Los tomacorrientes de 480V son del mismo tamaño y valor nominal. El polo de aterramiento de cada tomacorriente son conectados solidamente y

permanentemente al sistema de aterramiento de planta.

- ✓ Un máximo de 04 tomacorrientes son conectados a un alimentador. El cable del alimentador será dimensionado basado en un factor de demanda de 0.4.
- ✓ Para cada alimentador se considera una protección diferencial de 30 ma.

#### **b) Tomacorrientes de planta 220 V**

- ✓ Los tomacorrientes de 220V son de una fase, 03 alambres, 30 amperes, estándar IEC 309, IP 67 grado de protección, color azul localizado próximo a un tomacorriente de 480V en el mismo soporte.
- ✓ El polo de aterramiento para cada tomacorriente está solidamente y permanentemente conectado al sistema tierra a través de una tubería o de un alambre separado.
- ✓ Los tomacorrientes instalados en áreas clasificadas son del tipo selladas en fábrica.
- ✓ Un máximo de 06 tomacorrientes son conectados a 01 alimentador, este alimentador tendrá un rele diferencial de 30 ma.

#### **c) Tomacorrientes 220 Volts Oficinas**

- ✓ Los tomacorrientes 220 volt son de 01 fase, 3 alambres, 10 amperios y de color blanco.
- ✓ El polo de tierra de cada tomacorriente está solidamente y permanentemente conectado a tierra a través de la tubería o de un alambre separado.
- ✓ Un máximo de 06 tomacorriente está conectado a un alimentador .Este alimentador tiene un relé diferencial de 30 ma.

#### **d) Tomacorrientes 120 Volts Oficinas, cuartos de control y laboratorios.**

- ✓ Los tomacorrientes de 120 volt son de 1 fase, 03 alambres y 10 amperios y de color rojo.
- ✓ Un máximo de 06 tomacorrientes están conectados a un alimentador .El alimentador considerara un relé diferencial de 30 ma.

### **2.27 Requerimientos de Diseño de Instrumentación**

- ✓ La selección y utilización de instrumentos será determinada por el análisis del proceso involucrado y los requerimientos de medición y control, como se indica en los P&ID's (Diagramas de Proceso e Instrumentación).
- ✓ La calidad y tipo de la instrumentación suministrada, es el normalmente estándar del fabricante, que satisfaga los requerimientos del proyecto.

- ✓ La simbología y nomenclatura de los P&ID's es sacada del estándar ISA S5.1 titulado "Instrument Symbols and Identification" y el estándar ISA S5.3 titulado "Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems."
- ✓ Para asegurar responsabilidades, los proveedores de paquetes proporcionaron toda la instrumentación y sistema de control asociados a estos.
- ✓ El diseño de instrumentación se adecuó para la fabricación, las pruebas y puesta en servicio de los equipos y componentes fuera del sitio de construcción. Los trabajos de construcción locales fueron minimizados.
- ✓ Para el diseño de instrumentos se utilizó y especificó equipos de última tecnología y diseño consecuente con el costo, fiabilidad, seguridad y exigencias.

## 2.28 Códigos y Estándares para Instrumentación

Las publicaciones listadas más abajo forman parte de este criterio. Cada publicación estará en su última revisión para efectos del día en que este criterio sea usado para diseño, a menos que se diga lo contrario. Excepto modificaciones por requerimientos especificados aquí o en detalles de planos, el diseño incluido en este criterio estará conforme a lo estipulado en estas publicaciones.

- ✓ **ANSI** American National Standard Institute.
- ✓ **ASME** American Society of Mechanical Engineers.
- ✓ **EIA** Electronics Industries Association Standards.
- ✓ **FM** Factory Mutual
- ✓ **IEC** International Electro-technical Commission.
- ✓ **IEEE** Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- ✓ **ISA** Instrument Society of America.
- ✓ **ISO** International Standard Organization.
- ✓ **ITU** International Telecommunications Union.
- ✓ **NEC** National Electric Code.
- ✓ **NEMA** National Electrical Manufacturer's Association.
- ✓ **NFPA** National Fire Protection Association.
- ✓ **OSHA** Occupational Safety and Health Administration.
- ✓ **PIP** Process Industries Practices.

- ✓ **UL** Underwriters Laboratories Standard.
- ✓ **NRC** Nuclear Regulatory Commission

Las definiciones usadas en este criterio y hojas de dato adjuntas estarán de acuerdo a los siguientes estándares:

- ✓ **ISA S5.1** "Instrument symbols and Identification"
- ✓ **ISA S37.1** "Electrical Transducer Nomenclature"
- ✓ **ISA S50.1** "Compatibility of Analogue Signals for Electrical Industrial Process Instruments"
- ✓ **ISA S51.1** "Process Instrumentation Terminology"
- ✓ **DS-046-2001** Decreto Supremo: "ENERGÍA Y MINAS"

En caso de existir discrepancias entre este criterio y los códigos o estándares aplicables, estos últimos se reemplazarán y el vendedor informará por escrito de tales discrepancias.

## **2.29 Ambiente de Operación**

### **a) Condiciones de Operación**

Las condiciones de operación en terreno están descritas en el documento N° 4635-5-SPC-001 titulada "General Site Conditions".

La instrumentación está diseñada y fabricada para el ambiente donde se instaló y para condiciones de funcionamiento continuo, en un servicio de 24 horas por día, 365 días por año, con un mínimo de vida útil de 5 años para todos los equipos e instalaciones.

### **b) Suministro de Energía, Aterrizamiento y Ruido Eléctrico**

Los instrumentos, radio-modems, analizadores y cualquier equipo relacionado con redes de comunicación industrial está alimentado con 120 VAC, 60 Hz desde una UPS, con +/-2% de variaciones de frecuencia y voltaje.

La alimentación de corriente alterna para consolas de operación, PC's, servidores, impresoras, equipos de circuito cerrado de televisión y equipos de telecomunicación será alimentado con 120 VAC, 60 Hz desde una UPS, con +/-10% de variaciones de voltaje y +/- 2% de variaciones de frecuencia.

Todos los instrumentos y equipos que requieran alimentación eléctrica tienen una luz indicadora de energía presente.

El neutro, tierra eléctrica, tierra de sistema de control y tierra de equipos de telecomunicaciones está conectada a una sola grilla de tierra de protección, como

se indica en la norma IEC 61000-5-2 ("Electromagnetic Compatibility: Installation and Mitigation Guidelines and Grounding and Cabling"), por un conductor aislado de 70 mm<sup>2</sup>.

### 2.30 Equipos e Instrumentación

Equipos y paneles ubicados en el interior de salas eléctricas y salas de control tiene un grado de protección NEMA 12 ó IP56.

La instrumentación y equipos de terreno que operarán en condiciones no clasificadas al aire libre tienen un grado de protección NEMA 4X o IP67.

Todos los transmisores y equipos instalados en áreas de proceso tienen un techo protector para prevenir la acumulación de polvo, derrames de agua o químicos. El techo también se usa para proteger instrumentos sensibles de recalentarse por el sol o evitar el efecto de los rayos ultravioleta.

La instrumentación suministrada con equipos mayores, como compresores y accionamientos, que estén fuera de la plataforma de montaje esta dispuesta por el vendedor del equipo. Las partes sobre la plataforma de montaje en sistemas de cañerías previamente instaladas e ítems conectados directamente sobre o en el equipo esta dispuestas por el fabricante de acuerdo a este criterio. La instrumentación que forme parte de un equipo mayor será identificada en los P&ID's e incluida en el listado de instrumentos. Los instrumentos que formen parte de equipos mayores son consistentes con lo dispuesto para el proyecto. La instalación de instrumentos considera accesos fáciles para propósitos de mantención, incluyendo instalaciones de montaje.

### 2.31 Requerimientos Generales

Los siguientes requerimientos generales que fueron considerados cuando se diseñen los instrumentos y equipos de control.

#### 1 Sistema de Unidades

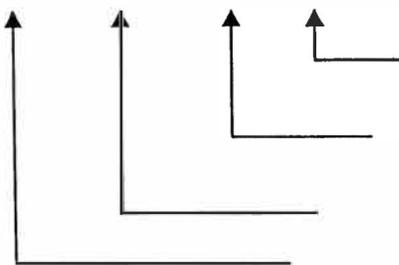
Las unidades de medida que son usadas para las variables listadas son las siguientes:

- ✓ Análisis : ppm, g/l, %
- ✓ Corriente : Amperes (A)
- ✓ Conductividad : MicroSiemens per cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
- ✓ Distancia : Metros (m)
- ✓ Densidad :  $\text{gr}/\text{cm}^3$

- ✓ Flujo Volumétrico (líquidos) : m<sup>3</sup>/h
- ✓ Nivel : 0 - 100%
- ✓ pH : Adimensional
- ✓ Peso : Tonelada Métrica
- ✓ Presión : kPa / psi (dual)
- ✓ Energía : kWh
- ✓ Torque : 0 - 100%
- ✓ Velocidad : 0 - 100%
- ✓ Voltaje : Volt (V)
- ✓ Temperatura : Grados Celsius (°C)

## 2 Identificación de instrumentos

AAAA-BB CC DDD



Identificación del número de lazo.

Identificación del número de área.

Identificación del año del proyecto.

Identificación de la función de acuerdo a recomendaciones ISA 5.1.

## 3 Marcación de Instrumentos y equipos

### Instrumentos

Cada instrumento está identificado con una etiqueta de acero inoxidable 316 estampada con el número de instrumento asignado. La etiqueta está fijada al instrumento con alambre de acero inoxidable. El tamaño de la etiqueta no podrá ser más pequeño que 80mm x 25mm (Ancho x Alto) con caracteres de 4mm de alto.

### Paneles y cajas de unión

Cada panel de control, panel de regletas y cajas de unión está identificado con una etiqueta de lamacoid. La etiqueta está fijada con tornillos de acero inoxidable y debe ser removible. La etiqueta tiene aproximadamente 140mm de ancho por 60mm de alto con fondo negro y letras blancas de 6mm de ancho por 8mm de alto. La etiqueta contiene 4 líneas, la línea superior esta reservada para el número de equipo y las otras tres inferiores para la descripción. Las descripciones de equipos están en español.

## 2.32 Requerimientos Técnicos

Todos los instrumentos suministrados son de tecnología de punta y son probados en aplicaciones que funcionan en instalaciones similares.

Todos los dispositivos están diseñados con protección contra vibraciones y para las condiciones meteorológicas descritas en el documento N° 4635-5-SPC-001 que se titula "General Site Conditions".

Los transmisores de instrumentos y dispositivos de control son inteligentes con microprocesadores y protocolo de comunicación HART. Instrumentos análogos convencionales (4-20 mA) solo podrán ser suministrados en casos especiales y solo después de recibir la aprobación de Minera Yanacocha.

Los instrumentos suministrados proporcionan un servicio continuo, 24 horas por día, 365 días por año, en ambientes polvorientos y contaminados con agentes químicos.

Los instrumentos inteligentes poseen batería de respaldo de modo que en caso de corte de energía ellos pueden retener su información de configuración. Las baterías tienen la capacidad de proporcionar memoria de respaldo al menos durante un año.

La instrumentación electrónica instalada en áreas clasificadas son del tipo intrínsecamente segura con barreras intrínsecamente seguras instaladas en los gabinetes de entradas/salidas.

Todos los instrumentos están calibrados en fábrica de acuerdo con la información listada en la correspondiente hoja de datos. Cualquier dispositivo especial requerido para realizar la calibración del instrumento debe ser identificado e incluido en el alcance del suministro.

Los instrumentos deben ser suministrados con los accesorios necesarios requeridos para su adecuada instalación de acuerdo a lo descrito en la hoja de datos y/o lo indicado en el detalle de instalación. Todas las conexiones eléctricas serán 3/4" NPT ó 1/2" NPT.

Se suministraron transmisores para evitar los interruptores en terreno. El método para obtener interruptores es utilizar un transmisor HART para medir la variable de proceso en terreno (flujo, nivel, presión, pH, temperatura, etc.) e introducir esta señal al sistema de control donde el programa comparará el valor de la variable con un punto límite para determinar el estado de un bit lógico

(interruptor). El interruptor de terreno debe tener dos contactos de salida del tipo SPDT, con una capacidad mínima de 5 amperes a 120 VAC y 60 Hz.

Todos los contactos digitales están alambrados a las entradas del sistema de control de tal manera que el contacto en estado normal (no-detención, no-alarma) este cerrado y abra para señalar una condición de alarma o detención. Los requerimientos de voltaje son 120 VAC para aquellos instrumentos que necesiten energía en terreno.

Los transmisores deben ser inmunes a interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia. Cada transmisor es capaz de funcionar con equipos de VHF/UHF en operación, con 5 Watts de potencia y ubicados a un metro de distancia.

La presión de aire de instrumentación disponible para instrumentos neumáticos y válvulas de control regulatorio y apertura/cierre será de 550 kPag (80 psig).

Instrumentos que requieran presión de aire constante son suministrados con un conjunto de filtro regulador con manómetro en la salida. Los tubos para instrumentación deben ser de acero inoxidable 316 con un diámetro exterior de ½" y 0,035" de espesor pared.

Instrumentos para medición de temperatura están instalados en termopozos. Los termopozos instalados sobre cañería metálica son roscados y los instalados sobre cañería de HDPE deberán ser enflanchados. Las termoresistencias (RTD's) tendrán 3 hilos y serán de platino 100 Ohms.

Todos los instrumentos con conexiones a proceso tendrán válvulas de aislamiento instaladas entre el instrumento y el proceso.

Los instrumentos que conectados a sistemas de alta presión (> 1031 kPag (150 psig)) deberán incluir, además de la válvula de bloqueo para aislar el instrumento de la fuente de presión, válvulas de purga para aliviar la presión en la línea de proceso. En aplicaciones de presiones muy altas (>3000 kPag) se usa cañería soldada.

Todos los instrumentos están conectados de tal manera que puedan ser removidos del servicio sin interrumpir o detener el proceso.

Todos los indicadores y transmisores de presión están provistos de amortiguador de pulsos de presión.

Los instrumentos conectados a líneas de proceso que contengan soluciones con más de 5% de sólidos en suspensión tienen un diafragma de aislamiento entre el elemento sensor del instrumento y el proceso.

Las válvulas de control están dimensionadas conforme a los estándares ISA S39.1 e ISA S39.3.

Las válvulas de control son provistas con válvulas de aislamiento y cuando sea práctico con líneas alternativas para permitir el retiro y reemplazo de la válvula de control sin interrumpir el flujo de proceso. El flujo por el trayecto alternativo es controlado manualmente mientras la válvula de control es reparada y reemplazada.

Los actuadores de válvulas de control son neumáticos, diafragma o pistón, diseñados para trabajar a un rango de presión de control de entre 3 y 15 psig. salvo indicación contraria. Actuadores del tipo eléctrico se usan en circunstancias especiales cuando el suministro de aire no esté disponible. Todas las válvulas abrir/cerrar serán equipadas con interruptores de límite de carrera (abierta/cerrada). Los interruptores son del tipo inductivos de proximidad o de contacto.

### **2.33 Instrumentos de Medición de Flujo**

Dado el flujo que el proceso involucre, las siguientes tecnologías deben ser utilizadas preferentemente:

- ✓ Medidores de desplazamiento positivo son utilizados en aplicaciones donde los flujos requieran de exactitud y totalización con indicador local.
- ✓ Medidores de flujo magnético se pueden utilizar para caudales donde el fluido es conductivo ( $>20 \mu\text{S/cm}$ ), donde la presión y/o la temperatura varíen, y donde la pérdida de carga deseada sea baja. Las líneas donde se instalen los medidores aseguran cañería llena. La medición de flujo de líquidos se hace con medidores de flujo magnético.
- ✓ El medidor de flujo magnético se debe instalar con 5 diámetros de cañería aguas arriba y 3 diámetros de cañería aguas abajo de cañería recta, libre de cualquier instalación o accesorio (codos, reducciones, etc.) que pueda producir turbulencias o líneas de flujo asimétricas. El requisito de cañería recta se extenderá a 8 diámetros cuando el medidor de flujo esté instalado después de una bomba o de una válvula de control. Los medidores de flujo

deben proporcionar detección de flujo cero y totalización.

- ✓ La especificación del material de los electrodos debe estar enfocada a la corrosión iónica, química y galvánica producida por las corrientes circulantes. El daño producido por las corrientes circulantes debe ser prevenido por el uso apropiado de soportes de puesta a tierra de manera que los electrodos y el fluido permanezcan aproximadamente al mismo potencial eléctrico. El daño por corrosión iónica debe ser prevenido utilizando electrodos especiales (Platino o Tantalio).
- ✓ Medidores de flujo térmicos pueden utilizar para medir caudales de aire.
- ✓ Medidores de flujo de otros tipo (por ejemplo, placas orificio, sónicos, ultrasónicos) pueden ser utilizados donde otros tipos no son los más apropiados.

### **2.34 Instrumentos de Nivel**

- ✓ Dependiendo de la aplicación, las siguientes tecnologías son preferidas:
- ✓ Medidor de nivel tipo radar, al elegir el tipo y rango de frecuencia son tomados en cuenta los siguientes aspectos: el alcance deseado de la medida, cualquier interrupción en la superficie del líquido, tales como polvos, gases, espuma, etc. El tipo de tanque y el tipo de instalación son considerados.
- ✓ El diseño de la instalación elimina cualquier interferencia entre la antena de la microonda que transmite y la superficie del líquido.
- ✓ En general este tipo de instrumentos es usado en tanques cerrados con presencia de polvos o gases.
- ✓ Medidor de nivel ultrasónico, en general este tipo de instrumentos es utilizado para medir nivel en tanques abiertos, en bombas de pozo y donde la espuma, polvos, gases y condensación no estén presentes.

### **2.35 Instrumentos de Temperatura**

- ✓ Termo-pozos para uso general, elementos de resistencia, termómetros bimetalicos, servicios de prueba de temperatura, son construidos con capacidad de intercambio para todas las aplicaciones estándares. El material de construcción será mínimo acero inoxidable ANSI 304. Otros materiales podrán ser especificados según los requerimientos especificados para las cañerías
- ✓ Las RTD's (Resistance Temperature Detectors) son utilizadas en aplicaciones

donde se requiera un rango angosto y alta exactitud. Se utilizará un sistema de 3 alambres con termo resistencia de Platino, 100 Ohm a 0° Celsius.

- ✓ Termómetros de dial son normalmente de tipo bimetálico sellado, sin reset y para trabajo pesado. Diales de 3 pulgadas de diámetro serán usados en servicios de lubricación para equipos mecánicos o otros servicios auxiliares.
- ✓ Las termocuplas son tipo J o K con cable se compensación.

### **2.36 Instrumentos de Presión**

- ✓ Los transmisores de presión son electrónicos (tipo piezoeléctrico), con indicador integrado o con tubo capilar dependiendo si la indicación tiene acceso directo o no.
- ✓ Los sensores de presión son normalmente de acero inoxidable ANSI 316 o Ni-Span C.
- ✓ Instrumentos para presión diferencial son normalmente llenados con líquido, tipo piezoeléctrico, otros tipos serán analizados de acuerdo a requerimientos.
- ✓ Los indicadores locales de presión son tipo Bourdon, con mecanismo de acero inoxidable, rellenos con glicerina y conectados a proceso con rosca macho ½" NPT. Los tamaños para el dial son como sigue:
  - Montaje local            2½" ó 4½" (dependiendo de la aplicación)
  - Actuadores para válvula            1½" a 2½"
  - Válvulas Controladoras de Presión            1½" a 2½"
- ✓ Instrumentos de presión instalados en soluciones con más de 5% de sólidos en suspensión deberán tener un sello de diafragma.

### **2.37 Válvulas de Control y Posicionadores**

- ✓ El material del cuerpo y la capacidad estarán de acuerdo con las especificaciones de cañerías.
- ✓ Todas las válvulas de control deberán considerar conexión bridada a menos que sea prohibitivo por las especificaciones de cañerías. Conexiones roscadas pueden ser utilizadas en reguladores autónomos pequeños donde las especificaciones de cañerías lo permitan.
- ✓ El tamaño mínimo del cuerpo de las válvulas de control es de ½". Tamaños como 2 ½" y 5" no son utilizados. El tamaño del cuerpo no podrá ser menor que 2 tamaños de cañería más pequeña que la línea. Válvulas para servicio apertura/cierre (no regulatorio) serán normalmente del tamaño de la línea.

- ✓ El tipo y tamaño de la válvula es seleccionado considerando factores tales como costo, condiciones de diseño y operación, fluido que maneje, capacidad requerida, ruido, cavitación y cualquier otro requerimiento especial. Para servicios generales, los siguientes tipos serán considerados: globo, bola, mariposa y otros tipos como diafragma, cuchillo o Pinch.
- ✓ El trim de la válvula es mínimo de acero inoxidable, endurecido para servicios erosivos. Condiciones severas de servicio pueden recomendar el uso de otro material.
- ✓ Los actuadores de las válvulas serán con resorte y tipo diafragma o pistón. Actuadores eléctricos o electro hidráulicos serán considerados en casos especiales. Los actuadores serán dimensionados para señales de 3 a 15 psig, a menos que el actuador estándar más grande sea inadecuado, en ese caso se utilizará posicionador con resorte de 6 a 30 psig. Actuadores de pistón serán utilizados cuando los actuadores de diafragma no puedan desarrollar suficiente fuerza para operar la válvula, o si la disponibilidad de espacio para instalar el sobre tamaño de la parte superior del diafragma es insuficiente, o el diafragma tiene una carrera muy corta. Actuadores tipo pistón que no posean resortes y los cuáles requieran para falla segura, serán equipados con válvula neumática (trip valve), estanque acumulador, cañerías y componentes necesarios para reemplazar la pérdida de presión de aire del suministro normal al actuador.
- ✓ Las válvulas de control de apertura/cierre (no regulatoria) son suministradas con dos interruptores de límite para indicación local y remota de la posición abierta o cerrada del pistón.
- ✓ Las válvulas de bloqueo son normalmente de puerta completa. Cuando las válvulas de control son más pequeñas que el tamaño de la línea, las válvulas de bloque serán un tamaño más pequeñas que la línea. En ningún caso la válvula de bloque será más pequeña que la válvula de control.
- ✓ Las válvulas de compuerta para pulpas deben tener funcionalidad de limpieza exterior.
- ✓ Las válvulas para limpieza en líneas de pulpa son tipo compuerta con o sin funcionalidad de limpieza exterior.
- ✓ Las válvulas de las líneas alternativas (bypass para propósitos de

mantención) deben tener una capacidad por lo menos igual al Cv calculado de la válvula de control pero no mayor a dos veces el Cv seleccionado de la válvula de control.

- ✓ Todas las válvulas de control deben considerar volante manual salvo indicación contraria. Donde se use, el volante estará conectado en forma continua al lado de la válvula.
- ✓ Válvulas reguladoras de presión (PCV) serán suministradas con manómetro en la entrada y en la salida.
- ✓ Todas las conexiones eléctricas tienen un grado de protección NEMA 4.

### **2.38 Dispositivos de Relevo de Presión**

- ✓ Válvulas de seguridad y de descarga serán normalmente del tipo actuada por resorte directo. Otros tipos de válvulas puede ser considerado para aplicaciones especiales.
- ✓ Todas las válvulas de seguridad y de descarga, de diámetro mayor que 1", están equipadas con brida. La capacidad mínima será ANSI 150#.
- ✓ El material del cuerpo y capacidad están conforme a las especificaciones de cañería como mínimo. Los resortes serán de acero carbono, acero al tungsteno o acero inoxidable 316.
- ✓ Válvulas de bloqueo puerta completa normalmente no serán instaladas en la entrada o salida de los dispositivos de relevo de presión. Cuando se dispongan, serán para propósitos de inspección o reparación, y estarán selladas o bloqueadas durante la operación normal en posición abierta.

### **2.39 Interruptores de Proceso y Solenoides**

Interruptores para sistemas de alarma y enclavamiento son usados sólo para aplicaciones on/off. Los contactos de los interruptores serán especificados secos con doble-polo y doble-tiro (DPDT), a menos que se indique lo contrario. La capacidad de los contactos será de 5 Amperes a 120 VAC, 60 Hz.

Interruptores de nivel para arranque/detención de bombas de sumidero son normalmente del tipo ultrasónico. Interruptores para detección de nivel bajo de la pila de almacenamiento, son tipo nuclear con principio de detección por centelleo. Interruptores de nivel para otras aplicaciones pueden ser de otro tipo como los descritos para aplicaciones en transportadores (ver punto J-8).

Interruptores de presión para conexión directa a proceso, y para servicio

de uso general, normalmente son del tipo tubo Bourdon o diafragma con materiales y accesorios adecuados para el servicio, según se especifica en el punto D. Ellos cumplen con los requerimientos de clasificación eléctrica y tendrán micro-interruptores.

Interruptores de temperatura locales son del tipo sistema de bulbo lleno o tipo bimetálico. Ellos cumplen con los requerimientos de clasificación eléctrica y tendrán micro-interruptores. Los interruptores son completamente ajustables.

Interruptores de flujo tipo área variable son usados para detectar flujo cero en la alimentación de agua de sello a las bombas que la requieran. Otros tipos son considerados si es apropiado, dependiendo del valor del flujo, del tamaño de la cañería, exactitud requerida, etc. Se pueden considerar interruptores de flujo en base a dispersión térmica, desplazamiento, etc.

Válvulas solenoides son usadas como pilotos para actuar otros instrumentos conectados directamente a fluidos de proceso, por ejemplo para controlar la adición de agua de sello para bombas. Cuando se requiera instalaciones al aire libre, ellas cumplirán con la clasificación de área y poseerán una protección de tipo NEMA 4X. Los solenoides se alimentarán en 120 VAC, 60 Hz.

El cuerpo de las válvulas solenoide siguen las especificaciones de cañerías cuando se instalen en líneas de proceso. Materiales como bronce o aluminio no serán utilizados, a menos que se indique lo contrario.<sup>40</sup>

#### **2.40 Cables de Instrumentos**

En general dependiendo del uso, los cables están divididos en los siguientes grupos:

Cables de instrumentación: usados para señales 4-20mA, HART y convencionales, señales de RTD's, termocuplas y señales de pulso en corriente continua. Los cables de instrumentación consistirán de pares o triadas. Cada conductor es de #16 AWG para pares o triadas individuales y #18 AWG para multi-pares o multi-triadas con una chaqueta de PVC de aislación para 300 VAC y con cable de drenaje. Cada par está numerado y cada par consistirá de un cable negro y otro blanco. Cada par debe ser 100% blindado envuelto con una cinta con alambre de tierra desnudo.

Cables de extensión para termocuplas consisten de un par de cables con

una chaqueta de PVC de aislación para 300 VAC.

Cables de suministro de energía fueron multi-conductores 14 AWG, con conductores de 7 hebras sin blindaje y con una chaqueta de PVC de aislación para 600 VAC.

Cables de comunicación tales como Coaxial o fibra óptica, deben ser especificados de acuerdo a la aplicación. Cuando se requieran cables redundantes, estos serán puestos en rutas diferentes entre las terminaciones.

Los cables cuentan con terminales para su conexión a la bornera. Éstos son de tipo tubular, en donde el cable ingresa para ser prensado. La punta del terminal permite su aplanamiento por la acción de la bornera a modo de evitar forzarla, impidiendo que ésta se ruede.

#### **2.41 Sistema de Detección de Incendios**

Un sistema de alarmas contra incendio (FAS) monitorea y alarma todos los edificios especialmente las salas eléctricas y de control. El diseño incorpora las regulaciones de la NFPA para plantas industriales.

El sistema consiste de paneles de control programables, ubicados en el interior de cada sala. Estos paneles deben reportar a la estación de control principal instalada en sala principal del Sistema de Detección de Incendio vía red de comunicación dedicada. Esta estación está basada en PC con pantalla gráfica a color y un software diseñado para monitorear alarmas, supervisar problemas y percibir cualquier otro evento detectado y reportado por paneles locales autónomos las alarmas de incendio.

Las siguientes entradas de dispositivos detectores y salidas de dispositivos de actuación están conectadas a panel local de alarmas de incendio:

- ✓ Detectores de humo fotoeléctricos para instalación en el cielo de las salas eléctricas y detectores tempranos de humo para equipos eléctricos.
- ✓ Puntos de llamada a alarma manual. Uno o dos dependiendo del tamaño de la sala.
- ✓ Interruptores de flujo o presión, para monitorear la capacidad de los cilindros extintores.
- ✓ Dispositivos como bocinas y luces estroboscópicas. La cantidad estará definida por la norma NFPA 72 y UFC.
- ✓ Los dispositivos detectores y anunciadores que sean instalados en zonas de

riesgo deberán ser a prueba de explosión o conectados con barreras intrínsecamente seguras a los paneles de control.

El sistema de alarmas contra incendio cubren las siguientes áreas:

- ✓ Oficinas administrativas
- ✓ Laboratorios
- ✓ Salas de control
- ✓ Salas eléctricas
- ✓ Almacenes
- ✓ Talleres

## **2.42 Salas de Control**

Las salas de control con estaciones de operación (OWS) se ubican en las áreas de proceso. Las salas de control son el punto de control para la operación y monitorearán la instrumentación y los controles necesarios para operar las áreas de proceso así como otros procesos auxiliares que requieran la operación de control centralizada.

Las salas de control son presurizadas y acondicionadas con aire para mantener una temperatura entre los 20°C y los 24°C y una humedad relativa entre el 40% y 50%. La entrada a las salas de control tendrá un diseño de doble puerta. Proporcionará atenuadores para reducir los niveles de ruido a menos de 60 días.

Las salas de control incluyen espacio para escritorios y sillas.

El diseño de salas incluyen tamaños de puertas que permitan la entrada de las consolas de operación, paneles de control y otros equipos.

Las salas de control están ubicadas estratégicamente para proporcionar acceso a las áreas de operación y donde se requiera, proporcionará visibilidad de equipos en áreas críticas o áreas de operación.

La iluminación de las salas de control es con fluorescentes fijos montados a ras de cielo o en bajo relieve con paneles difusores, aproximadamente de 650 a 750 lux de iluminación mantenida promedio con controles de atenuación, de acuerdo al criterio de diseño eléctrico 000.265.65001.

Las salas de control utilizan piso falso donde sea posible y practicable.

El diseño de las salas de control considera espacio suficiente para permitir que las estaciones de operación sean accesibles por la parte frontal y posterior.

## **CAPÍTULO III FILOSOFÍA DE CONTROL**

### **3.1 Sistema de Control**

#### **3.1.1 Aspectos Generales**

El sistema de control está basado en PLC. Estos PLC's controlan el proceso en las piscinas y estaciones de bombeo de la etapa 10, en la zona de solución estéril desde Pampalarga y en la operación de las bombas de adición de Cianuro en la planta de columnas de carbón de Carachugo.

El sistema está compuesto por cuatro controladores lógicos programables PLC's, de marca Allen-Bradley. El primero es denominado 1127-LC-13001 y está ubicado dentro de la sala eléctrica 1127-ER-13001, a un costado de las estaciones de bombas de la etapa 10. Este PLC tiene otro gabinete remoto llamado 1150-LC-13001, instalado dentro del centro de control de motores 1150-MC-13001 a un costado de la piscina de aguas de tormenta. El tercer PLC llamado 1270-LC-13001 está ubicado en la sala eléctrica 1270-ER-13001 en Pampalarga. Además, un cuarto PLC existente 1289-LC-12001 controla la operación de las bombas de adición de Cianuro Sódico en la planta de columnas de carbón de Carachugo, y recibe la señal de un interruptor de presión en la cañería de solución rica que llega desde la etapa 10.

Los PLC's controlan el arranque y la detención de los equipos asociados, así como también los lazos analógicos, los cuales obedecen a referencias o setpoints suministrados, ya sea por operador o proveniente de cálculos internos. Otras labores son detectar alarmas y comunicarlas al operador, y arrancar y/o detener automáticamente dispositivos en base a señales de proceso, es decir, controles y enclavamientos.

La interfase del sistema de control con el operador o (MMI) consiste en consolas de operación existentes, ubicadas en la sala de control 1292-ER-12071 de la planta de columnas de carbón de Carachugo y un panel local PanelView instalado en la puerta de acceso al gabinete de PLC 1127-LC-13301. Desde

estas MMI's es posible visualizar y monitorear las señales analógicas, el estado de los diferentes equipos (Funcionando/Detenido/Falla), el estado de activación de los enclavamientos y alarmas, modificar setpoints y parámetros de cada controlador, según corresponda en cada caso.

### 3.1.2 Arquitectura del Sistema de Control

Como se mencionó, el sistema de control está constituido por tres nuevos gabinetes de PLC y uno existente: 1127-LC-13001, en la sala eléctrica 1127-ER-13001; 1150-LC-13001 en el centro de control de motores 1150-MC-13001; 1270-LC-13001 en la sala eléctrica 1270-ER-13001; y el existente 1289-LC-12001 en la sala eléctrica 1292-ER-12051 de la planta de columnas de carbón de Carachugo.

El gabinete 1127-LC-13001 controla su gabinete remoto 1150-LC-13001 a través de un enlace CONTROLNET REMOTE I/O de fibra óptica, además se comunica a través de una conexión Ethernet con el PLC 1289-LC-12001 existente en Pampalarga y con el nuevo PLC 1270-LC-13001, ambos conectados al anillo principal de fibra óptica a través de switches Ethernet independientes.

Una figura detallada de este enlace se ilustra en los planos de interconexión de fibra óptica 1100-7-13102 y bloques del sistema de control 1100-7-13101.

## 3.2 Control Discreto

Las estrategias de control desarrolladas aquí son consistentes con la filosofía usada en proyectos anteriores para Yanacocha.

La selecciones Manual/Automático y Local/Remoto y otras secuencias comunes usadas en operaciones son similares de lo que está en uso en la actualidad.

### a) Selección Auto/Manual (Via PLC)

La selección **AUTO** es usado para arrancar y detener el equipamiento usando un control de proceso o una secuencia de activación. En general cualquier decisión que sea generada por el sistema de control autónomamente y que no obedezca al comando directo del operador. Un ejemplo típico sería la operación de una bomba sumergible usando interruptores de nivel alto y bajo.

La selección **MANUAL** entrega control total al operador. El equipamiento responde a señales de comando provenientes de la botonera locales o las

consolas de operacion. Las protecciones eléctricas están siempre habilitadas independiente de la posición del selector **AUTO/MAN**. Los enclavamientos de proceso son deshabilitados en modo **MANUAL**. En el caso que el dispositivo no posea selección **AUTO/MAN** los enclavamientos de proceso están siempre habilitados.

Cabe mencionar que el modo **LOCAL/REMOTO**, cuya selección se realiza mediante un selector ubicado en el cubículo de cada equipo en el centro de control de motores, tiene mayor prioridad sobre la selección **AUTO/MAN**, la cual se realiza en la consola en forma remota solamente. Esto quiere decir que si se requiere someter al equipo a mantención, éste debe ser puesto en modo **LOCAL**, quedando inhibida automáticamente la selección **AUTO/MAN** en consola, y el equipo es controlado absolutamente desde las botoneras locales en terreno. Impidiendo de esta forma las partidas/paradas indeseadas durante el servicio.

Cabe señalar que, debido a la funcionalidad de algunos equipos, éstos poseen selectores locales indicados como **A/M** (en vez de **L/R**), ya que sólo son operados normalmente en forma automática, o **LOCAL** (manual) cuando están en servicio de mantenimiento. Es decir, estos equipos no son posibles de operar en modo **REMOTO** y **MANUAL**.

Los equipos que utilizan selección **AUTO/MAN** desde terreno en el proyecto son:

- ✓ 1120-PU-13004 Bomba N° 1 de LCRS de la piscina de Operación.
- ✓ 1120-PU-13005 Bomba N° 2 de LCRS de la piscina de Operación.
- ✓ 1130-PU-13004 Bomba N° 1 de LCRS de la piscina de Menores Eventos.
- ✓ 1130-PU-13005 Bomba N° 2 de LCRS de la piscina de Menores Eventos.

Estos dispositivos son arrancados y/o detenidos manualmente por el operador solo desde terreno en modo **LOCAL** y son arrancados y/o detenidos automáticamente por el sistema en modo **AUTO** atendiendo a señales de proceso descritas en la sección 4.2.2.

Los equipos que incorporan selección **AUTO/MAN** desde consola (por software) en el proyecto son los que están involucrados en secuencias automáticas de proceso. Además, existen selectores generales por secuencia, también vía consola, que establecen la condición **AUTO** de todos los equipos involucrados en ella. Éstos son detallados a continuación:

### Secuencia de Llenado Tanque de Solución Rica

- ✓ 1120-PU-13001 Bomba de Impulsión de Solución Rica N° 1.
- ✓ 1120-PU-13002 Bomba de Impulsión de Solución Rica N° 2.
- ✓ 1120-PU-13003 Bomba de Impulsión de Solución Rica N° 3.
- ✓ 1120-PU-13008 Bomba de Impulsión de Solución Rica N° 4 (FUTURA).
- ✓ 1120-PU-13009 Bomba de Impulsión de Solución Rica N° 5 (FUTURA).
- ✓ 1120-PU-13010 Bomba de Impulsión de Solución Rica N° 6 (FUTURA).

### Secuencia de Llenado Tanque de Solución de Recirculación

- ✓ 1130-PU-13001 Bomba de Impulsión de Solución de Recirculación N° 1.
- ✓ 1130-PU-13002 Bomba de Impulsión de Solución de Recirculación N° 2.
- ✓ 1130-PU-13003 Bomba de Impulsión de Solución de Recirculación N° 3.
- ✓ 1150-PU-13001 Bomba de Impulsión de la Piscina de Aguas de Tormenta N° 1.
- 1150-PU-13002 Bomba de Impulsión de la Piscina de Aguas de Tormenta N° 2.
- 1150-PU-13003 Bomba de Impulsión de la Piscina de Aguas de Tormenta N° 3.

#### b) Selección Auto/Manual (control local)

Existen dispositivos que no son controlados a través de PLC, y son arrancados o detenidos automáticamente de acuerdo al estado de ciertas variables de terreno. Esta "lógica alambrada" está "programada" en la conexión eléctrica del centro de control de motores.

La selección **AUTO** es usado para arrancar y detener el equipamiento usando este tipo de control de proceso. En general cualquier equipo que posea selección **AUTO** será posible de comandar por el estado de las variables de terreno mencionadas anteriormente y que no obedezca directamente al comando del operador.

La selección **MANUAL** entrega control total al operador, el equipo responde al comando del operador. El equipamiento responde a señales de comando provenientes de la botonera y/o protecciones eléctricas.

Los equipos que utilizan este tipo de selección **AUTO/MAN** absolutamente local, es decir no a través de PLC, en este proyecto son:

- ✓ 1130-PU-13006 Bomba N° 1 de Poza de Subdrenaje.

- ✓ 1130-PU-13007 Bomba N° 2 de Poza de Subdrenaje.
- ✓ 1130-PU-13008 Bomba de LCRS de la Poza de Subdrenaje.

### c) Selección local remoto

En operación **REMOTO**, el equipo puede ser arrancado o detenido remotamente desde las consolas de operación en la sala de control de la planta de proceso de Yanacocha Norte.

En operación **LOCAL**, el equipo puede ser arrancado o apagado localmente desde una botonera local ubicada en terreno preferentemente cercana al equipo a comandar.

Todos los equipos, excepto las bombas LCRS y de la Poza de subdrenaje, que sean controlados a través de PLC tienen la posibilidad de selección **LOCAL/REMOTO**, pudiendo ser controlados tanto localmente desde botoneras en terreno, como remotamente desde las estaciones de operación de la sala de control de la planta de proceso de Yanacocha Norte.

Es decir, con **LOCAL/REMOTO**:

- ✓ 1120-PU-13001 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°1.
- ✓ 1120-PU-13002 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°2.
- ✓ 1120-PU-13003 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°3.
- ✓ 1120-PU-13008 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°4 (FUTURA).
- ✓ 1120-PU-13009 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°5 (FUTURA).
- ✓ 1120-PU-13010 Bomba de Impulsión de Solución Rica N°6 (FUTURA):
- ✓ 1127-PU-13006 Bomba de Solución Rica N° 1.
- ✓ 1127-PU-13007 Bomba de Solución Rica N° 2.
- ✓ 1127-PU-13008 Bomba de Solución Rica N° 3 (FUTURA).
- ✓ 1127-PU-13009 Bomba de Solución Rica N° 4 (FUTURA).
- ✓ 1127-PU-13001 Bomba de Solución de Recirculación N°1.
- ✓ 1127-PU-13002 Bomba de Solución de Recirculación N°2.
- ✓ 1127-PU-13003 Bomba de Reimpulsión de Solución de Recirculación N°1 (FUTURA)
- 1127-PU-13004 Bomba de Reimpulsión de Solución de Recirculación N°2 (FUTURA)
- ✓ 1130-PU-13001 Bomba de Impulsión de Solución de Recirculación N°1.
- ✓ 1130-PU-13002 Bomba de Impulsión de Solución de Recirculación N°2.

- ✓ 1130-PU-13003 Bomba de Impulsión de Solución de Recirculación N°3.
- ✓ 1150-PU-13001 Bomba de Impulsión de la Piscina de Aguas de Tormenta N°1.
- 1150-PU-13002 Bomba de Impulsión de la Piscina de Aguas de Tormenta N°2.
- 1150-PU-13003 Bomba de Impulsión de la Piscina de Aguas de Tormenta N°3.
- ✓ 1270-PU-13001 Bomba de Solución Estéril N° 1
- ✓ 1270-PU-13002 Bomba de Solución Estéril N° 2
- ✓ 1270-PU-13003 Bomba de Reimpulsión de Solución Estéril N° 1 (FUTURO)
- ✓ 1270-PU-13004 Bomba de Reimpulsión de Solución Estéril N° 2 (FUTURO)
- ✓ 1330-PU-13004 Bomba de Dosificación de Cianuro
- ✓ 1330-PU-13005 Bomba de Dosificación de Cianuro (de Respaldo)

La filosofía de control para el equipamiento mencionado es como sigue:

- ✓ Equipo que lo permita es comandado remotamente o localmente dependiendo de la posición de su selector **LOCAL/REMOTO** ubicada en el partidor del centro de control de motores en la sala eléctrica.
- ✓ En modo **LOCAL**, botones pulsadores de campo Partir/Parar puede ser usados para operar el equipo especificado.
- ✓ En modo **REMOTO**, los botones pulsadores de campo son deshabilitados.
- ✓ Por razones de seguridad, la orden de campo **STOP** siempre está disponible, donde sea.
- ✓ El cambio de modo **REMOTO** a **LOCAL**, en el selector local debe parar el equipo.
- ✓ El permisivo y enclavamiento de proceso permanecen deshabilitados en modo **LOCAL**.
- ✓ El enclavamiento de seguridad o protección del equipamiento permanecen habilitados todo el tiempo.

Para el sistema de control los enclavamientos pueden ser divididos en tres grupos:

- ✓ Enclavamientos de Seguridad o Protección

- ✓ Enclavamientos de Proceso
- ✓ Permisivos

La siguiente es una lista de los principales estados, eventos o parámetros que son monitoreados continuamente por el sistema de control:

- ✓ Motor funcionando.
- ✓ Motor en modo **LOCAL** o **REMOTO**.
- ✓ Falla eléctrica.

La siguiente es una lista de los principales eventos que son monitoreados continuamente por el sistema de control:

- ✓ Cierres de enclavamientos de seguridad y protección de equipamiento.
- ✓ Cierres de enclavamientos de proceso.
- ✓ Cambio de modo **REMOTO** a **LOCAL**.

Adicionalmente, se programa en el PLC un registrador de tiempo de funcionamiento para cada uno de los equipos por propósitos de mantención.

### **3.3 Descripción Funcional**

#### **3.3.1 Controles**

##### **a) Área 1120**

#### **LT-1113210 – Control de Nivel del Sistema de Colección y Recuperación de Filtraciones de la Piscina de Operación (LCRS #1)**

El sistema dispone de un transmisor de nivel continuo (LT-1113210) instalado en el sistema de colección y recuperación de filtraciones #1 de la piscina de operación. Cuando la alarma de nivel alto LAH-1113210 se active, la bomba 1120-PU-13004 arranca y se mantiene operando hasta que la alarma de nivel bajo LAL-1113210 se presente.

Los niveles pueden ser ajustados en el sistema de control, pero inicialmente se propone el 35% para el nivel alto y el 10% para el nivel bajo. Ver diagrama de lazo 1120-7-13402.

#### **LT-1113215 – Control de Nivel del Sistema de Colección y Recuperación de Filtraciones de la Piscina de Operación (LCRS #2)**

El sistema dispone de un transmisor de nivel continuo (LT-1113215) instalado en el sistema de colección y recuperación de filtraciones #2 de la piscina de operación. Cuando la alarma de nivel alto LAH-1113215 se active, la

bomba 1120-PU-13005 arranca y se mantiene operando hasta que la alarma de nivel bajo LAL-1113215 se presente.

Los niveles pueden ser ajustados en el sistema de control, pero inicialmente se propone el 35% para el nivel alto y el 10% para el nivel bajo.

Ver diagrama de lazo 1120-7-13403

## **b) AREA 1127**

### **Detección de Filtración en la tubería de Adición de Cianuro**

El sistema de control realiza un cálculo para detectar cualquier posible filtración a lo largo de la tubería de adición de Cianuro desde la planta de Cianuro de la planta de columnas de carbón de Carachugo al Tanque de Transferencia de Solución de Recirculación de la etapa N°10 de Carachugo. El sistema de control resta el valor del flujo de adición de Cianuro medido por el flujómetro FIT-1313064 a la salida de la planta de Cianuro, con el valor entregado por el flujómetro FIT-1113301, que mide el flujo a la llegada del Tanque de Transferencia de Solución de Recirculación 1127-TK-13001. El resultado de la resta es la pérdida en la línea, y por ende la posible filtración en la tubería. Si este valor excede  $0.003 \text{ m}^3/\text{h}$  una alarma aparece en las estaciones de operación de la sala de control de la planta de columnas de carbón de Carachugo, para alertar al operador.

Este valor corresponde a la suma de los errores de lectura permitidos para cada instrumento involucrado.

Ver diagrama de lazo 1127-7-13405.

### **LIT-1113262 – Control de Nivel del Tanque de Solución Rica.**

El sistema dispone de un transmisor de nivel (LIT-1113262), instalado en el tanque de solución rica y seis bombas (1120-PU-13001 /13002 /13003 /13008 /13009 /13010) que impulsan solución desde la piscina de operación a este tanque. El controlador de nivel LIC-1113262 maneja la partida y parada de las bombas de impulsión de solución rica 1120-PU-13001 /13002 /13003 /13008 /13009 /13010, dependiendo del valor de nivel en el tanque.

Si el nivel excede el 60%, el control detiene una bomba de las que están funcionando (la que lleva más tiempo funcionando), y espera 15 segundos. Si luego de este periodo el nivel aún excede 60 %, detiene la próxima bomba, según la misma lógica indicada, hasta detenerlas todas.

Por otro lado, si el nivel desciende de 40%, el sistema arranca otra bomba, adicional a las que ya están funcionando (la que lleva más tiempo detenida), y espera 15 segundos. Si luego de este periodo, el nivel continuara descendiendo por debajo de 40%, el sistema continúa arrancando bombas con la misma lógica anterior. Si el valor de nivel sigue disminuyendo, el sistema de control alarma al operador.

Los valores de 40%, 60% y 15 segundos de espera son tentativos y deben ser ajustados durante el comisionamiento y puesta en marcha.

Las bombas 1120-PU-13008 /13009 /13010 serán instaladas en el futuro, pero quedarán ya incorporadas en la secuencia descrita, pero deshabilitadas por software, de manera que los trabajos de reprogramación al instalarlas sean mínimo.

Ver diagrama de lazo 1127-7-13401.

### ***FIC-1113285 –Control de Flujo de Salida de la Estación de Impulsión de Solución Rica***

El sistema de control dispone de un control de flujo para el flujo de salida de la estación de bombeo de solución rica hacia las plantas de tratamiento de Pampalarga, el cual comprende un transmisor de flujo FIT-1113285 y dos válvulas motorizadas de control de flujo FCV-1113285A y B. El transmisor FIT-1113285 envía su señal de salida hacia el controlador de flujo FIC-1113285. Comparando el valor de flujo y el setpoint calculado (ver párrafo siguiente), el controlador de flujo calcula y envía una señal de salida paralelamente hacia las válvulas FCV-1113285A y B controlando sus aperturas, y regulando el flujo de salida hacia Pampalarga.

El controlador es de tipo PID con un setpoint calculado como sigue: El sistema de control detecta cuantas bombas están funcionando y en base a esta cantidad determina el setpoint de flujo que debe impulsarse. Los valores nominales de setpoint son los siguientes: una bomba 700 m<sup>3</sup>/h; dos bombas 1400 m<sup>3</sup>/h; tres bombas 2100 m<sup>3</sup>/h; y cuatro bombas 2800 m<sup>3</sup>/h.

Debido a esta variación tan extrema del flujo requerido, fue imposible controlar el flujo con solo una válvula instalada en línea en la tubería de descarga. Por lo tanto, se dispuso de dos válvulas en paralelo, las cuales están

diseñadas para controlar apropiadamente el flujo a través de cada una entre 700 y 1400 m<sup>3</sup>/h. De esta forma se logran los valores mencionados.

### **Caso Especial**

Sin embargo, cada válvula no controla adecuadamente para un flujo inferior a 700 m<sup>3</sup>/h a través de ella. Por lo tanto, cuando solo una bomba funcione y, por ende el setpoint sea 700 m<sup>3</sup>/h, el sistema de control cierra completamente la válvula FCV-1113285B y controla el flujo total a través de FCV-1113285A.

Cuando más de una bomba esté funcionando, las dos válvulas reciben la misma señal de salida desde el controlador FIC-1113285, como se mencionó.

Los parámetros del controlador serán empíricamente deducidos en terreno durante el comisionamiento.

Ver diagrama de lazo 1127-7-13410.

### **PRV-1113286 – Comando de Control de Válvula de Anticipación de Transiente en la Estación de re Impulsión de Solución Rica**

Existe una válvula de anticipación de transiente PRV-1113286 para prevenir el daño causado eventualmente por el un golpe de ariete. Esta válvula posee un detector de transiente que abre la válvula cuando detecta una condición de baja presión en la línea de solución rica 1127-PPS-18"-CA1-13117, o también cuando recibe un comando de apertura desde el PLC. La apertura de la válvula libera la presión del golpe de ariete de vuelta hacia el tanque de solución rica 1127-TK-13002 a través de la línea 1127-PPS-10"-CA1-13118. Parte de esta energía es consumida en la placa de orificio FO-1113287. El comando del PLC se genera al momento en que las bombas pierden su energía, y se mantiene por 2 minutos.

Existe además otro comando desde el PLC, el cual le indica al controlador-detector de la válvula que todas las bombas están detenidas, de esta forma el controlador-detector de la válvula queda en estado no-armado. Esta señal desde el PLC está en 1 mientras cualquier bomba esté funcionando, en caso contrario es 0.

Ver diagrama de lazo 1127-7-13404.

### **LIT-1113302 – Control de Nivel del Tanque de Solución de Recirculación.**

El sistema dispone de un transmisor de nivel (LIT-1113302), instalado en el tanque de solución de recirculación y tres bombas (1130-PU-

13001/13002/13003 y 1150-PU-13001/13002/13003) que impulsan solución desde la piscina de Menores Eventos y Aguas de Tormenta al tanque de solución de recirculación. El controlador de nivel LIC-1113262 maneja la partida y parada de las bombas de impulsión de solución recirculación 1130-PU-13001/13002/13003 y 1150-PU-13001/13002/13003, dependiendo del valor de nivel en el tanque.

Si el nivel excede el 60%, el control detiene una bomba (la que lleva más tiempo funcionando) de las que están funcionando, y espera 15 segundos. Si luego de este periodo el nivel aún excede 60 %, detiene la próxima bomba, según la misma lógica indicada, hasta detenerlas todas.

Por otro lado, si el nivel desciende de 40%, el sistema arranca otra bomba, adicional a las que ya están funcionando (la que lleva más tiempo detenida), y espera 15 segundos. Si luego de este periodo, el nivel continuara descendiendo por debajo de 40%, el sistema continúa arrancando bombas con la misma lógica anterior. Si el valor de nivel sigue disminuyendo, el sistema de control alarma al operador.

Los valores de 40%, 60% y 15 segundos de espera son tentativos y deben ser ajustados durante el comisionamiento y puesta en marcha.

Ver diagrama de lazo 1127-7-13406.

### **PRV-1113326 – Comando de Control de Válvula de Anticipación de Transiente en la Estación de re Impulsión de Solución de Recirculación**

Existe una válvula de anticipación de transiente PRV-1113326 para prevenir el daño causado eventualmente por el un golpe de ariete. Esta válvula posee un detector de transiente que abre la válvula cuando detecta una condición de baja presión en la línea de solución rica 1127-PRS-18"-CA1-13127, o también cuando recibe un comando de apertura desde el PLC. La apertura de la válvula libera la presión del golpe de ariete de vuelta hacia el tanque de solución rica 1127-TK-13001 a través de la línea 1127-PRS-10"-CA1-13128. Parte de esta energía es consumida en la placa de orificio FO-1113327. El comando del PLC se genera al momento en que las bombas pierden su energía, y se mantiene por 2 minutos.

Existe además otro comando desde el PLC, el cual le indica al controlador-detector de la válvula que todas las bombas están detenidas, de esta forma el

controlador-detector de la válvula queda en estado no-armado. Está señal desde el PLC está en 1 mientras cualquier bomba esté funcionando, en caso contrario es 0.

Ver diagrama de lazo 1127-7-13409.

### **c) Área 1130**

#### ***LI-1113360* – Control de Nivel del Sistema de Colección y Recuperación de Filtraciones de la Piscina de Menores Eventos (LCRS #1)**

El sistema dispone de un transmisor de nivel continuo (LT-1113360) instalado en el sistema de colección y recuperación de filtraciones #1 de la piscina de Menores Eventos. Cuando la alarma de nivel alto LAH-1113360 se active, la bomba 1130-PU-13004 arranca y se mantiene operando hasta que la alarma de nivel bajo LAL-1113360 se presente.

Los niveles pueden ser ajustados en el sistema de control, pero inicialmente se propone el 35% para el nivel alto y el 10% para el nivel bajo.

Ver diagrama de lazo 1130-7-13402.

#### ***LI-1113365* – Control de Nivel del Sistema de Colección y Recuperación de Filtraciones de la Piscina de Menores Eventos (LCRS #2)**

El sistema dispone de un transmisor de nivel continuo (LT-1113365) instalado en el sistema de colección y recuperación de filtraciones #2 de la piscina de Menores Eventos. Cuando la alarma de nivel alto LAH-1113365 se active, la bomba 1130-PU-13005 arranca y se mantiene operando hasta que la alarma de nivel bajo LAL-1113365 se presente.

Los niveles pueden ser ajustados en el sistema de control, pero inicialmente se propone el 35% para el nivel alto y el 10% para el nivel bajo.

Ver diagrama de lazo 1130-7-13403.

#### ***LSH/L-1113402* – Control de Nivel de la Poza de Subdrenaje**

Esta parte del control no es implementada a través del sistema de PLC, es un control local y eléctrico.

Hay 2 interruptores de nivel (LSH/L-1113402) instalados en el Sumidero de Subdrenaje. Cuando la alarma de alto nivel LAH-1113402 es alcanzada, las bombas 1130-PU-13006 y 7 arrancan y se mantienen funcionando hasta que el nivel alcance el límite de la alarma de bajo nivel LAL-1113402.

Los límites de nivel deben ser ajustados en terreno durante la puesta en marcha, pero se proponen inicialmente 75% para el nivel alto y 20% para el nivel bajo.

Ver diagrama de lazo 1130-7-13405.

### **LSH/L-1113410 – Control de Nivel del Sistema de Colección y Recuperación de Filtraciones de la Poza de Subdrenaje (LCRS)**

Esta parte del control no es implementada a través del sistema de PLC, es un control local y eléctrico.

Hay 2 interruptores de nivel (LSH/L-1113410) instalados en el sistema de colección y recuperación de filtraciones de la Poza de Subdrenaje. Cuando la alarma de nivel alto LAH-1113410 se active, la bomba 1130-PU-13008 arranca y se mantiene operando hasta que la alarma de nivel bajo LAL-1113410 se presente.

Los niveles pueden ser ajustados en el sistema de control, pero inicialmente se propone el 35% para el nivel alto y el 10% para el nivel bajo.

Ver diagrama de lazo 1130-7-13407.

#### **d) Área 1270**

### **PRV-1213226 – Comando de Control de Válvula de Anticipación de Transiente en la Estación de Bombeo de Solución de Estéril**

Existe una válvula de anticipación de transiente PRV-1213226 para prevenir el daño causado eventualmente por el un golpe de ariete. Esta válvula posee un detector de transiente que abre la válvula cuando detecta una condición de baja presión en la línea de solución estéril 1270-PBL-16"-CA1-13120, o también cuando recibe un comando de apertura desde el PLC. La apertura de la válvula libera la presión del golpe de ariete de vuelta hacia el tanque de solución estéril 1270-TK-13001 a través de la línea 1270-PBL-10"-CA1-13121. Parte de esta energía es consumida en la placa de orificio FO-1213227. El comando del PLC se genera al momento en que las bombas pierden su energía, y se mantiene por 2 minutos.

Existe además otro comando desde el PLC, el cual le indica al controlador-detector de la válvula que todas las bombas están detenidas, de esta forma el controlador-detector de la válvula queda en estado no-armado. Está señal desde

el PLC está en 1 mientras cualquier bomba esté funcionando, en caso contrario es 0.

Ver diagrama de lazo 1270-7-13412.

### 3.3.2 Enclavamientos y Permisivos

#### 1120-PU-13001

- ✓ LAHH-1113262
- ✓ LALL-1113202
- ✓ FAL-1113227 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

#### 1120-PU-13002

- ✓ LAHH- 1113262
- ✓ LALL-1113202
- ✓ FAL-1113228 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

#### 1120-PU-13003

- ✓ LAHH- 1113262
- ✓ LALL-1113202
- ✓ FAL-1113229 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

#### 1120-PU-13008 (FUTURA)

- ✓ LAHH- 1113262
- ✓ LALL-1113202

#### 1120-PU-13009 (FUTURA)

- ✓ LAHH- 1113262
- ✓ LALL-1113202

#### 1120-PU-13010 (FUTURA)

- ✓ LAHH- 1113262
- ✓ LALL-1113202

#### 1127-PU-13001

- ✓ LAL- 1113302

#### 1127-PU-13002

- ✓ LAL- 1113302

#### 1127-PU-13003 (FUTURA)

✓ LALL-1113302

1127-PU-13001 se detiene

1127-PU-13004 (FUTURA)

✓ LALL-1113302

1127-PU-13002 se detiene

1127-PU-13006

✓ LAL- 1113262

✓ PAH-1113191

1127-PU-13007

✓ LAL- 1113262

✓ PAH-1113191

1127-PU-13008 (FUTURA)

✓ LAL- 1113262

✓ PAH-1113191

1127-PU-13009 (FUTURA)

✓ LAL- 1113262

✓ PAH-1113191

1130-PU-13001

✓ LALL-1113352

✓ LAHH-1113302

✓ FAL-1113267 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

1130-PU-13002

✓ LALL-1113352

✓ LAHH-1113302

✓ FAL-1113268 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

1130-PU-13003

✓ LALL-1113352

✓ LAHH-1113302

✓ FAL-1113269 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

1150-PU-13001

- ✓ LALL-1113382
- ✓ LAHH-1113302
- ✓ FAL-1113287 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

1150-PU-13002

- ✓ LALL-1113382
- ✓ LAHH-1113302
- ✓ FAL-1113287 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

1150-PU-13003

- ✓ LALL-1113382
- ✓ LAHH-1113302
- ✓ FAL-1113289 con retardo de más de 12 seg. Considerar el retardo manual ajustable disponible en el instrumento mismo.

1270-PU-13001

- ✓ LALL-14962

1270-PU-13002

- ✓ LALL-14962

1270-PU-13003 (FUTURA)

- ✓ LALL-14962

1270-PU-13001 se detiene

1270-PU-13004 (FUTURA)

- ✓ LALL-14962

1270-PU-13002 se detiene

1330-PU-13004

- ✓ LAL-1313022

1330-PU-13005

- ✓ LAL-1313022

### **3.3.3 Alarmas**

- ✓ LALL-1113202 : 25%
- ✓ LAL-1113262 : 20%
- ✓ LAH-1113262 : 83%
- ✓ LAHH-1113262 : 90%

- ✓ PAL-1113280 : 1250 KPag
- ✓ PAH-1113280 : 1600 KPag
- ✓ FAL-1113285 : 400 m<sup>3</sup>/h
- ✓ FAH-1113285 : 1700 m<sup>3</sup>/h
- ✓ LAL-1113302 : 20%
- ✓ LAH-1113302 : 83%
- ✓ LAHH-1113302 : 90%
- ✓ PAL-1113320 : 1000 KPag
- ✓ PAH-1113320 : 1400 KPag
- ✓ FAL-1113325 : 400 m<sup>3</sup>/h
- ✓ FAH-1113325 : 1700 m<sup>3</sup>/h
- ✓ LALL-1113352 : 25%
- ✓ LALL-1113382 : 25%
- ✓ PAL-1213220 : 2500 KPag
- ✓ PAH-1213220 : 3000 KPag
- ✓ FAL-1213225 : 500 m<sup>3</sup>/h
- ✓ FAH-1213225: 1600m<sup>3</sup>/h

## CAPÍTULO IV CÁLCULOS DE DISEÑO

### 4.1 Ubicación de Subestaciones

El Proyecto Carachugo etapa 10 consta de 02 ubicaciones distantes 7 KM entre si:

- 1) Las Pozas de Operaciones, menores eventos y tormentas con sus respectivos sistemas de bombeo ubicados en la pila de lixiviación.
- 2) Sistema de Bombeo de Solución Pobre, ubicada en la Planta de Merrill Crowe en Pampa larga

La mayor carga se encuentra ubicada al costado de la Poza de Operaciones en la Pila de lixiviación y se encuentra distribuida dentro de una circunferencia de 30 m de radio, esta carga comprende los siguientes sistemas:

Tabla 4.1: Ubicación

Ubicación	Sistema	Potencia (KW)	Tensión de Operación (KV)
Carachugo	Sistema de Bombeo de Solución rica desde el tanque 1127-TK-13002 hacia Pampa Larga	1864.4	4.16
Carachugo	Sistema de Bombeo de recirculación desde el tanque 1127-TK-13001 hacia el PAD	1600	4.16
Carachugo	Sistema de Bombeo de la Poza de Operaciones hacia el tanque 1127-TK-13002	317.19	0.48

Para estas cargas se determino la necesidad de una subestación con 02 transformadores para trabajar con los 02 niveles de tensión requeridos, uno de

ellos con la relación 22.9/4.16 KV y el otro 22.9/0.48 KV; esta subestación que por ahora la nombraremos como la Subestación Principal fue ubicada a 45 m del área que contiene las cargas indicadas en el cuadro anterior.

También existen otras cargas que se encuentran ubicadas de la siguiente manera:

Tabla 4.2: Tensión de Operación

Sistema	Potencia(KW)	Tensión de Operación (KV)	Distancia a Subestación Principal (m)
Sistema de Bombeo de Menores Eventos	264.9	0.48	75
Sistema de Bombeo de Poza de tormentas	247.5	0.48	250
Sistema de bombeo de Subdrenaje	36.9	0.48	250

La carga del Sistema de Bombeo de Menores Eventos se agrego al transformador 22.9/0.48 KV ubicado en la subestación principal, debido a su menor distancia a esta; para los otros 02 sistemas se considero subestaciones independientes.

Como se indico inicialmente hay una segunda ubicación del Proyecto a 7 km de la primera con las siguientes características:

Tabla 4.3: Ubicación del Proyecto

Ubicación	Sistema	Potencia (KW)	Tensión
Pampa Larga	Sistema de Bombeo de Solución Pobre hacia el PAD	2017.6	4.16 KV

#### 4.2 Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

Los estudios de cortocircuitos determinan el diseño de barras, la coordinación de la protección, capacidad de interruptores, etc

Las corrientes permanentes de cortocircuito se expresan mediante la formula:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3}V_n} \quad 4.1$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: Valor de corriente de choque en KA

P<sub>cc</sub>: Potencia de cortocircuito en MVA

V<sub>n</sub>: Tensión nominal en KV

El cálculo de corrientes de cortocircuito (Anexo 01) indica lo siguiente:

Tabla 4.4: Cálculo de corrientes

	Tensión (KV)	Corriente de Choque (KA)	Corriente de Interrupción (KA)	Corriente Permanente (KA)
1127-SG-13001	22.9	3.3	3.0	2.8
1127-MC-13001	4.16	10	7.8	6.1
1820-SG-13001	22.9	7.63	3.0	3.0
1270-MC-13001	4.16	13.74	5.4	5.4

Para 1820-SG-13001 y 1270-SG-13001 el estudio de corrientes de cortocircuito no indica los valores calculados de Corriente de interrupción y Corriente de choque por lo que se asigno a la corriente de interrupción el mismo valor de la corriente permanente y la corriente de choque se obtuvo de la relación:

$$I_{ch} = 1.8 \times \sqrt{2} \times I_{cc} \quad (4.2)$$

### 4.3 Selección de Interruptores de Media tensión

El interruptor es el equipo que conecta y desconecta los circuitos según las ordenes de las protecciones o del control manual, selección manual requiere:

a) Potencia de conexión  $P_c = \sqrt{3}V_n \times I_{ch}$

b) Potencia de ruptura  $P_r = \sqrt{3}V_n \times I_{cc}$

Corriente de desconexión  $I_d = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3}V_n}$

Corriente nominal 
$$I_n = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3}V_n}$$

Siendo:  $I_{ch}$  = Corriente de Choque  
 $P_{cc}$  = Potencia de cortocircuito  
 $V_n$  = Tensión nominal

Las características de la red en los puntos de ubicación de los interruptores de media tensión son:

Tabla 4.5: Características de la red

Interruptor automático	Tensión nominal (KV)	Corriente de carga (A)	Potencia de ruptura (MVA)	Potencia de conexión (MVA)	Corriente de desconexión (KA)
1127-SG-13001	22.9	126	111.055	130.88	2.8
1127-MC-13001	4.16	693	241.94	396.62	6.1
1820-SG-13001	22.9	94	118.98	302.82	3.0
1270-MC-13001	4.16	520	214.17	545.1	5.4

Las características de los interruptores de media tensión seleccionados son:

Tabla 4.6: Características de los interruptores

Interruptor automatico	Tensión nominal (KV)	Corriente nominal (A)	Potencia de ruptura (MVA)	Potencia de conexión (MVA)	Corriente desconexión (KA)
1127-SG-13001 VD4	36	1250	1500	1700	63
1127-MC-13001 VCP-W	7.2	1200	500	800	41
1820-SG-13001 VD4	36	1250	1500	1700	63
1270-MC-13001 VCP-W	7.2	1200	500	800	41

Los datos de carga han sido sacados de los cuadros de máxima demanda.

#### 4.4 Selección de Potencia de Transformadores

En la tabla siguiente se muestra la distribución de las cargas por Subestaciones y sus consumos de potencia activa, reactiva y aparente; la potencia nominal de los transformadores a sido seleccionada del cuadro correspondiente a los criterios de diseño eléctrico (ver CAP I pag. 23)

Los datos han sido sacados de los cuadros de máxima demanda de Carachugo etapa 10

Tabla 4.7: Cuadros de máxima demanda

Tipo de carga	Potencia Activa (KW)	Potencia reactiva (KVAR)	Potencia Aparente (KVA)	Potencia Nominal del Transformador (KVA)
Sistema de bombeo de Solución Rica hacia Pampa y de Recirculación hacia el PAD	3464.3	2420.8	4226.3	5000
Sistema de Bombeo de la Poza de Operaciones y de Menores eventos	565.4	327.6	653.5	1000
Sistema de Bombeo de la Poza de Tormentas	264.9	143.9	301.5	400
Sistema de bombeo de Subdrenaje	36.9	23.6	43.8	75
Sistema de Bombeo de Solución Pobre de Pampa Larga hacia el PAD	2017.6	1436.5	2476.7	3750

#### 4.5 Selección del Tipo de Subestación

Las Subestaciones de 1 MVA y mayores serán del tipo Unitarias, estas tiene 03 secciones: llegada, transformación y salida.

Se ha seleccionado este tipo de subestación por tener algunas ventajas:

- 1) Un menor costo de construcción respecto de una subestación convencional
- 2) Por la rapidez de su montaje dado que sus componentes son del tipo modulares
- 3) Por el área reducida que ocupan.
- 4) Simplicidad en el esquema de control y protección
- 5) Por ser una subestación segura contra los actos vandálicos.

En el caso de la subestación principal se ha considerado que debe ser conformado por 02 subestaciones unitarias una de 5 MVA y la otra de 1 MVA

Las subestaciones de 400 KVA y 75 KVA serán del tipo biposte y monoposte.

- 1) Son subestaciones de un menor costo.
- 2) Aseguran distancias de seguridad mayores que las pedestales.

La subestación de 3750 KVA ubicada en Pampa Larga también será del tipo Unitaria

Tabla 4.8: Relación de transformación

Tipo de Subestación	TAG	Potencia (KVA)	Relación de transformación (V)
Unitaria	1127-US-13001	5 000	22900/4160
Unitaria	1120-US-13001	1000	22900/480
Biposte	1150-TL-13001	400	22900/480
Monoposte	1130-TL-13001	75	22900/480
Unitaria	1270-US-13001	3750	22900/4160

La configuración de las subestaciones será la siguiente:

Tabla 4.9: configuración de las subestaciones

TAG	Potencia (KVA)	Relación de transformación (V)	Ingreso	Salida
1127-US-13001	5000	22900/4160	Celda 22.9 KV, Interruptor de Potencia	Switchgear 4.16KV
1120-US-13001	1000	22900/480	Celda 22.9 KV, Seccionador de potencia	Switchgear 480V
1150-TL-13001	400	22900/480	Cut Out 22.9 KV	MCC
1130-TL-13001	75	22900/480	Cut Out 22.9 KV	MCC
1270-US-13001	3750	22900/4160	Celda 22.9 KV Seccionador de Potencia	Switchgear 4.16 KV

## 4.6 Selección de Equipos de Suministro de Energía en 22.9 KV

### 4.6.1 Pozas Carachugo 10

El suministro de energía se realizara mediante un circuito derivado en 22.9 KV de la línea existente LA-221; esta circuito derivado es una línea aérea 3x70mm<sup>2</sup> AAAC, con un recorrido total de 607m y que distribuye la energía en forma radial ( Plano MY-1820-6-13-301) hacia las subestaciones de 5, 1, 0.4, 0.75 MVA correspondientes al Proyecto.

Los principales equipos seleccionados son los siguientes:

- a) Recloser 1820-PR-13101, 38KV, 560 A, 170 KBIL marca ABB
- b) Seccionador 1820-SW-13101, 34.5KV, 600 A, 200 KBIL marca S&C

Las consideraciones para la selección de estos equipos fueron las siguientes:

- a) La línea LA-221 de la cual se toma el suministro es considerada como línea principal porque alimenta a las plantas de Maqui-Maqui y China Linda y se requiere mayor confiabilidad de operación que los circuitos derivados, por esa razón se instaló un recloser que aperture por fallas en la línea o por descargas atmosféricas, este recloser se encuentra a 20 km de la Subestación principal y la capacidad de comunicarse y ser controlado desde esta ubicación permite un ahorro de tiempo y de reposición del servicio.
- b) El uso de los seccionadores fusibles en Minera Yanacocha son hasta 100 A, para mayores corrientes se usan los seccionadores de barras; además los chicotes fusibles ofrecen grandes dificultades para coordinar con los relés de protección de las subestaciones o los reclosers.

#### **4.6.2 Sistema de Bombeo de Solución Pobre (Pampa larga)**

El suministro de energía se realizó mediante un circuito derivado que se toma de barras 22.9 KV del Cuarto eléctrico existente 1820-SG-11501SG02 (Ubicado en Planta Pampa Larga) como se indica en el plano 1270-6-13351 y que alimenta a la subestación 1270-US-13001 de 3.75 MVA que forma parte del proyecto.

El principal equipo seleccionado para el suministro de energía es el siguiente:

- a) Interruptor extraíble VD4M 36KV, 1250 A, 25 KA marca ABB

Las consideraciones para la selección del equipo fueron:

- a) El Cuarto Eléctrico 1820-SG-11501SG02 es un cuarto de interruptores de potencia de las características y marca indicadas anteriormente y la salida necesaria para alimentar a la subestación de 3.75MVA debería acoplarse a las celdas existentes.
- b) El estándar de equipos para estos cuartos es el de usar interruptores y no otro equipo como seccionadores de potencia.
- c) El equipo seleccionado cumple las características eléctricas como tensión de operación, capacidad de corriente, capacidad de interrupción, etc.

#### **4.7 Cálculo de Barras en 22.9 KV**

Las celdas en 22.9 KV tiene barras de cobre para las conexiones de los equipos al transformador, siendo las barras de cobre de 5x40 mm con apoyos separados 1.00 máximo.

Esfuerzo máximo de cortocircuito

$$F = 0.2 \times I_{ch}^2 \frac{L}{d}$$

F = Fuerza ejercida por el conductor (N)

$I_{ch}$  = Corriente de Choque (KA) = 3.3 KA

d = distancia de separación entre barras (cm) = 40 cm

L = longitud entre apoyos = 1.00 m

$$F = 5.44 N \quad (4.3)$$

$$\sigma = \frac{FL}{8W} \quad (4.3)$$

$\sigma$  = Esfuerzo de fase

L = Longitud entre apoyos = 1.0 m

W = Momento flector Máximo (barra Cu5x40mm) = 1.33cm<sup>3</sup>

$\sigma = 51 \text{ N/cm}^2$

$\sigma \leq 1.5 \sigma_0$  donde  $\sigma_0$  es limite de fluencia del Cu ( 20000 N/cm<sup>2</sup>)

#### 4.8 Coordinación de Aislamiento

##### 4.8.1 Selección de Pararrayos para Protección de los Transformadores de Potencia de las Subestaciones Unitarias de 5 , 3.75 y 1 MVA

El pararrayos seleccionado para proteger los equipos fue pararrayos Raychem, modelo HDA, este equipo de protección se ubico dentro de la celda de llegada de la subestación unitaria al ingreso del cable seco de 35 KV, protegiendo de esta forma a los transformadores 1270-TL-13001, 1127-TL-13001 y 1120-TL-13001 y los Seccionadores correspondientes, a continuación indicamos el proceso de selección:

1) Tensión del Sistema fase-fase: 22.9 KV

2) Tensión del Sistema fase-tierra: 13.22 KV

3) Tipo de Sistema eléctricos: Tres conductores con estrella solidamente aterrada

Factor de tierra = 1.4

4) Sobretensión temporal (02 horas):  $T_{ov} = \text{Factor de Tierra} \times 2$

$T_{ov} = 18.5 \text{ KV}$

5) Para estas condiciones el pararrayo seleccionado tiene las siguientes características:

✓ Máxima tensión de Operación continua MCOV = 24.4KV

- ✓ Nivel de protección al frente de onda FOW = 109 KV
- ✓ Nivel de protección al impulso del rayo LPL = 100 KV
- ✓ Nivel de protección al impulso de maniobra SPL = 74 KV
- ✓ BIL del contenedor = 310 KV a 1000 m.s.n.m ( 223KV a 4000 m.s.n.m)
- ✓ Capacidad de absorción de energía: 5.3 kJ / kV

#### **4.8.2 Evaluación de la Coordinación de Aislamiento para US 5, 3.75 y 1 MVA**

Las características de nivel de aislamiento al impulso de rayo en el lado de media tensión de los transformadores de 5, 3.75 y 1 MVA a proteger son las siguientes:

Nivel de aislamiento de bobinados: 150 KV BIL

Nivel de aislamiento de bobinados a la maniobra: 124.5 KVBIL

Nivel de aislamiento de Bushing: 200 KV BIL (4000 m.s.n.m)

Las relaciones de coordinación son las siguientes:

$RP1 = 150 / 100 = 1.5$  (relación de protección al impulso de rayo)

$RP2 = 124.5 / 74 = 1.68$  (relación de protección al impulso de maniobra)

Estos valores son conformes y concluimos que el transformador esta convenientemente protegido.

#### **4.8.3 Selección de Pararrayos de Subestaciones 400 y 75 KVA**

El pararrayos seleccionado para proteger los equipos fue pararrayos Cooper , modelo AZL, este equipo de protección se ubico a la llegada de la línea aérea en cada subestación protegiendo de esta forma a los transformadores 1150-TL-13001 y 1130-TL-13001, el proceso de selección fue similar al anterior pero en este caso el pararrayo seleccionado fue uno tipo distribución de las siguientes características:

- ✓ Máxima tensión de Operación continua MCOV = 24.4KV
- ✓ Nivel de protección al frente de onda FOW = 105.9 KV
- ✓ Nivel de protección al impulso del rayo LPL = 99 KV
- ✓ BIL del contenedor = 200 KV

#### 4.8.4 Evaluación de la Coordinación de Aislamiento de Subestaciones 400 y 75 KVA

Las características de nivel de aislamiento al impulso de rayo en el lado de media tensión de los transformadores de 400 y 75 kVA a proteger son las siguientes:

Nivel de aislamiento de bobinados: 150 KV BIL

Nivel de aislamiento de bobinados a la maniobra: 124.5 KVBIL

Nivel de aislamiento de Bushing: 200 KV BIL (4000 m.s.n.m)

Las relaciones de coordinación son las siguientes:

$RP1 = 150 / 99 = 1.5$  (relación de protección al impulso de rayo)

$RP2 = 124.5 / 74 = 1.68$  (relación de protección al impulso de maniobra)

Estos valores son conformes y concluimos que el transformador esta convenientemente protegido.

#### 4.8.5 Selección de Pararrayos para Protección de Recloser

Se utilizo el mismo tipo de pararrayo distribución, se ubico un juego antes y otro después del recloser a proteger.

El BIL del recloser debe ser derrateado por altura:  $170 \text{ KVBIL} / 1.375 = 123 \text{ KVBIL}$

La relación de coordinación es la siguiente:

$RP = 123 / 99 = 1.24$  (relación de protección al impulso de rayo)

#### 4.8.6 Nivel de Aislamiento de la Línea 22.9 KV

El aislador seleccionado fue el tipo PIN 56.3 con un BIL de 200 KV a 1000 m.s.n.m, (145 KVBIL a 4000 m.s.n.m)

Siendo el BIL nominal de la línea de:  $145 / 1.05 = 138 \text{ KV}$

#### 4.9 Coordinación de la Protección Eléctrica

El objeto de este estudio es realizar el ajuste de los relés de protección de las subestaciones de 5 y 1 MVA ubicadas en Carachugo y la subestación de 3.5 MVA ubicada en Pampa larga; el estudio comprende:

Análisis de Cortocircuito (ver anexo 1, Estudio de coordinación)

Ajuste de los relés de Protección (ver anexo 1, Estudio de coordinación)

Los principales equipos a ser protegidos son:

Transformador de Distribución 5 MVA

Marca : ABB

Tipo : TD2AN  
 Serie : 350491-01  
 Tensión : 22900 +/- 2x2.5% / 4160 V  
 Potencia : 5000 KVA  
 Refrigeración : OA  
 Altura : 4000 m.s.n.m  
 BIL bobinado/ bushing : 150/200  
 Impedancia : 6.5%  
 Conexión : Dyn1  
 Fases : 3  
 Frecuencia : 60 Hz

Transformadores de corriente lado 22.9 KV

Transformador de corriente 150/5 A de fase

Transformadores de Corriente lado 4.16 KV

Transformador de corriente 800/5 A de fase

Transformador de corriente 50/5 A instalado en el neutro

Transformador de corriente toroidal 50/5 A instalado en las fases

Transformador de Distribución 3.5 MVA

Marca : ABB  
 Tipo : TD2AN  
 Serie : 350493-01  
 Tensión : 22900 +/- 2x2.5% / 4160 V  
 Potencia : 3500 KVA  
 Refrigeración : OA  
 Altura : 4000 m.s.n.m  
 BIL bobinado/ bushing : 150/200  
 Impedancia : 5.75 %  
 Conexión : Dyn1  
 Fases : 3  
 Frecuencia : 60 Hz

Transformadores de corriente lado 4.16 KV

Transformador de corriente 600/5 A de fase

Transformador de corriente 50/5 A instalado en el neutro

Transformador de corriente Toroidal 50/5 A instalado en las fases.

#### Transformador de Distribución 1 MVA

Marca	: ABB
Tipo	: TD2AN
Serie	: 350492-01
Tensión	: 22900 +/- 2x2.5% / 480 V
Potencia	: 1000 KVA
Refrigeración	: OA
Altura	: 4000 m.s.n.m
BIL bobinado/ bushing	: 150/200
Impedancia	: 5.6 %
Conexión	: Dyn1
Fases	: 3
Frecuencia	: 60 Hz

#### 4.9.1 Relés de Protección

Los relés de protección de los transformadores a ser instalados son (ver estudio de coordinación anexo 1:

##### a) Relé Multifunción Protección de Transformadores T60 GE

Se instalará un relé multifunción T60 marca General Electric, que tiene las siguientes funciones de protección:

- ✓ Protección diferencial instantánea o porcentual (87T / 87 H)
- ✓ Protección de Sobre corriente para fallas aisladas 50/51
- ✓ Protección de Sobre corriente para fallas a tierra 50N/51N
- ✓ Protección de Sobre flujo 24
- ✓ Protección de Mínima y Máxima tensión 27/59
- ✓ Protección de Mínima frecuencia y sobre frecuencia 81U/81O

##### b) Relé Multifunción Protección de Alimentadores F60 GE

- ✓ Protección de Sobre corriente para fallas aisladas 50/51/67
- ✓ Protección de Sobre corriente para fallas a tierra 50N/51N/67N
- ✓ Protección de Secuencia negativa 47
- ✓ Protección de falla del Interruptor
- ✓ Protección de Mínima y Máxima tensión 27/59
- ✓ Protección de Mínima frecuencia y Sobre frecuencia 81U/81O

- ✓ Función de Sincronismo 25
- ✓ Función de Recierre 79

**c) Relé protección de alimentador 750 GE**

- ✓ Protección de mínima y máxima tensión 27/59
- ✓ Protección para Sobre corriente para fallas aisladas 50/51/67
- ✓ Protección de Sobre corriente de fallas a tierra 50N/51N/67N
- ✓ Protección de secuencia negativa 47
- ✓ Protección de mínima frecuencia 81U

**d) Relé de protección de alimentadores Digitrip 520**

- ✓ Protección de sobrecarga
- ✓ Protección de Long delay
- ✓ Protección Short delay
- ✓ Protección Instantánea
- ✓ Protección de falla a tierra

**e) Relé SR 469 protección de motores de MT**

- ✓ Protección de Sobrecarga
- ✓ Protección de sobreintensidad
- ✓ Protección de sobretensión
- ✓ Protección de subtensión
- ✓ Protección de rotor bloqueado
- ✓ Protección de inversión de fase

**4.10 Protección Contra Descargas Atmosféricas Directas**

La protección de las instalaciones contra descargas atmosféricas se realiza con pararrayos tipo ionizantes no radiactivos; la zona protegida está delimitada por una superficie de revolución que está definida por los radios de protección correspondientes a las diferentes alturas consideradas y cuyo eje es el mismo que el pararrayo.

Tabla 4.10: Niveles de protección

H (m)	Nivel 1	Nivel 2	Nivel3
2	43	51	58
3	62	75	84
4	83	99	110
5	104	124	135
6	104	125	135
8	104	125	136
10	104	126	137
20	104	130	142
40	104	130	144

La altura de instalación de los pararrayos fue de 12 m con un radio de cobertura de 104 m para el nivel 1.

La cobertura de protección contra descargas atmosféricas se instalo en todas las subestaciones y estaciones de bombeo, se instalo una puesta a tierra independiente para cada pararrayo y se conecto esta a las puestas a tierra cercanas por condición de equipotencialidad.

Los soportes para los pararrayos fueron postes de CAC 12/400 mas un mástil de 2m en la parte superior.

#### 4.11 Análisis de Mediciones de Resistividad y Cálculo de Malla a Tierra

El propósito de este cálculo es el diseñar las mallas a tierra de las subestaciones eléctricas de este proyecto.

Las principales consideraciones eléctricas para el diseño del sistema de puesta a tierra son las siguientes:

- ✓ Unión sólida entre entre el Sistema eléctrico y tierra, proporcionando el potencial cero para los neutros de los transformadores.  
La protección de las personas contra choques eléctricos contra energización accidental de las masas por acumulación de carga estática o por falla directa o indirecta.  
El correcto funcionamiento del propio sistema y de los elementos de protección.
- ✓ El control de los potenciales anormales

- ✓ Protección de equipos electrónicos

### **Medición de la Resistividad**

Las mediciones se han efectuado empleando el método Wenner que aplica el principio de la caída de potencial, este método aplica la disposición de 04 electrodos de sondeo en línea recta, clavados equidistantes y a una misma profundidad de clavado

Se trazo una línea de prueba y en ella se debe obtener como mínimo 04 puntos, para nuestro propósito se tomaron las siguientes distancias indicadas en el cuadro de mediciones.

### **Diseño del Sistema de Puesta a Tierra**

Tomando en consideración el valor seleccionado de la resistividad se uso el Estándar 80 de la IEEE para el cálculo del Sistema de puesta a tierra en subestaciones.

Con los valores de la corriente de cortocircuito y de la resistividad de la primera y segunda capa se definió realizar una puesta a tierra tipo malla, considerando conductores desnudos calibre 4/0 AWG instalados a 0.75 cm de profundidad.

Para mejorar la resistividad se ha empleado tierra cernida con bentonita en un 5% del volumen total, las conexiones subterráneas se han hecho con soldadura en frío y solamente se a empleado un varilla copperweld para mediciones de mantenimiento

Se ha logrado una resistencia de 16 Ohmios y un control aceptable de las tensiones de toque y paso.

## **CAPÍTULO V**

### **SISTEMA DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES**

#### **5.1 Alcance de los Trabajos**

Esta especificación cubre los requerimientos generales para el equipamiento de toda la labor, materiales y servicios según se requiera para el diseño, fabricación, prueba y documentación del sistema de controladores lógicos programables para las instalaciones de Minera Yanacocha SRL, en Cajamarca, Perú.

Es responsabilidad del proveedor que el diseño, funcionalidad y desempeño del sistema completo con todos sus componentes estén en conformidad con los trabajos especificados y cumple con los requerimientos del cliente a entera satisfacción.

#### **Exclusiones al Alcance**

Los siguientes ítems están específicamente excluidos de esta especificación y serán implementados por el cliente:

- ✓ Canalización y cableado eléctrico externo al equipo suministrado

#### **5.2 Referencias, Estándares y Códigos Aplicables**

El oferente es responsable de asegurar que todo el sistema de controladores lógicos programables, accesorios y materiales implementados han sido diseñados y fabricados en conformidad con todas los códigos y reglas de la ingeniería aplicables al servicio específico y realizados bajo los estándares y condiciones especificados.

En caso de que surjan discrepancias entre esta especificación y los códigos y estándares aplicables, el código o estándar aplicable debe prevalecer y el cliente será informado por escrito por el oferente de tales discrepancias.

#### **5.3 Requerimientos Técnicos**

Todos los componentes del sistema de controladores lógicos programables son productos del catálogo estándar del fabricante y de confirmada idoneidad para la operación deseada. Los prototipos no son aceptables. Los

## **CAPÍTULO V**

### **SISTEMA DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES**

#### **5.1 Alcance de los Trabajos**

Esta especificación cubre los requerimientos generales para el equipamiento de toda la labor, materiales y servicios según se requiera para el diseño, fabricación, prueba y documentación del sistema de controladores lógicos programables para las instalaciones de Minera Yanacocha SRL, en Cajamarca, Perú.

Es responsabilidad del proveedor que el diseño, funcionalidad y desempeño del sistema completo con todos sus componentes estén en conformidad con los trabajos especificados y cumple con los requerimientos del cliente a entera satisfacción.

#### **Exclusiones al Alcance**

Los siguientes ítems están específicamente excluidos de esta especificación y serán implementados por el cliente:

- ✓ Canalización y cableado eléctrico externo al equipo suministrado

#### **5.2 Referencias, Estándares y Códigos Aplicables**

El oferente es responsable de asegurar que todo el sistema de controladores lógicos programables, accesorios y materiales implementados han sido diseñados y fabricados en conformidad con todas los códigos y reglas de la ingeniería aplicables al servicio específico y realizados bajo los estándares y condiciones especificados.

En caso de que surjan discrepancias entre esta especificación y los códigos y estándares aplicables, el código o estándar aplicable debe prevalecer y el cliente será informado por escrito por el oferente de tales discrepancias.

#### **5.3 Requerimientos Técnicos**

Todos los componentes del sistema de controladores lógicos programables son productos del catálogo estándar del fabricante y de confirmada idoneidad para la operación deseada. Los prototipos no son aceptables. Los

componentes electrónicos deben ser de la más reciente tecnología probada. Todos los componentes deben ser nuevos y se debe garantizar que no se vuelvan obsoletos dentro de 5 años.

Según el criterio de diseño eléctrico, la energía de alimentación para el sistema PLC es 120 Vca, 60 Hz, monofásico, solidamente aterrizados. El sistema de controladores lógicos programables está alimentado desde una fuente de poder in-interrumpible UPS.

El sistema de controladores lógicos programables es capaz de trabajar continuamente, 24 horas al día, 365 días del año, en un ambiente polvoriento, una atmósfera húmeda que contiene arena y partículas de polvo de dimensiones del micrón. Las condiciones climáticas son de la mayor importancia. Todo el equipo instalado en terreno tiene un encapsulado metálico (no Policarbonato o similar) con protección de tipo NEMA 4X. Para instalaciones en salas eléctricas o de control se deberá proveer protección NEMA 12.

El sistema de controladores lógicos programables está diseñado y probado para operar en un ambiente con alto contenido de ruido eléctrico correspondiente a una planta industrial. El diseño del equipo, componentes y accesorios reducen la interferencia electromagnética (EMI) e interferencia de radio-frecuencia (RFI).

El equipo debe ser diseñado para soportar vibración generada por operación de equipo pesado típicamente encontrado en lugares industriales, particularmente en áreas mineras.

El sistema de controladores lógicos programables es suministrado completamente, incluyendo todas las fuentes de poder, racks, tarjetas de I/O, interfases de comunicación, drivers de comunicaciones y software en general, software de aplicación y desarrollo, protocolos, amplificadores, kits de montaje de equipos y componentes, bloques de terminales, fusibles, cables, conectores, gabinetes, etc. y todos los accesorios adicionales requeridos para completar y hacer operable el sistema. El sistema de controladores lógicos programables es modular y facilitar cualquier expansión futura.

## **5.4 Hardware del Sistema**

### **5.4.1 General**

El sistema de PLC proporciona un espacio generoso para la expansión del sistema. No más del 60 por ciento de la memoria disponible del sistema será

usada. Los racks de entradas/salidas están dimensionados con un 20 por ciento de ranuras libres. Las regletas de terminales de entradas/salidas están dimensionadas para proporcionar un 30 por ciento de terminales libres, incluyendo terminales porta fusible. Al menos un 20 por ciento de entradas/salidas de reserva será suministrado totalmente instalado y conectado. Todos los sistemas están puestos y ensamblados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los componentes. Esto incluirá técnicas recomendadas para separar fuentes de alimentación y supresión de transientes y ruido.

El tiempo de exploración del programa del PLC es suficientemente rápido para apoyar las exigencias de funcionamiento especificadas en los documentos. Bajo ninguna consideración el tiempo de exploración excederá los 120 ms.

El sistema de PLC está programado por medio de un computador personal (IBM PC compatible) que será proporcionado por el proveedor. El software para la programación del PLC, estación de operaciones y terminales de operación es suministrado por el proveedor.

La memoria del controlador posee una batería de respaldo para protegerla por un mínimo de seis meses. Se debe proporcionar una indicación de batería normal. La indicación de batería baja será informada a través de la red de comunicación hasta la estación de operaciones. Cuando ocurra una falla de energía, el sistema automáticamente pondrá en espera las secuencias programadas y funciones de exploración en el módulo controlador. Una vez que la energía es reestablecida, el sistema de control tendrá la opción de reiniciar para continuar la operación o automáticamente ejecutar funciones de exploración en el módulo controlador.

Cada componente del sistema está marcado claramente con su identificador y número de serie, función y cuando sea relévante, su número de certificación.

Interferencias de radio frecuencia (RFI) o interferencias electromagnéticas (EMI) no afectará negativamente la operación de los componentes del sistema. También, ningún componente del sistema es una fuente de RFI o EMI, que podría afectar negativamente la operación de otro equipo. El oferente proporcionará la verificación de la compatibilidad de RFI/EMI.

Las estaciones de operación, impresoras y estaciones de programación portátiles no están incluidas en el alcance de esta especificación, sin embargo, cualquier hardware o software necesario para comunicar estos dispositivos con el sistema de PLC estará incluido en el alcance de esta especificación.

Los módulos del sistema, tanto de entrada/salida, controladores, de comunicaciones, etc. son capaces de ser removidos y reemplazados sin necesidad de desconectar cualquier cable de terreno o desenergizar ningún componente del PLC.

#### **5.4.2 Módulo Controlador**

El módulo controlador es capaz de manejar lógica tipo relé RLL (Relay Ladder Logic), contadores, temporizadores, control PID, manipulación de números en registros, transferencia de datos, matriz de funciones, monitoreo análogo, comparadores análogos y funciones aritméticas.

La unidad de procesamiento central soporta la lógica tipo escalera. Otros lenguajes (por ejemplo: Lista de instrucciones, bloque de funciones, etc.) pueden ser usados sólo con la aprobación del cliente.

Todo el programa es retenido durante un corte de energía por el uso de una batería de respaldo para la memoria RAM o EEPROM. Donde quiera que se utilicen baterías, son de litio y el procesador será programado para alarmar por batería baja.

#### **5.4.3 Módulos de Entrada/Salida**

El sistema tiene la capacidad de aceptar las siguientes entradas y salidas de proceso:

- ✓ Entradas análogas aisladas, 4-20 mA, 0-5 VDC, +/- 5 VDC, +/- 10 VDC
- ✓ Salidas análogas aisladas, 4-20 mA @ 24 VDC
- ✓ Entradas digitales aisladas, 115 VAC (24Vdc solo en casos especiales cuando se especifique)
- ✓ Salidas de contacto tipo relé aisladas: (SPDT o convertible N.O. - N.C. con capacidad de por lo menos 2-Amperes a 115 VAC continuos)

#### **Entradas digitales**

Los módulos de entradas discretas pueden aceptar entradas desde dispositivos como interruptores de límite, botoneras y estados de arrancadores de motor. Cada entrada de será ópticamente aislada desde la entrada a la tarjeta

electrónica y el estado energizado de la entrada será indicado con un diodo emisor de luz, instalado en el panel frontal del módulo. Los módulos poseen protecciones internas para evitar daños por transientes de voltaje. Los accesorios como cables de conexión de los módulos con los bloques terminales, los bloques terminales, fusibles, bloques terminales de alimentación de contactos, fueron suministrados por el proveedor.

### **Salidas digitales**

Los módulos de salidas discretas son capaces de activar solenoides, arrancadores, y bobinas con una carga de hasta 220 Watts por punto de salida. Cada salida de voltaje es ópticamente aislada desde la electrónica de la tarjeta de salida. Las salidas individuales tendrán diodos emisores de luz para indicar cuando la salida está energizada. Supresores internos son proporcionados para prevenir accionamientos falsos. Junto a los módulos, el proveedor debe suministrar los racks de montaje, su alambrado, las fuentes de energía y cualquier equipo de interconexión. Sólo se usan salidas de contacto tipo relé.

Todas las salidas digitales son individuales y tendrán fusible y luz indicadora de fusible quemado. Los fusibles son accesibles sin la necesidad de desenergizar cualquier parte del PLC.

### **Entradas análogas**

Los módulos de entradas análogas convierten las señales análogas (típicamente entregada por el transductor de un instrumento) a una señal digital, que puede ser utilizada por el procesador. Se tiene un TVSS con aislamiento apropiado para proteger contra transientes de voltaje. Junto a los módulos se suministró los racks de montaje, su alambrado, las fuentes de energía y cualquier equipo de interconexión.

En los módulos de entrada multicanal, cada canal está aislado eléctricamente del otro. El formato de las señales de entrada análogas será estandarizado a 4 – 20 mA con una señal de comunicación HART superpuesta al lazo de corriente estándar. Mediante esta señal de comunicaciones es posible monitorear parámetros específicos del transmisor en forma remota, desde las salas de control.

Sin embargo, para entradas de termocuplas y RTD, se prefiere el uso de módulos dedicados para entradas de temperatura por sobre un transmisor con el

propósito de convertir la señal. Los módulos de entradas análogas son capaces de aceptar señales desde transmisores de dos alambres (loop powered) y de cuatro alambres (self-powered).

Todos los módulos de entradas análogas tienen una resolución de conversión análoga a digital no inferior a 12 bits.

### **Salidas Análogas**

Los módulos de salidas análogas son capaces de convertir valores digitales desde el procesador a señales análogas para ser usada por un dispositivo. Las salidas son aisladas ópticamente para protegerlas contra transientes de voltaje. Junto a los módulos, el proveedor debe suministrar los racks de montaje, su alambrado, las fuentes de energía y cualquier equipo de interconexión.

El formato de las señales de salida análogas son estandarizados a 4 – 20 mA con una señal de comunicación HART superpuesta al lazo de corriente estándar. Mediante esta señal de comunicaciones será posible monitorear parámetros específicos del actuador en forma remota, desde las salas de control. De acuerdo con el listado de entradas/salidas algunas salidas análogas tienen fusible y la luz indicadora de fusible quemado. Los fusibles son accesibles sin la necesidad de desenergizar cualquier parte del PLC.

Todos los módulos de salidas análogas tienen una resolución de conversión análoga a digital de al menos 12 bits.

### **Puerto de datos seriales**

La interfase para el puerto de datos seriales es preferentemente RS-422 (o RS-485). Sin embargo, cuando la interconexión de dispositivos sólo soporte RS-232-C, el contratista considerará la distancia del cable entre la puerta serial del PLC y la conexión a cualquier dispositivo inteligente. Para cualquier aplicación que requiera longitudes de cable mayores a 15 metros, el contratista suministro modems o módulos conversores de medio o protocolo físico para solucionar esta situación.

El proveedor suministró todos los protocolos de software para comunicar eficiente y confiablemente los componentes requeridos.

## **Enlaces de Datos de Alto Desempeño**

El sistema de controladores lógicos programables puede conectarse a una red LAN (local area network) corporativa de acuerdo con los requerimientos de configuración de la red y la tasa de transferencia de datos especificados (típicamente Ethernet). El contratista proporcionó todos los componentes de hardware, dispositivos de comunicación estándar y cualquier programa de aplicación requerido para satisfacer este requerimiento.

### **5.4.4 Estaciones de Operación para Salas de Control**

Los terminales de operación son paneles tipo pantalla gráfica configurable. Las pantallas serán a color del tipo LCD preferentemente. El tamaño mínimo de la pantalla será de 21" diagonales. Tendrán grado de protección NEMA 12 con montaje sobre escritorio. Las estaciones se comunican con el módulo controlador de operaciones. El proveedor suministró todos los dispositivos de interfase, conectores, adaptadores, resistencias, y cualquier otro hardware necesario para la comunicación directa entre la estación de operación y el módulo controlador del PLC.

### **5.4.5 Terminales de Operación de Terreno**

Los terminales de operación son paneles tipo pantalla gráfica configurable. Las pantallas son a color del tipo LCD preferentemente. El tamaño mínimo de la pantalla será de 10" diagonales. Tendrán grado de protección NEMA 4X. Conveniente para su instalación al aire libre. Los terminales se comunican con el módulo controlador de operaciones. El proveedor instalará los terminales en las puertas frontales de los gabinetes de PLC preferentemente. El proveedor suministró todos los dispositivos de interfase, conectores, adaptadores, resistencias, y cualquier otro hardware necesario para la comunicación directa entre el terminal de operaciones y el módulo controlador del PLC.

### **5.4.6 Comunicaciones**

El sistema de comunicaciones del PLC es a través de un enlace estándar del proveedor. El módulo controlador se comunica con unidades de entradas/salidas remotas a través de un acoplamiento estándar del proveedor. El proveedor indica las distancias máximas del cable o fibra óptica para el hardware propuesto, que pueda permitir y mantener un tiempo de respuesta máximo del sistema de 1.0 segundo. El proveedor suministró todos los dispositivos de

interfase, conectores, adaptadores, conversores, switches, hubs, cables pre-armados, resistencias, y cualquier otro hardware necesario para el sistema de comunicaciones.

El proveedor suministró los dispositivos de interfase, conectores, adaptadores, cables pre-armados, resistencias, y cualquier otro hardware necesario para una comunicación directa entre los módulos controladores y una estación de programación portátil.

#### **5.4.7 Suministro de Energía**

El suministro de energía para todos los gabinetes de PLC, tanto controladores como gabinetes de entradas/salidas remotas es desde un sistema de energía ininterrumpible (UPS). El suministro de energía es de 120 Vca /60 Hz como se mencionó. El proveedor indicará los requerimientos de corriente.

El estado de la fuente de energía del PLC esta claramente indicado. Las conexiones de la fuente de energía serán tal que ninguna falla en el suministro cause daño a los módulos del sistema.

#### **5.4.8 Especificación de los Controladores**

a) Control Logix Controller and Memory Board

Cat N° 1756-L1-M24

b) ControlLogix ControlNetBridge

CAT N° 1756-CNB, -CNBR Series C and D

c) ControlLogix EtherNet/IP Bridge Module

Cat N1756-ENBT

d) ControlLogix Power Supplies

Cat N° 1756-PA75/A,PB75/A

e) ControlLogix Chassis – Series B

Cat N° 1756-A4,-A7,A10,-A13,-A17

f) ControlLogix Hart Analog Modules

Cat N° 1756sc-IF8HI,1756sc-OF8H

g) Power Supply 24 Vdc

Cat N° 1606-XLP100E

h) ControlLogix AC(79-132V) Isolated Input Module

Cat N° 1756-IA161

i) ControlLogix AC(10-265V) DC (5-150V) Isolated Output Module

Cat N° 1756-OW161

j) ControlNet Coax tap

Cat N° 1786-TPR,-TPS,-TPYR,-TPYS

k) Panel View Plus, Versa View CE Terminal and display Models

Cat N° 2711P and 6182H

l) ControlNet Modular Repeater Adapter

Cat N° 1786-RPA/B

m) ControlNet Fiber Optic Ring repeater Modules

Cat N° 1786-RPFRXL

## **5.5 Gabinete**

### **5.4.1 General**

Los gabinetes tienen un tamaño adecuado para asegurar una apropiada disipación de calor. El oferente determinará los requerimientos de disipación de calor basados en condiciones ambientales específicas.

Los gabinetes tienen un 25% de espacio disponible para expansiones futuras.

Los gabinetes están equipados con cáncamos de izar. Estos están ubicados en la parte superior del gabinete, uno en cada esquina. Las puertas de los gabinetes están provistas de chapas con llave. Las llaves para todos los gabinetes son idénticas.

Según el criterio de diseño eléctrico la energía de alimentación para los gabinetes es 120 VCA, 60 Hz, monofásico, solidamente aterrizado. El gabinete tiene terminales de alimentación para los requerimientos de distribución de energía.

Todos los gabinetes tienen un grado de protección NEMA 12 para requerimientos ambientales de instalaciones interiores, típicamente en salas eléctricas o de control. Para instalaciones exteriores los gabinetes tienen un grado de protección NEMA 4X.

La entrada de cables para los gabinetes es tanto por la parte superior como inferior, dependiendo de los requerimientos de terreno. Todos los gabinetes tienen acceso por la parte frontal, a menos que se especifique acceso lateral o por el dorso, en algún caso particular. Todos los equipos montados en el interior de los gabinetes, excepto los racks de PLC, están montados en riel DIN, a

menos que se indique lo contrario. Un equipo fluorescente de 20 Watt con protector iluminará internamente los gabinetes.

Cada gabinete tiene un enchufe hembra doble de 15 Amp, 120 VCA, NEMA 5-15R con conexión a tierra GFIC montado en la parte inferior del gabinete.

#### **5.4.2 Pintura**

Los gabinetes son limpiados, preparados, y pintados finalmente de acuerdo con las especificaciones estándares del proveedor. El color de pintura exterior de los gabinetes será ANSI 61. El interior de los gabinetes está acabado con esmalte blanco. Un cuarto de litro de pintura de cada color por gabinete es suministrado para los retoques en terreno.

#### **5.4.3 Placas de Identificación**

Dos placas de identificación de 6" por 2" con el número de equipo es suministrado con cada gabinete. Las placas son grabadas en lamicoïd, fondo negro con letras blancas. Una placa es puesta en la parte exterior de la puerta del gabinete y la otra en la parte interior de la puerta. Las placas están fijadas con pegamento industrial, o con tornillos de acero inoxidable.

Además, una placa de identificación separada llevará el número de la orden de compra y el número de ítem de la orden para cada gabinete de PLC. Esta placa será instalada en la parte interior de la puerta.

#### **5.4.4 Alambrado**

El cableado realizado por el proveedor está restringido a los bloques de terminales al interior de los gabinetes. No se conectará más de dos cables por terminal. No existe ningún cableado ni puente por el lado de terreno de los bloques de terminales. Todos los circuitos en el gabinete, incluyendo cables de tierra, son aislados de la estructura de éste.

Cables de señales electrónicas son del tipo pares trenzados apantallados con cable de drenaje. El cable será de cobre trenzado con una sección mínima de 16 AWG.

Cables para 120 VCA y 125 VCC serán de cobre trenzado con una sección mínima de #18 AWG y con aislador para 600-Volts.

Se debe instalar mangas termocontraíbles con el número de cable impreso en forma indeleble en el extremo de cada cable. Los marcadores adhesivos no son aceptables.

Los cables horizontales y verticales entre los bloques de terminales y los módulos de entrada/salida serán confinados en bandejas. La superficie de la sección transversal de las bandejas utilizada no debe exceder el 30%. Las bandejas para el cableado de terreno está dimensionada para cables #14 AWG y la sección utilizada no excede el 50% útil. El empalme de cables en circuitos eléctricos no es aceptable.

El número de los cables desde los módulos de entradas/salidas hasta los bloques de terminales está de acuerdo con el índice de entradas/salidas referido en la requisición de material.

#### **5.4.5 Bloque de Terminales**

Todos los terminales de los módulos de entrada/salida del PLC son alambrados a bloques de terminales, que son provistos para todo el alambrado de terreno. El alambrado de terreno no está conectado directamente a los terminales de los módulos de entrada/salida. Los niveles de voltaje serán segregados en bloques de terminales de terreno como sigue:

- ✓ Señales corriente alterna
- ✓ Señales corriente continua
- ✓ Señales análogas

Todos los terminales tienen la capacidad de aceptar cables trenzados #12, 14, 16, y 18 AWG conectados mediante tornillos o arreglos de prensas a presión.

A no ser que se indique lo contrario, todos los bloques de terminales están montados en riel DIN, y serán del tipo IEC. No se permitirán bloques de terminales que requieran

Herramientas especiales para la conexión.

La cantidad de bloques de terminales suministrada para cada gabinete de PLC estará basada en el índice de entradas/salidas. Todo el alambrado desde la regleta de terminales de cada módulo de entrada/salida hasta los bloques de terminales de terreno será realizado en bloques continuos de terminales y no dividido en dos o más regletas de terminales.

Todos los bloques de terminales para entradas y salidas discretas (solo el lado de alta) tendrán fusible de 0.5 Amp, éstos serán fusibles lentos con indicación de fusible quemado, de acuerdo con el índice de entradas/salidas referido en la requisición de material.

Cada gabinete fue suministrado con bloque de terminales para energía e interruptores termomagnéticos para distribución de 120 VCA para cada instrumento de terreno, además requerirán bloques de terminales e interruptores termomagnéticos para energizar los racks del PLC y dispositivos auxiliares. Estos bloques de terminales e interruptores estarán agrupados juntos en una sección del gabinete.

Cada bloque de terminales será etiquetado con un identificador único, y cada uno de los extremos de los cables será etiquetado de acuerdo con los planos de alambrado proporcionados por el proveedor.

Los bloques de terminales están ordenados de manera tal que agrupen circuitos del mismo nivel de voltaje y neutros comunes. El proveedor suministró puentes del tipo peine o puentes del tipo carril diseñados para ser usados con el tipo de terminales propuesto. No se permitió puentes de cable hechos a mano.

#### **5.4.6 Energía**

El proveedor suministró una fuente de poder de 24 VCC en cada gabinete. El voltaje de entrada será de 120 VCA y la salida de 24 VCC, y de 5 amperes de capacidad. El proveedor suministrará interruptores termomagnéticos tanto en la entrada como en la salida de la fuente de poder.

La energía de 120 VCA para los componentes que la requieran son entregados a través de interruptores termomagnéticos individuales montados en un bloque de terminales de distribución. Los interruptores serán del tipo push on/push off. Se dispone de un 25% de interruptores de reserva para alimentar instrumentos de terreno u otros equipos internos del panel, previo estudio de las cargas del gabinete y sus protecciones eléctricas.

Cada gabinete dispone de tomas de corriente auxiliares para propósitos especiales, mínimo de 2 por gabinete, las cuales son alimentadas desde un bloque de terminales y un interruptor termomagnético separado.

### 5.4.7 Buses de Tierra

El contratista conectó la estructura de cada gabinete a la malla de tierra de la planta.

Cada gabinete tiene una barra de cobre para tierra de seguridad adecuada para el número requerido de conexiones a tierra.

Cada gabinete tiene una barra de cobre aislada para tierra de señal a la cual se conectarán las pantallas de los cables de señales de 4-20 mA y 24 VCC. La barra de tierra aislada está conectada al sistema de tierra global de la planta. Cada gabinete es suministrado con una oreja de bronce para conectar un cable de tierra aislado # 4/0.

Todos los equipos que requirieron conexión a tierra fueron cableados y conectados firmemente directa e independientemente a la barra de tierra. Las planchas metálicas de los gabinetes no fueron usadas como barra de tierra bajo ninguna circunstancia.

## 5.5 Software del Sistema

### 5.5.1 General

El proveedor proporcionó un sistema totalmente funcional, incluyendo todos los paquetes de software y herramientas de programación requeridas para programar. Todos los programas son entregados en CD, de preferencia, o diskette de 3-1/2" en su defecto. El software incluye programación en línea, fuera de línea y paquetes de documentación.

Se proporciono un medio de protección para la memoria para prevenir cambios de programa no autorizados. Referirse a la sección 7.2 para datos específicos del sistema de seguridad.

Los paquetes de software proporcionados incluyen, como mínimo, lo siguiente:

- ✓ Drivers para comunicación con todos los puntos de monitoreo o control.
- ✓ Drivers para todos los dispositivos de comunicación externos.
- ✓ Software para desarrollar los despliegues gráficos.
- ✓ Despliegue y Administrador de alarmas
- ✓ Tendencias en tiempo real e histórico.
- ✓ Auto documentación para generar rápidamente informes basados en la información de configuración del sistema incluyendo la configuración del

hardware, la configuración de control, información de la base de datos, registros de datos y actividades, detección de eventos, etc.

✓ Diagnóstico del sistema.

Se incluyo paquetes de software para proporcionar funciones opcionales como se menciona a continuación:

✓ Generación de reportes.

✓ Almacenamiento de datos históricos de cualquier punto del sistema. Éstos serán almacenados en los medios digitales disponibles.

Para el software de programación y operación del PLC, ver Criterio de Diseño de Programación de PLC 000.270.1805. Para el software de configuración y operación de terminales y estaciones de operación, ver Criterio de Diseño de Despliegues Gráficos 000.270.1809.

### **5.5.2 Seguridad del Sistema**

El sistema de control está equipado con un software de bloqueo, el cual previene el acceso de personal no autorizado, con las siguientes funciones como mínimo. Cada función por separado puede ser bloqueada o tener en un nivel de prioridad diferente.

- ✓ Cambios en la lógica de configuración.
- ✓ Cambios en la configuración de gráficos.
- ✓ Cambios en los parámetros de ajuste de los controladores.
- ✓ Cambios en la configuración de controladores.
- ✓ Cambios en los límites de las alarmas.
- ✓ Cambios de alarmas on/off.

### **5.5.3 Entrenamiento y Asistencia a la Puesta en Marcha**

El proveedor dió un soporte continuo al cliente durante la puesta en marcha y operación de la planta. El proveedor especificará estos recursos al momento de la cotización.

## **5.6 Pruebas**

### **5.6.1 Inspección**

El proveedor debe permitir, sujeto a petición, el libre acceso a sus talleres en cualquier momento con el propósito de inspección de equipos y obtención de información del progreso del trabajo.

Cada dispositivo totalmente ensamblado fue probado completamente y calibrado previo al embarque, de acuerdo con los procedimientos estándares del proveedor para asegurar la correcta funcionalidad. El proveedor entregó documentación de prueba / calibración al cliente.

El proveedor ajustó, conectó y probó correctamente entre todos los dispositivos y sus sub-componentes. Pruebas de Aceptación en Fábrica  
Una vez que todo el equipo esté conectado y armado, listo para ser transportado hacia terreno, se realizará una prueba de aceptación en fábrica (FAT: Factory Acceptance Test), en la cual se probará lo siguiente:

- ✓ Conectividad entre los distintos equipos del sistema completo, a modo de probar la correcta integridad del sistema, analizando las distintas funcionalidades propuestas. Si existen tramos de fibra que conecten los diferentes equipos, éstos deben ser reemplazados por jumpers, no se aceptará probar solo el enlace en Cobre.
- ✓ Cada una de los puntos de entrada y salida análogos, comprobando la curva de calibración en 5 puntos: 0% (4 mA), 25% (8 mA), 50% (12 mA), 75% (16 mA) y 100%(20 mA), además se probará alarmas de sobre rango (>20 mA) y sub-rango (< 4 mA), y su indicación correspondiente.

#### **5.6.2 Pruebas de Aceptación de Software y Conexión a Centro de Control de Motores**

Luego del FAT, descrito en el punto anterior, se realizará un SAT (Software Acceptance Test), una vez que los gabinetes del sistema completo estén conectados al centro de control de motores correspondiente al interior de la sala eléctrica. Si se dispone de salas eléctricas prefabricadas, esta prueba se efectúo en los talleres del fabricante de las salas eléctricas y el proveedor del PLC entregó sus equipos para ser enviados a la mina. En el caso de salas eléctricas de hormigón, esta prueba será parte del comisionamiento normal y será realizado en terreno.

El SAT incluye la aplicación de software ya desarrollada para el proyecto, es decir será realizada utilizando los despliegues gráficos de operación. En el SAT se probó lo siguiente:

- ✓ Cada una de los puntos de entrada y salida análogos, comprobando la correcta funcionalidad de las alarmas y la visualización de señales en pantalla de operación, alarmas, etc.
- ✓ Cada una de los puntos de entrada y salida digitales o discretos, comprobando su correcta funcionalidad y conexión en los cubículos arrancadores del centro de control de motores, dado el diagrama esquemático correspondiente.

Para el SAT el proveedor entregó al cliente para su aprobación, los protocolos de prueba.

### **5.6.3 Aceptación Final**

Luego de la instalación y puesta en marcha, se realizó pruebas de disponibilidad. El equipamiento debe operar a satisfacción del cliente durante a lo menos 1 año continuamente. Si no es satisfactorio, el proveedor deberá realizar todas las reparaciones o sustituciones de equipos necesarias sin cobro adicional.

## **CAPÍTULO VI ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **6.1 Subestación Unitaria**

#### **6.1.1 Generalidades**

Cada estación unitaria consiste en:

a) Sección de ingreso 22.9 KV, las opciones son:

- ✓ Seccionador 22.9 KV con fusibles.
- ✓ Interruptor 22.9 KV Metal enclosed

b) Sección Transformador

c) Sección secundaria en 4.16 KV o 480 V aislada con cobertura, las opciones son:

- ✓ Switchgear metal clad 4.16 KV
- ✓ Switchgear metal enclosed en 480V
- ✓ Camara de terminales de cable.

#### **6.1.2 Sección de ingreso, 22.9 KV**

a) **Seccionador bajo carga con fusibles, 22.9 KV**

- ✓ Se utiliza el seccionador con fusibles para transformador 500 KVA a 3,750 kVA
- ✓ La sección de 22.9 KV que contiene este seccionador tiene un BIL de 150 KV y un pararrayo de 24.4 MCOV.
- ✓ Este seccionador tiene 03 polos para ser operado en forma simultanea, con capacidad para soportar el esfuerzo electrodinámico ocasionado por las fallas del sistema y será capaz de interrumpir la corriente de plena carga asociada al transformador..
- ✓ Los fusibles tienen un percutor que accione el mecanismo de apertura cuando ocurra una falla monofásica.
- ✓ El seccionador es operable manualmente desde el frente de la celda. La puerta tiene un enclavamiento mecánico de tal forma que la puerta no pueda ser abierto si el seccionador no se habrá primero.

- ✓ El seccionador es del tipo almacenamiento de energía independiente de los cambios de movimiento de la operación manual. El compartimiento del seccionador tendrá una ventana de inspección y será NEMA 4.
- ✓ Se proveerá del espacio suficiente para alojar las terminaciones de los cables de acometida, en sección y cantidad por fase indicadas en los planos.

#### **b) Interruptor Metal enclosed, 22.9 KV**

- ✓ Los interruptores Metal Enclosed son utilizados en transformadores de 5000 KVA o más.
- ✓ Para la celda en 22.9 KV el BIL será 170 KV como mínimo y tiene un pararrayo de óxido metálico (MCOV = 24 kV rms).
- ✓ El encerramiento del interruptor será NEMA 4.
- ✓ El interruptor de 03 polos, es al vacío y de montaje fijo, operado eléctricamente, tipo operación con almacenamiento de energía. Con tensiones nominales indicadas en la hoja de datos. Cada interruptor tiene los mecanismos de cierre y apertura, contactos auxiliares, bobinas de retención, relés, indicadores de posición mecánica (cerrado-abierto), contadores de operación, adicionalmente cada interruptor está equipado con un dispositivo de disparo y de cierre manual para mantenimiento.
- ✓ Los interruptores tienen los valores nominales de conducción de corriente y de interrupción indicados en la hoja de datos. Los terminales para cables están provistos con el interruptor para aceptar el número de cables y la sección de los mismos indicados en planos y la hoja de datos. Un cable de tierra está provisto para conectar a la barra de tierra. Hay espacio suficiente para los soportes e cables que permitan una fácil instalación de las terminaciones y conos de alivio de los conductores o apantallamientos.
- ✓ El interruptor tiene un accesorio para hacer bloqueos con candado.
- ✓ El interruptor tiene un selector de control para la apertura y cierre así como luces verde y roja para indicar estos estados.
- ✓ La tensión de control es de Control 125 Vdc el cual será suministrada por el usuario
- ✓ El circuito de cierre y disparo tiene de fusibles separados, los fusibles son de frente muerto, tipo insertar sacar.

### 6.1.3 Sección Transformador

- ✓ El transformador es del tipo inmerso en aceite. El líquido dieléctrico tiene un alto flash point y un bajo nivel de toxicidad.
- ✓ El transformador tiene el bobinado de media tensión en triangulo y el de baja tensión en estrella, la conexión del neutro es a través del bushing y se conectara a la malla de tierra, los valores nominales del transformador son de acuerdo con:
- ✓ Los bushing de 22.9 kV tienen 200 kV BIL y los bobinados de 22.9 kV tienen 150 kV BIL como mínimo.
- ✓ Los bushing de 4.16 kV tienen 95 kV BIL y los bobinados de 4.16 kV tendrán 60 kV BIL como mínimo
- ✓ Los bushing de 0.48 kV tienen 45 kV BIL y los bobinados de 0.48 kV tienen 30 kV BIL como mínimo
- ✓ El transformador está provisto con 04 taps a 2 ½ % de la plena capacidad dos arriba y dos abajo de la plena capacidad de la tensión nominal en el bobinado de alta tensión, para realizar el cambio se debe desenergizar.
- ✓ El dispositivo cambiador de taps está equipado con un indicador de posición y el cambio se realizara simultáneamente en cada fase. La operación para este mecanismo para cada posición del tap será facilitada mediante una palanca ubicada en la parte externa del tanque. El mecanismo será capaz de soportar el esfuerzo por corriente de corto circuito simétrica.
- ✓ Todos los bushings de alta y baja tensión son removibles sin necesidad de acceder al tanque del transformador.
- ✓ La impedancia de cada transformador a la frecuencia normal es la especificada en cada data sheet.
- ✓ Cada transformador es suministrado con dos placas para aterramiento y cada una de ellas tendrá dos agujeros para conectar los cables de tierra.
- ✓ Todos los tanques de transformadores son sellados durante la construcción para evitar la respiración.
- ✓ Todos los transformadores son provistos con juntas "Stops" seran provistos para prevenir la sobre compresión de los sellos. El tanque será diseñado para no ser expuesto a la humedad. La tapa del tanque está empernada para eliminar la contaminación de la atmósfera interior del tanque. Donde se

especifique los transformadores son provistos de ventiladores para incrementar la capacidad el transformador al próximo nivel de operación continua.

- ✓ Cuando se requiere conectar un bus entre el transformador y otras secciones, se incluye conexiones flexibles al bushing del transformador para minimizar los daños por efecto sísmico.
- ✓ Los Transformadores son provistos con nitrógeno líquido para la preservación a menos que se indique otra cosa. Los siguientes accesorios son provistos como mínimo en cada equipo:
  - Indicador magnético de nivel de líquido con contactos de alarma.
  - Termómetro del aceite con contactos de alarma
  - Termómetro de bobinados (imagen térmica) con contactos de alarma
  - Indicador de presión de vacío con contactos de alarma
  - Válvula de alivio de presión
  - Válvula de drenaje
  - Placa y diagramas

#### **6.1.4 Centro de Carga Secundario con Encerramiento con Pasillo.**

##### **a) Interruptor Metal Clad 4.16 KV**

- ✓ El switchgear es del tipo Metal Clad y de BIL 95 KV y 36 KV a la frecuencia de red al nivel del mar.
- ✓ La sección del switchgear está conectada al transformador.
- ✓ El encerramiento del Switchgear Metal Clad es NEMA 12 o como esta indicado en la hoja de datos y la pestaña de montaje del transformador.
- ✓ El interruptor es de tres polos, del tipo vacío o SF6, de montaje extraíble, operado eléctricamente, operación tipo almacenamiento de energía. Las tensiones de operación son las indicadas en la hoja de datos. Cada interruptor tiene los mecanismos de cierre y disparo, contactos auxiliares, bobinas de retención, relés, indicadores de posición mecánica (cerrado-abierto), contadores de operación y accesorios, cada interruptor está equipado con dispositivo manual para apertura y cierre por mantenimiento.
- ✓ Los interruptores tienen la capacidad de conducción continua y la de apertura de acuerdo a los planos y hojas de datos. Los terminales de cable serán provisto con el interruptor para aceptar la sección y el número de cables

indicados en los planos y hojas de datos, un cable de tierra será provisto para conectar a la barra de tierra. Hay los suficientes soportes de cables para permitir una fácil instalación de los conos de alivio y de las terminaciones de los apantallamientos de los cables, los interruptores tienen una previsión para poner candado

- ✓ Los interruptores son provistos con un control apertura-cierre como esta especificado en los planos y las hojas de datos, con luces verde y roja indicando la apertura y el cierre del interruptor, estarán ubicadas en el frente de la unidad.
- ✓ La tensión es de 125 Vdc y fue provista por un banco de baterías
- ✓ Los circuitos de cierre y disparo tienen fusibles separados, el block de fusibles será de frente muerto y tendrá los medios de desconexión

#### **b) Interruptor Metal Enclosed, 480V**

- ✓ La sección del Switchgear es un metal-enclosed, vertical, estructura de acero de frente muerto conteniendo barras de energía , una barra de tierra , interruptores de energía, enclavamientos de seguridad , dispositivos de control auxiliar, transformador de control, relés y medidores.
- ✓ La sección del switchgear se conecta a la pestaña de montaje del transformador
- ✓ Una barrera de hoja de metal hay entre las secciones verticales del compartimiento del interruptor y las secciones de control.
- ✓ Las barras horizontal y vertical están aisladas cuando el panel superior o las secciones verticales estén abiertas solamente estarán expuestas las partes vivas en los terminales de carga de los interruptores. El espacio previsto para la salida de los cables será mínimo de 400 mm.
- ✓ Los encerramientos de Switchgear son NEMA 12 o como los indicados en la hojas de datos.
- ✓ La barra de tierra está provista en toda la longitud del montaje y conectada en cada sección vertical, la sección mínima es de 6mmx50mm.Los equipos tienen una conexión a tierra 2/0AWG con terminales no soldables mas una conexión por cada alimentador de interruptor.
- ✓ Los interruptores son de 03 polos, interrupción de aire, extracción horizontal, tipo almacenamiento de energía, operación manual o eléctrica.

- ✓ El interruptor principal está equipado con un dispositivo de disparo selectivo de estado sólido con ajuste de disparo long-time-delay y ajuste short-time-y función  $I^2T$
- ✓ Los interruptores de salida están equipados con dispositivos de disparo de estado sólido con ajuste long-time-delay y ajuste short-time-delay trip y disparo instantáneo.
- ✓ Cuando se especifique en la hoja de datos un dispositivo de disparo de estado sólido también tendrá un elemento de disparo por falla a tierra ajustable y temporizado.
- ✓ Cada interruptor tiene los mecanismos de cierre y apertura, contacto auxiliares, bobinas de retención, relés, indicadores de posición mecánica (cerrado-abierto), contadores de operación, adicionalmente está equipado con un accionamiento manual para mantenimiento y disparo.
- ✓ Cada interruptor está provisto con un enclavamiento mecánico para:
  - Prevenir su inserción o remoción excepto cuando este en posición abierto.
  - Prevenir el cierre del interruptor cuando se encuentre entre el punto de prueba y el de operación.
- ✓ Los interruptores tienen la capacidad de conducción continua y la de interrupción indicada en la hoja de datos.
- ✓ Se incluyen espacios para futuros interruptores, estos espacios serán equipados con lo necesarios para recibir el nuevo interruptor.
- ✓ Los contactos de alarma están provisto en todos los interruptores indicando la falla o disparo por sobrecarga.
- ✓ La tensión de control es de 120 VAC y será suministrada por el vendor.

**c) Cobertura con pasillo para switchgear 4.16 y 0.48 kV**

- ✓ El Switchgear tiene un encerramiento NEMA 4 diseñado para resistir vientos de 120Km/hr.
- ✓ El encerramiento tendrá un techo con la pendiente hacia atrás
- ✓ El mínimo espacio de trabajo entre estructura y el switchgear de 480Ves 1,300 mm
- ✓ El mínimo espacio de trabajo entre estructura y el switchgear es de 4.16 KVES 1,600 mm.
- ✓ La puerta tiene un dispositivo antipánico.

- ✓ Se considera la instalación de luces fluorescentes y de tomacorrientes con dispositivos de falla a tierra
- ✓ Hay un detector inteligente de humo, de una estación manual y de una sirena con luz estroboscópica.
- ✓ Un juego completo de herramientas para calibración y mantenimiento debe ser suministrado.
- ✓ En adición estos accesorio se suministro incluyendo como mínimo lo siguiente:
  - Un dispositivo de izaje para operar en forma manual, montado en la parte superior del switchgear.
  - Una manivela para poner el interruptor en posición conectado, prueba o desconectado.
  - Un dispositivo para carga manual del mecanismo de operación de almacenamiento de energía.

## **6.2 Controlador de Motor de Media Tensión**

- ✓ El montaje consiste en una celda metal-enclosed, vertical de frente muerto, con barras principales, barra de tierra, dispositivos auxiliares, transformadores de instrumentos, etc.
- ✓ Una sección vertical tiene como máximo 02 controladores de motores de inducción o un alimentador de controladores.
- ✓ Serán provistas barreras entre las secciones verticales y entre los compartimientos de media tensión y baja tensión y entre las barras de energía horizontales y los otros compartimientos.
- ✓ Los instrumentos, selectores, luces indicadoras están montadas en la parte frontal del controlador.
- ✓ Los controladores son del tipo NEMA Clase E2 y con fusibles limitadores de corriente tipo R
- ✓ El contactor tiene la capacidad de la corriente requerida, la máxima tensión y soportara el esfuerzo debido a la corriente de interrupción simétrica.
- ✓ Los contactores son al vacío, SF6 o como este especificado en las hojas de datos
- ✓ Los fusibles de los controladores son del tipo limitadores de corriente.
- ✓ están provistos enclavamientos mecánicos y eléctricos para las siguientes

características:

- ✓ El aislamiento del compartimiento de media tensión cuando este energizado está asegurado impidiendo se abra la puerta.
- ✓ Impedir la energización del compartimiento de media tensión cuando la puerta este abierta.
- ✓ Impedir la apertura del seccionador sin carga antes de desactivar el contactor.
- ✓ Cada controlador está conectado a tierra cuando el compartimiento este abierto.
- ✓ Cada controlador está cableado para control remoto y tendrá un selector con 02 posiciones "LOCAL "-"REMOTO" cuando el selector esta en la posición "LOCAL", el control estará en manos del operador y en la posición "REMOTO" el control será desde la consola por parte del operador o por el proceso automático.
- ✓ La energía de control es provista por un transformador del tipo seco con fusibles en el primario y el secundario, se localiza en el compartimiento del controlador y se desconectara automáticamente cuando el controlador sea desenergizado con el switch de apertura. El transformador tiene una capacidad del 150% de la capacidad necesaria para manejar todos los dispositivos de control.
- ✓ Los relés de protección, medidores, relés auxiliares, contactos auxiliares son suministrados de acuerdo a la hoja de datos. Cada controlador está provisto con 03 transformadores de corriente con suficiente VA requeridos por los equipos, la corriente en el secundario será de 5A y la del primario estará indicada en los hojas de datos. Los transformadores no se saturaran hasta 20 veces la corriente nominal del transformador.
- ✓ La energía del calefactor para los motores está controlados por contactos auxiliares del contactor principal. La tensión y la potencia del calefactor será indicado en las hojas de datos.
- ✓ La energía para los calefactores suministrada de una fuente propia del circuito.

#### **a) Seccionador con fusibles de interrupción con carga**

El interruptor bajo carga con fusibles es de 03 polos, operado manualmente, tiene la capacidad para una operación continua y de soportar los

esfuerzos debido a las fallas del sistema y podrá aperturar con la plena carga del transformador asociado. La puerta del compartimiento de los fusibles tiene un mecanismo de bloqueo de tal forma que la puerta no se abra a menos que el switch este desconectado. El compartimiento tiene una ventana para inspección visual.

## **b) Dispositivos de Control, Medición y Protección**

- ✓ Transformadores de potencial
  - Los transformadores de potencial tienen la clase de precisión indicada en los estándares. Los bobinados de alta y baja tensión son protegidos con fusibles. Los fusibles de alta serán del tipo limitadores de corriente, los fusibles de baja tensión están coordinados con los fusibles de alta. Son del tipo inserción y quedarán desconectados cuando el controlador este desconectado.
  - Los transformadores de control tienen como mínimo el 25% de reserva de la carga de todos los dispositivos a operar.
  - Los transformadores tienen fusibles en el lado primario y secundario
  - Los transformadores de corriente de medida y de protección son montados como parte integral del switchgear y tendrán la clase de precisión indicada en las hojas de datos.
- ✓ Control Switches
  - Los interruptores de control y selectores son del tipo rotativo.
- ✓ Luces indicadoras
  - Todas las luces son a 125 VDC/120 VAC, de color rojo para el interruptor cerrado y verde para la condición abierto.
- ✓ Relés de Protección
  - Los relés son de acuerdo a las hojas de datos.
  - Todos los circuitos auxiliares, protección y alarma son completamente echos en fábrica. Todas las conexiones externas de los CT deben llegar a borneras.
  - Se tiene un 20 % de borneras en reserva para futuras aplicaciones. Y cada terminal debe aceptar dos cables 12AWG. Los marcadores de cables serán provistos en cada punto terminal de todos los circuitos de potencia, control e instrumentación. El cableado no será menor de N°14 AWG con 600 V de aislamiento. El cableado de los transformadores de corriente será de N°10 AWG.

- Todos los cables de cableado interno son flexibles, tipo SIS o equivalente

### 6.3 Centro de Control de Motores de Baja Tensión

#### a) General

El equipo fue ensamblado en fábrica, interconectado mecánica y eléctricamente e incluye lo siguiente:

- ✓ Interruptor principal o sección de ingreso.
- ✓ Controladores de motores.
- ✓ Interruptores de alimentadores.
- ✓ Medición.
- ✓ Todos los accesorios necesarios.

El Centro de Control de Motores es de frente muerto del tipo metal enclosed. Cada dispositivo es accesible desde el frente.

El Centro de Control de Motores consiste en secciones verticales con espacios para arrancadores magnéticos de tamaños NEMA desde 1 hasta 6. Cada centro de control de motores tiene barras horizontales de 1200 A y barras de 300 A por cada sección vertical

Todos los arrancadores son montados en un solo CCM.

Los Centros de Control de Motores son de encerramiento NEMA 1 o 4 según se especifique.

Aproximadamente se considera el 10% del total de los arrancadores como espacios adicionales.

#### b) Construcción

##### Encerramientos

Las unidades están montadas en el frente y no requieren acceso posterior y son apropiados para ser instalados con la parte posterior adosada entre ellos o contra la pared. Las secciones verticales son de 508 mm. de ancho, 381 mm. de profundidad y 2286 mm. de altura, cada sección vertical tiene su propio conducto horizontal y vertical para cables.

Los arrancadores de motores, cargas de alumbrado, calefacción son de los tamaños NEMA 1 al 4 y serán extraíbles, los tamaños NEMA 5 al 6 son del tipo ajuste por tornillos.

Los cubículos de alimentadores son hasta 250 A y del tipo enchufable, para mayores tamaños son del tipo ajuste por tornillo.

El cableado interno del arrancador están preparado para la máxima potencia nominal del arrancador de acuerdo al siguiente cuadro:

<b>Starter Size</b>	<b>Miniature Range of Wire Sizes</b>
Size 1	#14 AWG - #8 AWG
Size 2	#10 AWG - #4 AWG
Size 3	#8 AWG - #1/0AWG
Size 4	#4 AWG - #4/0AWG
Size 5	#2/0AWG - 500 MCM

Los interruptores serán de operacion manual e indicaran “conectado”, “disparado” y “apagado” con la puerta cerrada y tendrán la provisión para poner un candado en la posición “conectado” y tres candados en la posición “apagado” con la puerta cerrada.

### **Barras principales**

La barra principal está completamente aislada con barreras a ambos lados y en la parte superior es de cobre y soportara el esfuerzo a la corriente asimétrica, la capacidad continua de la barra será la indicada en las hojas de datos.

Las barras verticales son aisladas y están expuestas solamente donde los contactos de las unidades de los arrancadores se conectan. El valor de la corriente de cortocircuito en las barras verticales se considera el mismo.

### **Barra de tierra**

La barra de cobre tiene una sección mínima de ¼” x 1” y se instala a lo largo de todo el CCM y se conecta a cada sección vertical

### **Cableado de control y borneras**

- ✓ Todo el cableado interno está ensamblado en fábrica, el cableado de control acaba en borneras en cada unidad. estas son del tipo insertable y se removerán cuando se extraiga la unidad.
- ✓ Todo el cableado está identificado con las etiquetas termocontraíbles respectivas.
- ✓ El Terminal de cable en ambos lados del cable es el apropiado.
- ✓ El cable de tierra está aislado y de color verde o verde con rayas amarillas.

## Calefactores de ambiente

Cada sección vertical tiene un calefactor para preveer la condensación .Funcionaran a 240V o a 120V AC. El control se hace desde un termostato y el circuito está protegido por un interruptor unipolar

## Cubiculos

Las unidades son estándar, removibles, intercambiables. Los componentes y cableados de cada unidad están separadas de las otras unidades por barreras metálicas aterradas.

## Arrancadores de motores

Los arrancadores de motores son del tipo enchufable y tienen un protector de Motor solo con protección magnética, contactores tripolares y protección de estado sólido.

Las protecciones de estado sólido incluyen lo siguiente:

- ✓ Protección contra sobrecarga
- ✓ Protección contra pérdida de fase
- ✓ Protección contra bloqueo
- ✓ Selección de la clase de disparo

Todos los motores con arrancadores tamaño NEMA 3 incluyen protección 50G. Donde se requiera los arrancadores correspondientes a las bombas sumergibles tiene n protección 50G. Las luces indicadoras y los selectores local remoto se instalan en las puertas de los cubículos.

Cada arrancador tiene una provisión para hacer bloqueo

Cada arrancador tiene una manija para abrir y cerrar el interruptor.

## Interruptores

Los interruptores son de 03 polos y con un tamaño mínimo de 150 A.

Los interruptores son de caja moldeada y con un disparo con ajuste solo magnético.

Los interruptores para alumbrado, calefacción y alimentadores tienen unidades de disparo magnético.

## Dispositivos de desconexión principales

Las desconexiones principales son interruptores en caja moldeada y con unidades de disparo.

## Medición

Cada sección de ingreso incluye un dispositivo de medición electrónica y sus transformadores respectivos.

## Dispositivos de control

Los contactores y relés operan a 120 VAC a menos que se especifique lo contrario.

## Transformadores de control

Son de relación 480-120V con sus fusibles primario y secundario 480-120 V, suministrados para cada controlador de motor, alumbrado o calefacción.

## Dispositivos pilotos

Los dispositivos pilotos instalados en el CCM como botones pulsadores, selectores, luces pilotos son monofasicos y de uso pesado.

## 6.4 Transformadores Secos

- ✓ Los Transformadores Auxiliares Tipo Seco son para instalarse al interior de salas eléctricas, ó en el interior de otros equipos eléctricos.
- ✓ Los transformadores se conectán a un sistema eléctrico con las siguientes características:
  - Voltaje Nominal : 480 V
  - Frecuencia :60 Hz.
  - Fases : 3
  - Neutro : Sólidamente conectado a tierra.
  - Cortocircuito 3Ø: 65 kA Sym
- ✓ Los transformadores están en servicio las 24 horas del día, los 365 días del año
- ✓ Los transformadores deben liberar gases tóxicos ni tener peligro de explosión y la probabilidad de incendio deberá ser mínima.
- ✓ Los niveles de ruido, de acuerdo a la capacidad en kVA, están dentro de los estándares ANSI-NEMA.
- ✓ Se incluirán knock-outs abajo y a ambos lados de los gabinetes, para la salida de cañerías tipo conduit.
- ✓ Se incluirá una placa metálica mostrando el N° de equipo y los datos eléctricos completos.
- ✓ Los transformadores son tipo seco, alta eficiencia (mínimo 97% cuando este

operando al 35% de plena carga, según NEMA TP-1-1996), ventilados, grado de protección Nema 2.

- ✓ Los transformadores deben tener un sistema de aislamiento Clase R (220°C). Los transformadores deben ser capaces de trabajar con un 15 % de sobrecarga, sin exceder un aumento de temperatura de 150 ° C (Máxima temperatura ambiente 40° C) a 4100 metros de elevación sobre el nivel medio del mar.
- ✓ Los transformadores están provistos de derivaciones en el enrollado primario en 460/470/480/490/500, cada derivación deberá diseñarse para la corriente a plena carga del transformador.
- ✓ De acuerdo con los requerimientos, los transformadores son:
  - Bifásicos, 60 Hz, clase 600 V y razón de transformación de 480/120 V ó 480/240-120 V.
  - Trifásicos, 60 Hz, clase 600 V, y razón de transformación de 480/400-231 V (delta/estrella).
- ✓ La construcción del núcleo es con material magnético de grano orientado para minimizar las pérdidas en vacío y la corriente de excitación.
- ✓ Las bobinas son de cobre de la más alta calidad, con especificaciones rígidamente controladas para prevenir protuberancias y aristas.
- ✓ Las bobinas son fabricadas de un enrollado continuo y serán impregnadas con barniz no higroscópico, secado por calor.
- ✓ El núcleo y las bobinas son rígidamente mantenidas para soportar los esfuerzos producidos por corto circuitos de hasta 25 veces la corriente nominal por un período de 2 segundos.

## **6.5 Tablero de Alumbrado**

### **a) Gabinetes**

- ✓ Los gabinetes son fabricados con un grado de protección NEMA 12, en planchas de acero de 2 mm de espesor, como mínimo. En el caso de que su instalación sea a la intemperie, el tipo de protección mecánica será NEMA 4 como mínimo ó según se indique en la respectiva Hoja de Datos adjunta.
- ✓ Todas las partes metálicas de los gabinetes están granallados e inmediatamente se aplicará una primera mano de antióxido de un total de dos (2). Luego, dos (2) manos de esmalte color gris claro (ANSI 61), secado al

horno. El espesor final medido en película seca será de 6 mils mínimo.

- ✓ Los gabinetes tiene amplitud suficiente para cableado interior en canaletas de PVC.
- ✓ Los tableros han sido contruidos para montaje sobrepuesto, considerando anclajes de soportación con pernos de  $\frac{1}{4}"\varphi$  ó  $\frac{1}{2}"\varphi$  según tamaño.
- ✓ Las tapas superior e inferior son removibles para hacer los knock-outs correspondientes en terreno.
- ✓ La tapa exterior del tablero es abisagrada y solo se abre cuando el interruptor general este desconectado, para lo cual se requiere una palanca de accionamiento del interruptor, que además permita realizar bloqueos (como el utilizado en los Centro Control de Motores).
- ✓ Al interior del gabinete se incluir una contratapa de modo de no quedar al descubierto ninguna parte energizada de los circuitos y componentes, a excepción de las palancas actuadoras de los interruptores.
- ✓ Sobre la tapa anterior del tablero se ha instalado una identificación en rótulo de acrílico blanco con letras estampadas de color negro, de 10×2 cm, atornillada, indicando el número de equipo.
- ✓ Sobre o junto a cada uno de los interruptores se ha instalado una identificación en rótulos de acrílico blanco con letras estampadas de color negro, de 7×2 cm, atornillada, indicando el nombre y leyenda del circuito correspondiente. La leyenda es en español.

#### **b) Interruptores y barras**

- ✓ Los interruptores son circuitos de corriente alterna serán trifásicos o monofásicos según se indique, y serán bifásicos para los circuitos de corriente continua.
- ✓ Los interruptores automáticos son termomagnéticos, clase aislación 600 V, 60 Hz para circuitos de corriente alterna, y clase aislación 250 VCC para circuitos de corriente continua.
- ✓ La capacidad de ruptura de los interruptores automáticos está de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 6.1: Capacidad de ruptura

VOLTAJE NOMINAL	FASES	CAPACIDAD DE RUPTURA
460 V – 60 Hz	3	65 kA en 480 V (Conectado directo a las barras del CCM)
380 V - 60 Hz	3	14 kA en 380 V
220 V - 60 Hz	1	10 kA en 220 V
120 V - 60 Hz	1	10 kA en 120 V
125 VCC	2	10 kA en 125 VCC

- ✓ Los interruptores indicados como reserva deberán ser incluidos en el suministro.
- ✓ Las barras serán de cobre, capacidad mínima de 100 A, aisladas para 600 V en tableros de corriente alterna y 250 Vcc en tableros de corriente continua, pintadas de acuerdo al siguiente código de colores:

Tabla 6.2: Barras de cobre

BARRA	COLOR
Fase R	Negro
Fase S	Rojo
Fase T	Azul
Neutro	Blanco
Tierra	Verde

- ✓ Todos los interruptores están conectados directamente a las barras, incluso el interruptor general. No existirá cableado entre los interruptores y las barras.
- ✓ Los soportes de las barras están calculados para resistir los esfuerzos provocados por una corriente de cortocircuito de 18 kA simétricos, sin sufrir deformaciones permanentes de ningún tipo.
- ✓ La barra de tierra está conectada eléctricamente al gabinete del tablero y cumplirá igual exigencia que las de fase.
- ✓ La barra de tierra está suministrada con conectores barra-cable para cada uno de los circuitos indicados.

- ✓ Todos los tableros deben incluir una luz piloto color rojo por fase, que indiquen tablero energizado.

### **c) Elementos de Control**

- ✓ Los contactores son para servicio pesado, de dos (2) ó tres (3) polos, 600 VCA, bobina para 120 V, 60 Hz.
- ✓ Todos los interruptores son conectados directamente a las barras, incluso el interruptor general. No existen cableado entre los interruptores y las barras.
- ✓ Los soportes de las barras están calculados para resistir los esfuerzos provocados por una corriente de cortocircuito de 18 kA simétricos, sin sufrir deformaciones permanentes de ningún tipo.
- ✓ La barra de tierra esta conectada eléctricamente al gabinete del tablero y cumple igual exigencia que las de fase.
- ✓ La barra de tierra fue suministrada con conectores barra-cable para cada uno de los circuitos indicados.
- ✓ Todos los tableros incluyen una luz piloto color rojo por fase, que indiquen tablero energizado.

### **d) Alambrado**

- ✓ El alambrado de control se realiza con cable No. 14 AWG, 19 hebras, temperatura de operación de 90°C, retardante a la llama, tipo TBS o similar.
- ✓ Marcas indelebles se usan en ambos extremos de los cables, y serán del tipo termocontraíble.

## **6.6 Baterías y Cargador de Baterías**

### **Banco de baterías**

El banco de batería fue diseñada para servicio flotante debajo de la operación normal con una carga ecualizada periódica de conexión a cargador de batería

El banco de batería es libre de mantenimiento con electrolito de GEL

El contenedor de las celdas es de material resistente a los choques, calor y ataques químicos, con la excepción de las baterías libres de mantenimiento los contenedores serán translucidos o transparentes. La tapa fue fijada al contenedor de forma que no ocurran fugas. Las coberturas serán resistentes a la explosión.

## Cargador de batería

El Cargador de batería es completamente ensamblado y cableado con gabinete NEMA 12 para montaje adosado en pared, piso o rack. La cabina será para operación y mantenimiento frontal.

La cabina fue construida para ingreso de tuberías por abajo o por arriba o ambos.

El cargador es de estado sólido, con salida filtrada y de tensión constante. La rectificación será conseguida por ferresonancia, amplificador magnético o rectificador controlado de silicio.

El cargador es capaz de limitar la salida de corriente a un máximo de 125% del valor nominal de la carga.

La entrada y salida de los circuitos de energía tienen protección por sobrecorriente con un interruptor termomagnético.

Cargadores del mismo valor nominal son capaces de operar en paralelo.

El cargador será capaz de proveer una regulación de tensión de  $\pm 0.5\%$  de la tensión flotante DC y  $\pm 1\%$  de la tensión de ecualización bajo las condiciones de  $\pm 10\%$  de variación en la tensión de entrada y una variación en la frecuencia de entrada de  $\pm 5\%$ .

El máximo ripple es de 2% RMS donde se conecte la batería. Si el cargador tiene baterías libre de mantenimiento, el máximo ripple será de 100 mV RMS en donde se conecte a la batería.

El cargador de batería tiene una eficiencia mínima de 90% a carga nominal. El cargador de batería está equipado con cada accesorio estándar indicado en NEMA PE 5, así como los no estándar indicados a continuación:

Voltmetro DC con precisión de  $\pm 2\%$  a plena escala

Amperímetro DC con precisión de  $\pm 2\%$  a plena escala

Potenciometro de tensión flotante

Potenciometro de ecualizador de tensión

Selector de ecualizador flotante

Luces indicadoras: Encendido, flotante y ecualizador.

## 6.7 Sistema de Energía Ininterrumpible

### a) General

- ✓ Los UPS se usan para suministrar energía AC para las cargas críticas.

Durante una interrupción de energía, el banco de baterías suministra energía DC a los inversores los cuales entregan energía AC en la tensión y frecuencia requerida.

- ✓ El banco de baterías está conectado en paralelo al cargador de baterías, cuando ocurre una caída de tensión en la línea AC, las baterías suministran energía DC al inversor. En adición hay un interruptor automático by pass de tipo estático en caso de que el inversor funcione mal
- ✓ El UPS del sistema es de servicio interior, con encerramiento NEMA 12 y filtro de ventilación, se considerara ventilación redundante
- ✓ El ingreso del cable de suministro es por la parte posterior e inferior de gabinete.
- ✓ Cada equipo tiene un interruptor de transferencia y un diagrama con los símbolos de todos los controles, medidores, alarmas e indicadores de operación. El UPS está diseñado para 75% de eficiencia con cargas monofásicas y 80% con cargas trifásicas.
- ✓ El ruido audible no excede de 70 dB medido a 1.5 m de la superficie del UPS.

#### **b) Rectificador / Cargador de baterías**

- ✓ A menos que se especifique lo contrario el rectificador/cargador de batería es un rectificador controlado de silicio capaz de recargar una batería completamente descargada al 95% de la plena carga en 8 horas.
- ✓ La tensión de salida es regulada a más o menos 1% para el rango de carga entre 0 y 100% y con un ingreso de tensión de más de 10% a menos 15%
- ✓ Las salidas son filtradas y con un ripple máximo de 100 mV
- ✓ La unidad está diseñada para trabajar con un límite de 10% de ingresos de armónicas de la fuente.
- ✓ El potenciómetro de la tensión de flotación y el temporizador del ecualizador será suministrado y seteado de acuerdo con los requerimientos del fabricante de baterías..

#### **c) Inversor estático**

- ✓ El inversor es de PWM (Pulse Width Modulated) a menos que se especifique otra cosa en la hoja de datos.
- ✓ El inversor tiene una onda de salida de forma sinusoidal con no más de 5% de distorsión armónica en total y no más de 3% de distorsión en alguna fase.

- ✓ El inversor mantiene el sincronismo con la fuente de energía alterna no excediéndose de 1Hz por seg. si la desviación es mayor se deberá desconectar y operara con el oscilador
- ✓ Los inversores trifásicos permiten un 50% de desbalance de carga manteniendo la regulación de la tensión a más o menos 5%.
- ✓ El inversor soporta el 125% de la carga por 10 minutos y 150% durante 10seg.

#### **d) Interruptor de transferencia manual y automático**

- ✓ El sistema UPS está equipado con un interruptor automático de transferencia que se activa cuando la capacidad nominal del UPS sea superada o cuando el UPS sea desconectado.
- ✓ El interruptor de transferencia consta de 02 partes: Un interruptor estático (semiconductor) y un interruptor manual. El interruptor estático puede ser activado automáticamente o manualmente por un switch en el frente de la cabina del UPS y será bloqueado si las 2 fuentes no están en sincronismo.
- ✓ La maniobra de operación no causara transitorios y el sensado mas la maniobra de transferencia será igual o menos que  $\frac{1}{4}$  ciclo.

#### **d) Transformador de aislamiento**

- ✓ Se instalo un transformador con apantallamiento electrostático entre primario y secundario para atenuar los transitorios y sean llevados a tierra .La máxima capacitancia de este apantallamiento será de 33 picofaradios.

#### **e) Banco de baterías**

- ✓ Las baterías son selladas libre de mantenimiento
- ✓ Las baterías están conectadas al UPS a través de un dispositivo de sobrecorriente que desconecta a la batería ante una falla se podrá operar este dispositivo desde el frente del UPS.
- ✓ La interconexión de las baterías se hizo mediante puentes aislados de cobreplateado. El proveedor considerará un espacio mínimo de  $\frac{1}{2}$ " entre unidades de las baterías.

#### **f) Instrumentacion**

Los medidores e indicadores en el panel tienen un 2% de precisión, Se requiere que los siguientes parámetros sean visualizados:

- ✓ Tensión de salida en las tres fases

- ✓ Tensión de entrada de la fuente externa
- ✓ Medida de la corriente de carga en las tres fases.
- ✓ Medición de la tensión DC.
- ✓ Medición de la corriente DC de la batería
- ✓ Medición de las corrientes a tierra
- ✓ Medición de la frecuencia de salida en el inversor
- ✓ Los siguientes indicadores fueron suministrados
  - Cargador de batería / Rectificador energizado
  - Inversor energizado.
    - Fuente alterna disponible
  - Carga del UPS
  - Carga de fuente alterna
  - Operación de sistema con baterías
    - Falla a tierra en bus DC
    - Fuentes sincronizadas
    - Sobretemperatura del sistema
    - Batería baja tensión
  - Perdidas de inversor.
- ✓ Una alarma audible debe ser suministrada con un pulsador de silencio para las siguientes condiciones:
  - Carga con fuente alterna
  - Operación de sistema con baterías
  - Detección de tierra de bus DC
  - Sobretemperatura del sistema
  - Batería baja, tensión DC DC voltage.
  - Perdidas de inversor

## **6.8 Motor de 200 HP o Menos**

### **a) Valores Nominales**

Los motores son NEMA diseño B, tipo inducción, jaula de ardilla , tensión nominal de 460V, trifásico , 60 Hz.

El sistema tiene los siguientes valores nominales: 480V, trifásico, 60 Hz con las siguientes variaciones:

- ✓ Variaciones de tensión de  $\pm 10\%$  de la tensión nominal y a la frecuencia

nominal

- ✓ Variaciones de frecuencia del 5% del valor nominal de la frecuencia
- ✓ Variaciones de las combinaciones de tensión y frecuencia serán del 10% (suma de valores absolutos respecto de los valores nominales considerando que la variación de frecuencia no debe exceder del  $\pm 5\%$  del valor nominal de la frecuencia).

Los motores tienen un factor de servicio de 1.15 servicio factor a 4,100 m.s.n.m. sin exceder los límites de temperatura.

Los motores tendrán un torque normal para el tipo de arranque directo a menos que se especifique otro arranque.

Los motores menos de 0.37 KW serán de 220V, monofásico, 60Hz

## **b) Encerramientos**

### **Areas de Procesos**

En las áreas de procesos los motores serán con encerramiento TEFC. (Totally Enclosed Fan Cooler)

### **Aplicaciones Sumergibles**

Los motores sumergibles estarán diseñados para una larga vida y operación confiable y serán del tipo Totally Enclosed Non-Ventilated. (TENV)

Los motores serán diseñados para trabajo continuo inmerso en líquido y al menos 30 minutos para trabajo fuera del líquido.

## **c) Diseño eléctrico**

### **Eficiencia**

Los motores serán de eficiencia Premium tal como esta mostrado en la tabla 2 de IEEE 841.

### **Insulation System**

El aislamiento del motor es clase F o clase B con incremento de temperatura, no higroscópico para uso en ambientes húmedos. Torques

El motor es diseño NEMA , el motor debe satisfacer o exceder los requerimientos a rotor bloqueado y el torque de arranque especificado en los estándares NEMA.

## **d) Calefactores de ambiente**

Los calefactores fueron suministrados para motores mayores a 75 KW o donde las condiciones lo justifiquen. Power supply should be from a source that

cannot be inadvertently turned off.

Los calefactores son monofásicos a 120 VAC. En áreas clasificadas la temperatura de superficie no deberá exceder del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor.

## **6.9 Motor de 200 HP y Mayores**

### **a) Generalidades**

Los motores son de inducción del tipo jaula de ardilla y arranque directo.

La performance del motor debe satisfacer o superar los requerimientos NEMA MG1. La característica torque-velocidad será apropiado para controlar el equipo en el lugar de operación

La potencia en KW fue determinada conforme al dimensionamiento NEMA y no menos del 110% de lo requerido para el presente o futuros servicios. El motor de las bombas centrifugas no es menor al 110% de los requerimientos para impulsar con holgura la carga requerida.

### **b) Encerramientos**

El encerramiento de los motores será TEFC, WPI, WPIL, TEFV, TEWAC, o a prueba de explosión.

Los encerramientos TEFV y TEFC normalmente son usados para motores de 373KW (500hp) y menores.

### **c) Otras características**

#### **Eficiencia**

- ✓ Los motores son de eficiencia Premium Tabla 2 de IEEE 841-2001
- ✓ Los motores son de aislamiento clase F sin embargo la temperatura no debe de exceder el aislamiento clase B.

#### **Torque y corriente de arranque.**

- ✓ El motor de inducción satisface los requerimientos de rotor bloqueado y torque de arranque a la tensión y frecuencia aplicada, listado en NEMA Standard MG1-20.41.
- ✓ La corriente de arranque no debe ser mayor del 650% de la corriente a plena carga a la tensión aplicada y frecuencia.
- ✓ El torque a rotor bloqueado y el torque para mover la carga no es menos del 150% de lo necesario para mover la carga

**Surge Protection**

- ✓ Los capacitores de protección de sobretensión están ser montados directamente en los terminales del motor y dentro de la caja de bornes.
- ✓ Los pararrayos están montados en la caja de bornes y serán del tipo oxido-metálico.

**Calefactores**

- ✓ Los calefactores de 1000 W o menos son de 120VAC, los de mayor tamaño son a 240VAC. Para instalaciones en áreas clasificadas la temperatura

**Detección de temperatura**

- ✓ Los detectores de temperatura del bobinado y el numero de ellos son los indicados, 04 en los bobinados y 02 en los rodamientos

## **CAPÍTULO VII CONTROL DE CALIDAD Y PRECOMISIONADO**

### **7.1 Aspectos Generales del Control de la Calidad**

Las actividades relacionadas a la implementación del Plan de Control de Calidad son desarrolladas tomando en cuenta los estándares de calidad especificados por el proyecto.

La metodología de trabajo está sustentada en la filosofía del Aseguramiento de Calidad, las normas de referencia son:

ISO 9000:2000, Sistema de Gestión de calidad-Fundamentos y vocabulario  
NTP-ISO 9001:2001, Sistema de gestión de calidad, requisitos

El control de calidad propuesto por el contratista cumple con los requisitos de gestión de calidad de MYSRL.

Toda la documentación que contenga datos e información que pueda afectar a la calidad de los trabajos por ejecutar será controlada por la Oficina Técnica del contratista a través del Document Control (DC) de la obra. El objeto es evitar que los procesos sean ejecutados bajo documentación y datos desactualizados y puedan generar resultados no conformes con los requisitos del Cliente. Periódicamente se realizarán auditorias acerca del uso correcto de planos en ediciones últimas y actualizadas, se llevará control de estas auditorias.

Tiene establecido el uso de formatos para los registros de calidad (protocolos) los cuales constituyen la evidencia objetiva de los trabajos de producción realizados por el personal de obra.

Los formatos propios del contratista cumplen con los requerimientos mínimos de MYSRL, de acuerdo a la aplicación de cada obra y la situación lo amerita QC/Contratista esta en capacidad de generar y/o adaptar los formatos que sean necesarios bajo aprobación escrita de MYSRL

Los protocolos son permanentemente elaborados al pie de obra y llenados preferentemente por personal de construcción y montaje. El llenado contempla realizar las anotaciones en formatos limpios, sin enmendaduras ni borrones.

Cualquier alteración o incumplimiento (mal llenado) da lugar a la invalidación del documento.

La administración de los protocolos esta a cargo de QC/Contratista , quien realiza gestión para el proceso de aprobación y/ validación del Cliente. La entrega de protocolos con firmas completas se realizará directamente a QA de MYSRL vía carta formal y/o tramital los lunes de cada semana entre las 13:00 y 17:00 horas.

Todos los trabajos fueron ejecutados cumpliendo estrictamente con la ingeniería del proyecto aprobada, tal documentación será la única valida para efectos de la ejecución de todos los procesos.

El Contratista hizo sus consultas sobre cualquier detalle de la ingeniería del proyecto, a través de los procedimientos establecidos por MYSRL. No está permitido realizar trabajos donde se planteen modificaciones y/o alteraciones y que estos aun siendo planteados no hayan sido formalmente aprobados por ingeniería MYSRL. La finalidad de la formalización es dar el tratamiento adecuado a los cambios de ingeniería que pudieran existir y evitar costos de no calidad y extensión de plazos no previstos.

Los cambios de ingeniería solicitados por el cliente, fueron ser atendidos de acuerdo a un prudencial tiempo de entrega del requerimiento.

Para las consultas de ingeniería de este proyecto se uso el formato de requerimiento de información, el uso y gestión de este documento obedece estrictamente a términos de la ingeniería de diseño.

De acuerdo a los compromisos contractuales MYSRL hizo la entrega de todos los equipos, máquinas, materiales y afines. Todo suministro materiales fue responsabilidad del contratista (por ser a todo costo).

Todos los materiales que se incorporaron al proyecto fueron sujetos de verificación física y documental por parte del almacén de obra.

El Contratista hizo uso de materiales, equipos, y/o componentes debidamente aprobados como resultado del control de recepción.

Cualquier material y/o equipo deteriorado y en desuso fue reportado a MYSRL de inmediato por el Contratista a través del formato correspondiente que se tiene destinado para los equipos, materiales e instrumentos que incumplan

con los requisitos del Cliente, en ese lugar los materiales dañados fueron con una inscripción que denota el desuso de los mismos.

El contratista ha dispuesto áreas y/o ambientes de almacenamiento adecuados según la naturaleza de los equipos, materiales y componentes con la finalidad de evitar daños y de esta forma prever no conformidades. Los materiales y afines estuvieron bajo la responsabilidad del Contratista; En todos los casos el responsable de almacén del Contratista reportará a QC y/o al Ing. Residente cualquier situación anómala que haya detectado durante el control de recepción.

La prevención del uso de equipos, materiales y componentes está establecida en los procedimientos administrados por el área de Prevención del Contratista

El Contratista realizó los trabajos bajo condiciones controladas, cualquier actividad o proceso no conforme es identificado por cualquier personal de del Contratista, la apertura del Reporte de No Conformidad (RNC) cuando se origino fue realizado por cualquier supervisor responsable de producción, Jefe de Obra, QC o Residente de Obra, a través del formato correspondiente

QC codifica, registra y realiza seguimiento de los RNC, todos los RNC aperturados en relación a los trabajos de producción deben ser atendidos y resueltos por el Jefe de Obra con el respaldo del Residente de Obra. Los RNC deben ser objeto de evaluación permanente, las acciones correctivas deben servir para desarrollar aptitud proactiva en la organización y con ello generar acciones preventivas para evitar no conformidades e identificar los potenciales.

El cierre del RNC es realizado por el emisor, salvo autorización expresa del mismo o Jefe QC. El seguimiento de cierre se realiza mediante formato correspondiente.

Para el caso de un NCR (originado por MYSRL) y se requiera de un procedimiento de reparación, el contratista elaborará este y lo presentará a Ingeniería MYSRL para su aprobación respectiva (el procedimiento es responsabilidad del Contratista), luego de la aprobación se ejecutará el trabajo, se completará la hoja de aceptación y se solicitará el cierre del NCR bajo carta.

Los Surveillance y Non Conform Report (NCR) serán tratados bajo los procedimientos establecidos por MYSRL en el manual de ingeniería.

## 7.2 Procedimientos de pruebas de Control de Calidad Eléctrico e Instrumentación

### 7.2.1 General

- a) Estas especificaciones proveen guías para la inspección, pruebas, y verificaciones de los sistemas eléctricos e instrumentación para asegurar que las instalaciones estén de acuerdo con las especificaciones de diseño, planos e instrucciones de fábrica.
- b) Las listas y descripciones de las inspecciones, pruebas y verificaciones descritas aquí no serán consideradas como completas y que incluyan todo. En forma adicional los estándares de construcción (algunos repetitivos), verificaciones y pruebas serán necesarios a través del trabajo.
- c) Las inspecciones y pruebas del trabajo se coordinaran con el representante del cliente. Se comunicara a tiempo al cliente para permitir su asistencia para presenciar las pruebas designadas a ser observadas.
- d) El contratista no energizara, desenergizara o conectara a un sistema, equipos o circuitos sin ante revisar y aprobar el plan de pruebas y procedimientos por el Superintendente Eléctrico y el representante del cliente.
- e) El contratista a usara el procedimiento de Candado y tarjeta indicado mas arriba en 1.1 C 4.
- f) Verificaciones y pruebas serán documentadas en los formatos de Control de calidad, como se muestra en el anexo 06 hasta el anexo 39 o formatos similares a aprobados para este proyecto.
- g) El Gerente de Construcción / Supervisor – Calidad será responsable de todas las inspecciones y actividades de pruebas. Los detalles de implementación del plan debe ser revisados y aprobados por el ingeniero.
- h) El inspector y técnicos verificaran que la instalación y montaje de instrumentos estarán de acuerdo con los estándares, recomendaciones del fabricante y los requerimientos del estado de arte.
- i) Las calibraciones serán realizadas siguiendo los requerimientos del instrumento, principios de medidas e indicaciones del fabricante. Las calibraciones serán documentadas en los formatos de control de calidad mostradas en el anexo 40.

- j) El contratista verificara la ubicación y el método para conectar cada item de los equipos .Las discrepancias serán recepcionadas por el cliente para su atención y resolución.
- k) Todos los instrumentos y las instalaciones de cableado deben ser realizadas de acuerdo con los requerimientos del NEC para las especificaciones eléctricas de las áreas clasificadas.
- l) El contratista verificara que los instrumentos y materiales serán instalados de cuerdo con los requerimientos del contrato. Las desviaciones no serán permitidas, excepto por autorización expresa del cliente. Los materiales y equipos impropriamente instalados serán removidos y reinstalados a satisfacción del cliente.
- m) Los planos de arquitectura, estructura, tubería y mecánicos y especificaciones son incorporadas en esta especificación por esta referencia. Los planos de instrumentos son por naturaleza diagramaticos. El contratista deberá coordinar la ruta de tuberías y ductos, ubicaciones de tomacorrientes y similares características de acuerdo con la ubicación actual de otros equipos, los cambios del diseño no serán permitidos sin permiso.
- n) El inspector y los técnicos de pruebas serán calificados para el trabajo de acuerdo con su conocimiento del estado de arte.
- o) El contratista preparara los procedimientos de calibración y prueba para aprobación del cliente .El contratista deberá indicar el tipo de conexión y la lista de equipos certificados para medición y calibración a ser usados. Los instrumentos tendrán certificados efectivos por INDECOPI o una institución equivalente (certificados con no más de 03 meses)

### **7.2.2 Preparación de Pruebas e Inspección de Equipos**

- a) Un plan detallado y un programa será preparado para las actividades de inspección y pruebas.
- b) Las pruebas y verificaciones como equipos importantes como Interruptores de potencia, subestaciones, equipos de control, Centros de control de motores, generadores y tableros de PLC pueden requerir notificaciones de revisiones de estos equipos en fábrica.
- c) Es importante que las garantías de los equipos no sean perdidas por las pruebas o trabajos de instalación.

- d) Las verificaciones y pruebas serán suplementarias y compatibles con las instrucciones de instalación del fabricante, folletos y literatura.
- e) Donde haya una aparente desviación, el cliente revisara las pruebas anteriores
- f) Se extenderá las facilidades para permitir la presencia del representante del fabricante si lo requiere.
- g) Donde haya alguna reparacion cuestionable, modificación, ajuste significativos, pruebas o verificaciones a ser echos el supervisor de pruebas se pondrá en contacto con el cliente para determinar si el trabajo será realizado por o con el representante del fabricante.
- h) Los numero de series y modelos de los instrumentos serán indicados en los formatos de pruebas.
- i) Las pruebas y verificaciones serán realizadas completamente con personal calificados, hábil en conducir las pruebas particulares. Esto es esencial para obtener y evaluar correctamente un dato mientras se realiza la prueba para asegurar este dato o reportarlo como dudoso.
- j) El supervisor de pruebas asegurara que el trabajo de pruebas y verificaciones es conducida de manera segura. Las precauciones de seguridad como las siguientes serán utilizadas:
  - ✓ Procedimientos de bloqueo y tarjetas
  - ✓ Barricadas
  - ✓ Desenergización o aislamiento de equipos ante de la prueba.
  - ✓ Revisión de procedimientos con personal de seguridad.
  - ✓ Instalación de señales de advertencia.
  - ✓ Estación de guardas y vigilantes.
  - ✓ Mantenimiento de altavoces
  - ✓ Orientación del personal
- k) Las pruebas de aparatos serán de acuerdo a la tensión nominal y su clase para que la prueba sea realizada. Se debe tomar los cuidados para que la instalación no sea exigida por encima de sus límites.
- l) Las pruebas iniciales de resistencia y baja tensión de los equipos serán hechos con equipos desenergizados y con todas las conexiones eléctricas de los dispositivos desconectados y bloqueados como se requiere.

- m) Si se requiere la medición de la resistencia de algún dispositivo, la prueba puede proceder. Si hay algún corto o tierra debe ser reparado, reemplazado, secado afuera o corregido antes de que el circuito sea energizado.
- n) Las pruebas a plena tensión de los circuitos y equipos serán realizados solamente con aprobación del representante del cliente .El representante del cliente estará presente en las pruebas de plena tensión. El representante del fabricante puede estar también presente en las pruebas de plena tensión.
- o) En alguna etapa de construcción y cuando se observe que determinado sistema o equipo eléctrico esta dañado, fallado o requiere ser reparado será reportado al representante del cliente. La acción correctiva requiere aprobación previa.

### **7.3 Pruebas de Equipos Eléctricos**

Las pruebas eléctricas de los siguientes equipos específicos incluirán todas las pruebas requeridas por NETA, a menos que aquí se indique otra cosa .Estas pruebas son descritas brevemente mas abajo:

#### **7.3.1 Cable de Energía de Media Tensión**

- ✓ Las pruebas serán de acuerdo con las especificaciones ICEA-CEMA, NETA, y AEIC, y las máximas duraciones y tensiones de corriente directa especificadas ahí.
- ✓ Realice las pruebas de los cables después que todos los cables estén instalados con todos los dispositivos y terminaciones y antes de conectarse a aparatos, equipos o barras.
- ✓ Realice las pruebas de resistencia de aislamiento utilizando un megohmmeter con tensión de salida de no menos de 2500 V de acuerdo con NETA 7,3.3. No energize los cables con tensión del sistema antes de las pruebas, sino como sea lo mas pronto posible después de completar las pruebas
- ✓ Las pruebas de resistencia de aislamiento serán por cada fase de conductor con otros conductores y con el apantallamiento solidamente aterrado. No pruebe los conductores de fase en forma simultánea.

- ✓ La mínima resistencia de aislamiento será 1 megohm por 1000 volts de tensión de operación.
- ✓ Durante la prueba de alto potencial DC en los cables, considere las precauciones y límites como especifica en la norma.NEMA para los cables específicos. Realice las pruebas de acuerdo con ANSI/IEEE Standard 400. Los resultados de cada cable probado deben ser registrados de acuerdo a lo especificado aquí.
- ✓ Grafique los datos de la prueba en las hojas de prueba e incluya los siguientes datos generales en cada hoja:
  - Fecha
  - Modelo del instrumento
  - Identificación de circuito
  - Hora

### 7.3.2 Subestaciones

Antes de realizar alguna prueba, confirme que el ingreso de energía esta cortado y el resto de la subestación unitaria también para ser probada. Por seguridad, aterre los 03 cables de ingreso a tierra usando tierras temporarias .Si hay energía en el ingreso del interruptor bloquee el switch en la posición abierto y no realice alguna prueba en el switch.

Obtenga las recomendaciones de prueba del fabricante de la subestación para cada componente.

Antes de probar registre los datos de placa de todos los componentes como el switch de desconexión, transformador, estructura de switchgear e interruptores. Los datos de placa se pondrán en las hojas de prueba.

#### a) Switch de desconexión de Subestación

- ✓ Antes de hacer alguna prueba o inspección en el switch asegure que la energía este cortada y no haya remanentes, después de esto ponga tierra temporaria a los cables.
- ✓ Inspeccione visualmente en el switch los aparentes daños debido al transporte y la construcción.
- ✓ Cada switch será manualmente operado y se observara el alineamiento de los contactos móviles y estacionarios su asentamiento y encaje.

- ✓ El mecanismo del Switch será operado libremente y será ajustado si lo requiere.
- ✓ Observe y verifique la adecuada operación de los enclavamientos de seguridad y los contactos auxiliares.
- ✓ Pruebas de resistencia de aislamiento serán de acuerdo NETA tabla 10.1 (Anexo 57)

#### **b) Transformador de Subestación**

- ✓ Las pruebas de todos los transformadores serán con el switch bloqueado y abierto
- ✓ Inspeccione visualmente los aparentes daños durante el transporte y construcción. Verifique las conexiones y el torqueo apropiado, quite el polvo y basura de la unidad.
- ✓ Verifique con cuidado fisuras en los aisladores, fugas de aceite aislante, ingreso de humedad o perdidas de gas inerte.
- ✓ Las pruebas de resistencia de aislamiento serán de acuerdo con NETA table 10.5 (Anexo 57)
- ✓ Pruebe el bobinado secundario a tierra con el tanque y el bobinado primario aterrado. Pruebe el bobinado primario contra el bobinado secundario.
- ✓ La resistencia mínima aceptable en megohms es 8 veces la tensión nominal del bobinado bajo prueba.
- ✓ Inspeccione y verifique lo siguiente donde sea aplicables:
  - ✓ Verifique nivel de liquido
  - ✓ Verifique la operación de la alarma de temperatura por energización del circuito de alarma y actuación manual de los contactos de alarma.
  - ✓ Verifique la operación de los ventiladores de enfriamiento, relés y circuitos y la actuación de arranque de lo motores de los ventiladores.
  - ✓ Pruebe la operación de los relés de falla por presión de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
  - ✓ Verifique el conmutador sin carga y asegure la condición de operación moviendo manualmente el conmutador realizando un desplazamiento completo.

- ✓ Energice el transformador y mida la tensión primaria y secundaria con el conmutador en cada posición. Verifique que la relación de tensión este de acuerdo con la placa del transformador.
- ✓ Regule el conmutador en la posición correcta para lograr la tensión secundaria deseada aplicando la tensión primaria sin carga.
- ✓ Realice las pruebas completas del aceite aislante y del llenado del líquido del transformador. Se incluirá la prueba de rigidez dieléctrica, prueba de acidez/neutralización, tensión interfacial. Consulte con la literatura del proveedor si hay alguna prueba adicional que se pueda recomendarse.
- ✓ Las pruebas de los transformadores de potencia de 10 MVA y mayores con la tensión primaria sobre 13.8 KV será de acuerdo con ANSI / IEEE C57.12.11.
- ✓ Las pruebas de los transformadores de 300 KVA y mayores tipo seco serán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- ✓ Algunas otras pruebas se realizaran con la dirección del representante del director. Ellas pueden incluir lo siguiente.
  - Medida TCG (Total Combustible Gas) content
  - Medida DGA (Dissolved Gas Analysis)
  - Prueba del porcentaje de oxígeno del gas nitrógeno

### **c) Switchgear de baja tensión**

- ✓ Antes de hacer alguna prueba, Inspeccione visualmente la línea de Switchgear en forma externa e interna para detectar daños o posibles problemas
- ✓ La resistencia de aislamiento serán de acuerdo con NETA Table 10.1(Attachment 57)
- ✓ Inspeccione visualmente y vea si la relación del CT es correcta para el valor del Interruptor y opera manualmente cada interruptor para asegurar que el interruptor no este trabado.
- ✓ Después de completar las pruebas, los equipos tendrán las etiquetas que indiquen que la prueba se completo. Las etiquetas mostrarán el nombre de la compañía que hizo las pruebas, identificación del equipo y fecha de prueba.

#### d) Interruptor de media tensión

- ✓ Inspecciones el switchgear incluyendo la cobertura, barras, compartimiento del Interruptor y mecanismo del interruptor por daños que pueden haber ocurrido durante el transporte.
- ✓ Todas las partes limpias de polvo y materiales en preparación de las pruebas y energización.
- ✓ Verificar si los CTs (Transformadores de Corriente) y PTs ( Transformadores de potencial )de cada interruptor tiene las relaciones mostradas en los planos . Verifique fusibles, tamaños y si ellos están en buenas condiciones.
- ✓ Verificar que la polaridad de los CT son como los mostrados en los planos de diseño.
- ✓ Verificar que los soportes y alineamiento de las barras este correcto.
- ✓ Inspeccione y pruebe el ajuste de los pernos de barras con torquímetros calibrados y métodos de acuerdo a instrucciones de fabricantes.
- ✓ Verificar que todo los puntos de cableado pasen por un medio aprobado  
Verify all point wiring by a positive means such as talking out each circuit conductor.
- ✓ Use una tensión mínima de 2500V para realizar pruebas en equipos de hasta 5KV y 5000V como mínimo para realizar pruebas en equipos de 23 KV de acuerdo con NETA Tabla 10.1 (Anexo 57). Obtenga y registre los valores de resistencia de cada fase a tierra, y entre fases.
- ✓ Obtenga todos los valores con fusibles, interruptores de control abiertos o desconectados, con las otras 02 fases aterradas y con el secundario de los transformadores cortocircuitados.
- ✓ La resistencia mínima aceptable será de acuerdo a Tabla 10.1 (Anexo 57). Donde los valores sean bajos será observado se localizara y corregirá y se obtendrán valores aceptables en una repetición de prueba de 1min.
- ✓ Se realizaran las pruebas de resistencia de aislamiento para cada tensión de transformador ,bobinado a bobinado y cada bobinado a tierra con prueba de tensión de acuerdo a NETA Tabla 10.1 (Anexo 57).Las pruebas de tensión serán aplicadas por un minuto. Para unidades con componentes de estado sólido se seguirán las recomendaciones del fabricante.

- ✓ Se realizarán las pruebas de resistencia de aislamiento de los transformadores de corriente y cableado a tierra con 1000 Vdc. Para unidades con componentes de estado sólido, se seguirán las recomendaciones del fabricante. La medida de la resistencia de aislamiento de algún transformador de instrumento no será menor de lo mostrado en no será menor que la mostrada en NETA Tabla 10.1 (Anexo57).
  - ✓ Se realizarán las pruebas de aislamiento para cada transformador de control, tipo seco de acuerdo con NETA Tabla 10.1 (Anexo 57).
  - ✓ Pruebas de funcionalidad y operación para todos los dispositivos, equipos y circuitos.
1. Verificación física y funcionalidad de llaves, eléctricas, mecánicas y otros sistemas de enclavamiento.

### **7.3.3 Relés de Protección**

- ✓ Inspección y ajuste de acuerdo a los datos del representante del proveedor, y pruebas para cada relé de protección para el ajuste requerido para cada especificación de diseño, instrucciones de fabricante y datos de calibración.
- ✓ Verificar para cada relé que es la unidad correcta para la aplicación con las características y rangos como esta especificado .Registre todos los datos de la placa.
- ✓ Realice una prueba de desempeño del cableado de control .Use los diagramas funcionales del switchgear para identificar los dispositivos de protección y control remoto.
- ✓ Realice una prueba de excitación de tensión secundaria en todos los circuitos de control y circuito de potencial. Los niveles de tensión pueden ser verificados en cada punto del terminal de bornes y en cada terminal de los dispositivos.
- ✓ Realice una prueba de inyección de corriente en todo el circuito de corriente en cada sección del switchgear.
- ✓ La pruebas de corriente serán echas con inyección primaria, donde sea posible, con magnitudes tal queden un mínimo de 1.0 de flujo en el circuito secundario.

- ✓ Donde la inyección primaria es impracticable, la inyección secundaria será utilizada con una corriente de de 1.0 para 0-1.0 amp. En el secundario y una corriente de 5.0 amp para 0 – 5.0 amp en el secundario.
- ✓ Se probara la corriente ingresando y saliendo de cada dispositivo.
- ✓ Todos los transformadores de corriente tendrán las siguientes pruebas de acuerdo con ANSI/IEEE C57.13.1
- ✓ Determine la carga del circuito y el nivel de saturación del transformador de corriente del secundario del transformador de corriente.
- ✓ Probar que los transformadores de corriente suministran a los relés de sobrecorriente la señal apropiada para una adecuada operación de acuerdo con los valores de los taps del relé. Verificar que la corriente máxima enviada por el CT no es menor que el máximo valor requerido por el estudio de coordinación
- ✓ La calibración de los relés para una operación correcta en todo el rango será en acuerdo con las curvas del fabricante y sus recomendaciones .Las características eléctricas aplicables a los relés bajo prueba , such as pickup time, instantaneous trip, sealing targets, directional pickup, and time shall be checked, ajuste y calibración
- ✓ Después de la verificación de la apropiada operación, regule el relé de acuerdo con los requerimientos del representante del proveedor; pruebe y registre la respuesta de apertura. Verifique que el tiempo de accionamiento esta de acuerdo a lo esperado en las curvas del relé. Los relés fallados en algunas de las pruebas finales serán reportados a Ingeniería tan pronto como sea posible.
- ✓ Adjunte el sticker de prueba de cada relé después de cada prueba indicando el nombre de la compañía, nombre del instrumento y fecha de prueba.
- ✓ Después que los ajustes y pruebas sean completados, aperture cada breaker por accionamiento manual del mecanismo de protección de cada relé de protección. Selle cada cobertura de relé con un apropiado sello.

#### **7.3.4 Pararrayos**

- ✓ Inspeccione visualmente cada pararrayo para determinar si hay daño físico y la conformidad al diseño y recomendaciones de procedimientos de instalación del fabricante.

- ✓ Verifique que cada pararrayo este conforme con las especificaciones .Para asegurar que el pararrayo sea de la tensión apropiada y la clase especificada.
- ✓ Verifique los arreglos de montaje y conexión de los pararrayos. Para asegurar que el pararrayo esta adecuadamente instalado y con las distancias requeridas. La conexión del cable de tierra será segura y la longitud del cables será la mas corta posible.

### **7.3.5 Baterías y Cargadores**

- ✓ Inspeccione visualmente las baterías y cargadores para determinar si hay daño físico y dar la conformidad con las especificaciones del diseño y las recomendaciones y procedimientos del fabricante.
- ✓ Tome las lecturas de gravedad específica y de temperatura.
- ✓ Verifique la operación del equipo de carga por medida de la corriente de carga y de la tensión de utilización de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante.
- ✓ Registre temperatura, nivel de electrolito, carga, gravedad específica y tensión en las celdas individuales. Verifique todas las alarmas.

### **7.3.6 Sistemas de Aterramiento**

- ✓ Las pruebas de los lazos de las plantas principales y de los equipos más grandes serán referenciadas a tierra remota o a una resistencia extremadamente baja (aproximadamente 1 ohm). Inspecciones visualmente el sistema, tuberías y equipos aterrados y determine la integridad del aterramiento.
- ✓ Las pruebas de las mallas de tierra se verificaran con la máxima resistencia indicada en el anexo 01, Tabla de aterramiento.
- ✓ El método de caída de potencial usando 02 electrodos auxiliares, u otros métodos aprobados serán usados para determinar el valor de la resistencia a tierra. Refer to Attachment 02, Ground Test Methods.
- ✓ Las pruebas serán realizadas como lo describe la IEEE Standard 81, IEEE Recommended Guide for Measuring Ground Resistance and Potential Gradients in the Earth.

- ✓ Las pruebas de resistencia a tierra de las nuevas mallas conectadas a las existentes no serán necesarias, excepto cuando haya una indicación contraria en otro documento.

### **7.3.7 Controlador de Motor de Media Tensión**

- ✓ Al momento de recepcionar un equipo, verifique visualmente si hay algún daño exteriormente o interiormente o si hay pérdidas de equipos.
- ✓ La prueba de resistencia de aislamiento será de acuerdo con NETA Tabla 10.1 (Attachment 57)
- ✓ Verifique las fases e identificación antes de conectar los cables principales
- ✓ Verifique y asegure que los tamaños de los fusibles sean apropiados y ajuste los elementos de sobrecarga o relés en el centro de control y verifique la continuidad de fusibles.
- ✓ Realice una inspección visual de los equipos y luego verifique que los circuitos de control estén conectados bien y que funcionalmente sean correctos.
- ✓ Verifique el ajuste de los puntos de conexión de barras y otras conexiones de energía y control instalados por el proveedor. Los métodos de ajuste del torque serán de acuerdo con las instrucciones fabricante, serán usadas en las conexiones de barras o donde se necesite.
- ✓ Pruebe, ajuste y limpie los arrancadores de motores según se requiera por las especificaciones de diseño o instrucciones publicadas por el fabricante.
- ✓ Registre una lista completa de los datos de placa de los arrancadores e información de componentes como fusibles, transformadores, relés de sobrecarga, relación de transformadores de corriente, ajustes.

### **7.3.8 Centro de Control de Motores de Baja Tensión y Combinaciones de Arrancadores Magnéticos**

- ✓ Antes de realizar algunas pruebas, inspeccione visualmente por fuera y por dentro los posibles daños y pérdidas. Limpie el CCM quite la suciedad y el polvo
- ✓ La prueba de resistencia de aislamiento será de acuerdo con NETA Table 10.1 (Anexo 57)
- ✓ Confirme que el heater de sobrecarga del arrancador este de acuerdo con las instrucciones del fabricante para los datos de placa del motor.

- ✓ Antes de que los motores funcionen en el arranque de la planta, mida el nivel de aislamiento con un megohmetro de 1000V y con el motor conectado. De un impulso para determinar la rotación correcta. Después de que es confirmada la rotación, regule el interruptor de acuerdo con los procedimientos recomendados del fabricante, o verifique el tamaño del fusible y de los switch de desconexión.
- ✓ Con el motor desconectado verifique la adecuada operación del circuito de control incluyendo el arranque, paradas, enclavamientos y funciones de apertura
- ✓ Motores de Media y Baja Tensión
- ✓ En el momento que se recepcione, inspeccione visualmente cada motor si hay algún daño físico.
- ✓ Verifique si el motor tiene la adecuada lubricación.
- ✓ La resistencia de aislamiento será de acuerdo NETA Tabla 10.1 (Anexo 57)
- ✓ Las siguientes pruebas serán realizadas en los motores de media tensión:
- ✓ Realice la prueba de sobretensión DC en los motores de 1000HP y mayores y de 4000V y mayores, de acuerdo con ANSI / IEEE Standard 95. Grafique la curva de polaridad sobre los 15 min.
- ✓ Verifique que el heater del motor este de acuerdo con los planos.
- ✓ Verifique los dispositivos de protección este de acuerdo con otras secciones.
- ✓ Verifique los circuitos de RTD (Resistance Temperature Detector) que estén conformes con los planos. Verifique que el medidor o dispositivo de medición usado para el RTD es adecuado para el uso.
- ✓ Antes de energizar una maquina, verifique visualmente la disponibilidad del servicio. Verifique las instrucciones del manual del fabricante para su correcta lubricación y ventilación. Verifique el adecuado alineamiento y registre los datos de placa.
- ✓ Inspeccione visualmente las terminaciones del motor para una adecuada conexión.
- ✓ Las pruebas de funcionamiento del motor, preferentemente desacoplados o sin carga, si se hiciese las pruebas con carga serán en servicio regular. Verifique la rotación del motor, velocidad, corriente e incremento de temperatura y registre los resultados

### 7.3.9 Transformador de Servicio

- ✓ Después que los cables primarios estén conectados completamente realice la prueba con un megohmetro de 1000 VDC en todos los primarios de 480V de los transformadores tipo seco. Mida el nivel de aislamiento de los cables alimentadores con el bobinado primario; el dispositivo de protección del alimentador debe estar abierto. Para que el lado secundario con el bobinado secundario sea medido, el dispositivo de reconexión con carga debe estar abierto.
- ✓ La prueba de resistencia de aislamiento debe de estar de acuerdo con NETA Table 10.5(Anexo 57). Verifique la continuidad y la correcta conexión de los bobinados.
- ✓ Aplique la tensión de prueba por 1 minuto.

### 7.3.10 Alambre y Cable de 600V

- ✓ Antes de energizar mida la continuidad y la resistencia de aislamiento de cada circuito externo a los equipos con un megger de cada alambre a los otros y tierra .Aplicando una tensión de 1000 VDC para cables con tensión nominal de 600V.
- ✓ Con los motores desconectados, mida la resistencia de aislamiento de los alimentadores a motores del lado de la carga de los contactores o de los interruptores. Repita esta prueba después de que los motores están conectados y antes de energizarlos, un bajo valor de tensión del motor puede limitar la máxima tensión de prueba par el motor
- ✓ Mida la resistencia de aislamiento de los alimentadores de paneles de alumbrado con los interruptores, transformadores de alumbrado, paneles conectados de alumbrado, pero con los interruptores abiertos de los circuitos derivados de alumbrado
- ✓ Mida la resistencia de aislamiento de los circuitos alimentadores con conexiones de los interruptores ubicados aguas arriba pero con breakers abiertos y carga sin conectar.
- ✓ Mida después la resistencia de aislamiento de lámparas, tomacorrientes, artefactos y otros items similares que son conectados después.
- ✓ Cundo hay dispositivos conectados como botones y dispositivos de sobrecorriente, solamente mida la resistencia de aislamiento fase – tierra. Si

fuera necesario levante la conexión de tierra del neutro en los transformadores de control para realizar esta prueba. También se aislara algunos elementos de control para que no sean megados.

- ✓ Verifique que los cables y alambre tengan una adecuada numeración para su identificación o un código de colores para su apropiada conexión.

### **7.3.11 Inspección y Prueba de Instalaciones Eléctricas**

Los inspectores revisaran detenidamente las especificaciones del proyecto preparadas para el proyecto. Ellas serán familiares con las aplicaciones de los códigos / estándares y tendrán copias disponibles en las ubicaciones de trabajo para referencia. Los requerimientos pueden ser definidos en las especificaciones pero no se puede decir que no están en los planos, tal como puntos de expansión de tuberías, alivios y drenaje y soportes para cables en tuberías verticales.

Las inspecciones adicionales pueden ser llevadas fuera por terceras partes a reuniones legales requeridas. Ciudad, estado, o similar inspection shall not alleviate the requirement for inspection defined here.

#### **a) Instalaciones eléctricas enterradas**

- ✓ La inspección durante la construcción de los sistemas de aterramiento, incluye lo siguiente:
  - ✓ Conexiones a tierra / Varillas enterradas del tipo correcto y profundidad.
  - ✓ Conductores de tierra / enterrados y conexiones de cada parte del sistema que es instalado, previo al relleno.
  - ✓ Verifique que el sistema será instalado de acuerdo con los planos. Determinar que el registro de planos refleje lo construido.
  - ✓ Utilice un código de colores para los planos de instalaciones subterráneas para hacer un seguimiento del progreso de la instalación. Documente las inspecciones del sistema completo por áreas /unidad, Registro de Inspecciones del Sistema de aterramiento. Refer to Attachment 18.
- ✓ La prueba de resistencia de tierra par cada aterramiento /electrodo enterrado o una designación de un grupo de varillas por cada fundación como requieren los planos y especificaciones. Document the test data on Attachment 19, Grounding / Earthing Resistance Readings Test Record.

- ✓ Inspeccione directamente las instalaciones cables enterrados de acuerdo con el anexo 46.
- ✓ Inspeccione el avance de las instalaciones de ductos y buzones usando los anexos 07 y 08, use las guías de inspección .Asegure que se registre y se refleje en los planos As built y así se mantenga.

#### **b) Instalaciones Eléctricas expuestas**

- ✓ Inspeccione el avance de las instalaciones de tuberías, bandejas usando el anexo 11y anexo 09, usando las listas de inspección como guías. En esta actividad será también incluida los trabajos de soldadura para los soportes de tuberías y bandejas. Establecer en el lugar de trabajo un procedimiento de calidad para los soldadores eléctricos para asegurar la calidad de soldadura.
- ✓ Inspeccione los paneles e instalaciones de alumbrado de acuerdo con Anexo 23
- ✓ Inspeccione y pruebe las conexiones a tierra de los equipos y estructuras de acuerdo a Anexo 21 y 22.
- ✓ La inspección del avance de al instalación para todos los cables deberá ser de acuerdo con el anexo 12. Las terminaciones de cables de media y alta tensión serán inspeccionadas de acuerdo con el anexo 15.
- ✓ La línea de calentamiento eléctrica deberá ser inspeccionada de acuerdo con el anexo 42.
- ✓ Inspeccione el sello de los conductos y asegure que el sello sea vertido después del jalado de cables, pruebas y verificaciones del lazo de instrumentos. Documente la inspección por cada área/unidad en el anexo 10, Conduit Sealing Inspection Record.

### **7.4 Pruebas de Instrumentos**

#### **7.4.1 Estándares de Calibración**

- a) Los instrumentos no serán calibrados para funcionamiento en algún otro rango que no sea el recomendado por el El equipo de calibración deberá ser inicialmente calibrado y periódicamente se verificara en el laboratorio, las pruebas y calibración de instrumentos se harán en las unidades de medida seleccionadas para este proyecto. Las verificaciones de calibraciones será anotada en el registro de calibración para cada dispositivo.

- b) Cuando se introduce fluidos en el cuerpo del instrumento para propósitos de calibración, o para algún otro propósito, será compatible con el material del instrumento. El fluido será drenado después de la calibración.
- c) Use agua con bajo cloro cuando calibre instrumentos de acero. Los dispositivos serán calibrados en el banco o en el sitio de trabajo o donde sea práctico. La fecha de calibración será registrada en el registro apropiado de calibración (referido a los Anexos 45, 46, y 48), el sticker de calibración será pegado en el dispositivo de acuerdo a la norma de calibración. ítem (9)
- d) Los dispositivos de apertura actuarán por variables de procesos, variables eléctricas o señales analógicas, serán ajustadas para abrir o cerrar con el incremento o decremento de las señales de entradas ajustadas según lo especificado en el data sheet del instrumento y serán ejercitadas sobre el rango para verificar la repetibilidad. Cuando se encuentre un Switch no operativo en su rango de actuación se deberá poner una nota en la hoja de calibración.
- e) Los dispositivos analógicos serán calibrados en 03 puntos (0, 50 y 100 por ciento). Los transmisores por una designación de instrumentos especiales (contadores) serán calibrados en 05 puntos (0, 25, 50, 75 y 100 por ciento). Los instrumentos serán ajustados dentro de la precisión garantizada del fabricante y definida en el manual de instrucciones o hoja de datos. Cuando se manifiesta un mal funcionamiento o inexactitud, en partes de su rango o donde no se espera que funcione bajo condiciones normales será considerado inaceptable se enviara inmediatamente al propietario para su acción correctiva
- f) No estará sujeto a presiones y tensiones mas allá de lo nominal indicado por el fabricante. Los instrumentos estarán sujetos a las presiones indicadas en las hojas de especificaciones.
- g) Cada instrumento será individualmente calibrado por aplicación de entradas y salidas medidas. In no case shall 2 or more instruments be gang calibrated; for example, by feeding measured pressure into a transmitter and then adjusting the receiver gage to agree.
- h) Pressure instruments shall be heads corrected for static heads due to difference in elevation between the root connection and instrument.

- i) Después de que un instrumento sea calibrado en el banco una etiqueta será pegada al instrumento indicando que se ha realizado la calibración y esta listo para ser instalado Cuando un instrumento sea calibrado, el cliente-inspector aprobado tendrá un registro apropiado para indicar su presencia o ausencia.

## **7.4.2 Requerimientos de Calibración**

### **1 Instrumentos de temperatura**

- a) Los instrumentos de temperatura serán calibrados en rangos específicos por una señal proveniente de una termocupla digital de precisión, un baño de temperatura o una década de resistencias de precisión, la salida del controlador será monitoreada con un instrumento de precisión digital.
- b) El termostato de dial bimetálico será verificado solamente en el ambiente.
- c) RTD (Resistance Temperature Detector) converters and temperature switches shall be calibrated using a portable precision decade box. Thermocouple transducers and temperature switches shall be calibrated using a precision digital thermocouple calibrator. Converter output shall be monitored with a precision digital meter or gage. Switch action shall be monitored with an ohmmeter.
- d) La calibración del medidor de temperatura multipuntos será verificada usando un calibrador digital de precisión para termocuplas.
- e) Los elementos de temperatura no requiere calibración

### **2. Instrumentos de presión**

- a) Los transmisores de presión y presión diferencial serán calibrados proveyendo una entrada del calibrador de precisión y un monitoreo de la salida del medidor de precisión
- b) El indicador de presión, registrador y controlador será calibrado contra la precisión del calibrador.
- c) Direct connected, bourdon tube type pressure gages shall be zero checked only, unless they are in critical service. Those in critical service shall be calibrated by a dead weight tester.
- d) Receiver type pressure gages shall be calibrated using a precision calibrator.
- e) Draft gages and glass tube manometers shall be filled with proper fluid and zeroed. Diaphragm type draft gages shall be calibrated using a water column manometer or precision calibrator.

### **3 Instrumentos de flujo**

- a) Los instrumentos de flujo tipo presión diferencial serán calibrados proveyendo una señal de entrada del calibrador de precisión y monitoreando la salida con un medidor de precisión.
- b) Rotómetros, medidores tipo turbina y medidores de desplazamiento positivo no son calibrados

Los elementos de flujo no requieren calibración.

### **4 Instrumentos de nivel**

- a) Displacer type devices shall be checked for proper operation over the calibration range by filling with water and making adjustment for specific gravity, process liquid, and interfaces; and monitoring the output with a precision digital meter or gage.
- b) Differential pressure type level instruments shall be calibrated by providing an input from a precision calibrator and monitoring the output with a precision meter or gage. Zero elevation or suppression shall be accounted for in the calibration procedure. Seal legs should be filled with fluid specified after installation and zero checked.

### **5 Válvulas de Control**

- a) Las válvulas de control con diagrama son operadas neumáticamente sin posicionadores usaran un calibrador suave contra el rango del resorte mostrado en la placa.
- b) Una válvula de control de diafragma opera neumáticamente con posicionadores, será calibrado como una unidad usando una entrada de un calibrador de precisión contra el rango del resorte mostrado en la placa. Verificar el asiento y el viaje, regule el indicador de posición y verifique la acción de falla y registre los datos en el registro de las válvulas de control.
- c) Los transductores de corriente a presión serán calibrados usando una entrada de corriente y monitoreando la salida con un instrumento de precisión.

### **6 Reguladores de presión**

- a) Los reguladores de presión autocontenidos no serán calibrados, los ajustes serán verificados después de la instalación.

## 7 Válvula de seguridad de alivio

- a) La válvula de seguridad de alivio será regulada en el banco y probado su funcionamiento. Las válvulas de seguridad a vapor serán reguladas de acuerdo a las normas ASME.
- b) Los datos de la válvula serán verificados y los ajustes se registraran en el registro de pruebas de las válvulas de seguridad.
- c) Las válvulas serán protegidas del polvo, la humedad después de la calibración, la instalación estará dentro de los 30 días después de la instalación.

## 8 Anunciadores, Interruptores de alarma y dispositivos eléctricos

- a) Los anunciadores no requieren calibración Refer to Field Checkout.
- b) Los switch de presión diferencial, switch de presión, y switch electrónicos serán verificados por el uso de entradas de un calibrador de precisión y un monitoreo del accionamiento del switch y de los puntos del reset por un ohmímetro.
- c) Relés de accionamiento de golpe, relés selectores y otros dispositivos de 02 posiciones que serán verificados por el uso de calibrador de precisión como entrada y monitoreo del punto de trip / salida.
- d) Filled temperature switches shall be calibrated using a controlled temperature bath and set to the required trip point prior to installation.

## 9 Sistemas analizadores

Los sistemas analizadores son generalmente verificados y calibrados por el proveedor antes de enviarlo. La calibración en campo puede ser como lo siguiente:

- a) La calibración será de acuerdo con las instrucciones del fabricante y el manual de mantenimiento. Cuándo se aplique y cuando la cantidad indicada en la PO lo justifique, el fabricante será contactado para la calibración y arranque del servicio, antes asegúrese que la instalación este completa. La energía no debe ser cambiada hasta que llegue el ingeniero responsable asignado por el proveedor. Los gases peligrosos no deben ser usados sin el consentimiento del supervisor de construcción.
- b) Los dispositivos accesorios serán calibrados utilizando un calibrador de precisión, las salidas serán monitoreadas por un medidor de precisión.

### 7.4.3 Sistema de Control con PLC

- a) El sistema de control con PLC y equipos periféricos están generalmente configurados y probados por el proveedor y de acuerdo con los procedimientos de La prueba del proveedor incluye las pruebas completas del hardware y del software incluida la simulación de señales de entrada / salida.
- b) Después de la instalación del equipo en el cuarto de control, el sistema será verificado conforme a los planos de aterramiento, planos unifilares e integridad de los cables coaxiales (si se usa) por el representante del proveedor priorizando la aplicación de energía del sistema. El programa del sistema esta cargado y verificado según los requerimientos de visualización y operación de los dispositivos auxiliares bajo la supervisión del representante del proveedor. Los sistemas de alarma y operación de los módulos redundantes y el respaldo de energía son verificados en este momento.
- c) Durante la verificación del lazo, ingreso / salida se mostrara en pantalla y se verificara las correctas unidades de ingeniería, funciones de control, acciones del controlador y ubicaciones de alarma. Las pantallas de alarma serán verificadas, las alarmas de los puntos de ajuste, impresoras de reporte y registros auxiliares. La comunicación digital serán atribuidas a dispositivos similares a multilink, transmisores de peso, analizadores, tank gaging, and gas turbine are verified for correct operation.
- d) Los cambios de configuración en el sistema serán echos solamente bajo la autorización del contratista/proveedor /Supervisor del cliente.

## 7.5 Precomisionado

### 7.5.1 Alcance

#### a) Generalidades

Este documento cubre los requerimientos técnicos y de procedimiento de trabajo seguro por las pruebas de pre-operación y arranque equipos eléctricos, instrumentación y sistemas para el proyecto Carachugo 10.

El programa aprobado para las pruebas de pre-operación y arranque será ejecutado por el grupo de ingenieros especializados conformados para tal fin bajo la responsabilidad del Jefe de Preoperaciones encargado por MYSRL.

El alcance de las pruebas de pre-operación consiste en asegurarse que todo el sistema ha sido construido de acuerdo al diseño y especificaciones.

Las pruebas de pre-operación estarán en concordancia con el cronograma general del proyecto y se desarrollaran durante el proceso de ejecución del proyecto.

#### **b) Requerimientos Técnicos Relacionados**

Especificaciones Técnicas del Proyecto

Planos de Construcción de los Proyectos.

Manuales de Instrucción del fabricante, planos e información aplicable a los equipos y sistemas de los Proyectos.

Procedimientos de Seguridad de Minera Yanacocha:

- ✓ Procedimientos de Parada y Conexión
- ✓ Procedimientos de Acceso a Alto Voltaje
- ✓ Procedimientos de Rotulado y Bloqueo de MYSRL

#### **c) Referencias**

Las siguientes especificaciones prescriben los puntos del trabajo relacionado:

FD N° 000.265.65050:	Electrical Equipment and Instrument Installation
FD N° 000.265.65053:	Electrical and Instrumentation Construction Testing
MYSRL ID: 810	Pre Operational testing procedure
NETA	National Electrical Testing Association

### **7.5.2 Ejecución**

#### **a) Trabajos previos**

Antes de las pruebas pre-operacionales se deberá realizar las siguientes pruebas o verificaciones:

- ✓ Megado y pruebas de Hi Pot (si es aplicable) de celdas, MCC's, motores y cables
- ✓ Pruebas del transformador previo a la energización (relación de transformación, contenido de humedad, etc.)
- ✓ Pruebas de pre energización de los cubículos en MCC (megado, prueba de relés, prueba funcional del control)
- ✓ Verificación de la malla de tierra.
- ✓ Verificación funcional de todos los componentes de control.
- ✓ Verificar que el sistema de Detección de Fuego y Contra Incendios este totalmente probado y mecánicamente completo.

Los puntos mencionados anteriormente serán ejecutados a criterio y no están incluidos como parte de la responsabilidad de pruebas pre-operacionales. Sin embargo la lista anterior es prerrequisito para las pruebas pre-operacionales. El contratista es responsable de la conclusión, verificación y cierre de los puntos pendientes observados en el Punch List previos a la energización y es responsable de asegurarse de que todos los protocolos estén completos y hayan sido remitidos y aprobados por Ingeniería - QA, previo a la prueba Pre-operacional.

Al término de las pruebas pre-operacionales los equipos se consideraran mecánicamente completos y listos para el arranque y alimentación con carga.

Este documento da una guía para la inspección, prueba pre-operacional, y verificación del sistema eléctrico para asegurarse que las instalaciones estén de acuerdo con las especificaciones de diseño, planos e instrucciones del fabricante.

El listado y descripción de las inspecciones, pruebas y chequeos descritos aquí no deben ser consideradas como completas. A veces se requerirá de chequeos y pruebas estándar de construcción adicionales (y a veces repetitivas) necesarias a través de todo el trabajo.

Trabajos de pruebas e inspección deberán ser coordinadas con los representantes de Propietario de la Instalación. Se coordinara las pruebas que razonablemente puedan ser presenciadas por el propietario.

El contratista no deberá energizar, desenergizar o conectar a un circuito energizado, equipos o circuitos sin previa autorización de su Plan de Pruebas y Procedimiento por el Superintendente Eléctrico y el Representante del MYSRL.

El equipo de Pre-operaciones deberá usar los Procedimientos de Lock Out Tag Out de MYSRL.

Las inspecciones y Pruebas deberán ser documentadas en los Formatos Estándar o similares aprobados para el proyecto.

El coordinador del Área de Pre-operaciones será responsable de todas las inspecciones y actividades de prueba. El Plan de implementación detallado debe ser revisado y aprobado por el Gerente de Pre-operaciones.

El ingeniero de pruebas pre-operacionales deberá verificar que las instalaciones reúnan las especificaciones del fabricante.

El ingeniero de pruebas pre-operacionales deberá verificar que las instalaciones reúnan los requerimientos del fabricante.

Todo el cableado debe cumplir con las normas de Calidad establecidas en el Código Nacional de Electricidad para el equipo eléctrico y su clasificación de Área.

#### **b) Inspección de Equipos, Cables y Pruebas Eléctricas Pre-operacionales.**

Actividades de Pre operaciones a ser ejecutadas, pero no se limita a:

Inspecciones y pruebas aplicables deberán verificar continuidad, aislamiento integral, polaridad, ratio de revoluciones, calibraciones, ajuste, colocación de accesorios de protección, rotación de motores, operación run-in y activación funcional del equipo eléctrico, aparatos y controles.

El equipo será inspeccionado en una localización apropiada, asegurarlo adecuadamente, conexiones apropiadas, evaluaciones apropiadas, marcado y etiquetado correcto.

Los cables serán probados de acuerdo a estándares y requerimientos aplicables.

Conexiones actuales serán comparadas con diagramas de cables esquemáticos y elementales y lo que no concuerde será corregido de forma apropiada, ya sea por recolección o por revisión de los planos diseñados.

Equipos eléctricos serán probados por las recomendaciones del fabricante y bajo supervisión directa del representante de fabrica su fuera necesario.

Verificar la continuidad de la energía y del cableado señalado, falla a tierra, que este libre de interferencia (ruido), terminaciones apropiadas, marcado y etiquetado apropiados.

Megado de cable posterior a la terminación de la instalación.

Prueba de los circuitos energizados antes de accionar sus componentes.

Verificar el faseado adecuado y la rotación del equipo, dimensión de los dispositivos de protección por sobrecarga, fusibles, etc.

Rendimiento del equipo instalado en la planta para alcanzar su temperatura de equilibrio del equipo rotatorio: verificar alarmas, e indicaciones, su operación local y remota, fijación de parámetros.

Pruebas de acuerdo con estas especificaciones, de todos los equipos de plantas que se hayan reubicado.

### **c) Preparación de Procedimientos**

Se deberá preparar un cronograma y un plan detallado de las actividades de inspección y pruebas.

La inspección y prueba de equipos importantes como Celdas, Subestaciones, Variadores, Centro de Control de Motores, Generadores y Gabinetes de PLC, pueden requerir notificación de dichas actividades al representante del Proveedor.

Es importante que no se ponga en peligro la pérdida de la garantía al probar equipos destinados a ser puestos en servicio por sus proveedores.

Las inspecciones y pruebas deben ser suplementarias y normalmente compatibles con la literatura e instrucciones del fabricante.

Cuando se encuentren desviaciones aparentes de debe obtener las revisiones del fabricante previas a las pruebas.

Si el proveedor lo requiere, se debe coordinar todos los permisos necesarios para que sea testigo de las pruebas.

Cuando se requieran reparaciones cuestionables, modificaciones, ajustes y pruebas significativas, el supervisor de pruebas deberá contactar al proveedor para determinar si el trabajo debe ser ejecutado con o por el representante del proveedor.

Se deben registrar en los respectivos formatos, los modelos y números de serie de los equipos.

Los trabajos de inspección y prueba deben ser ejecutados solo por personal calificado (revisión de CV y verificación in situ), debidamente entrenado en las pruebas a llevarse a cabo en particular. Esto es esencial para obtener datos de evaluación mientras duren las pruebas y para asegurar que se reporten los hechos de importancia y datos cuestionables.

El ingeniero de pruebas de Pre-operaciones se debe asegurar que el trabajo de inspección y pruebas se conduzca de manera segura. Se deben utilizar precauciones de seguridad especiales tales como:

- ✓ Procedimientos de Bloqueo y Rotulado (LOTO)
- ✓ Barricadas.
- ✓ Desenergización y aislamiento del Equipo previos a las pruebas.
- ✓ Revisión de los Procedimientos con el Personal de Prevención de Perdidas
- ✓ Colocar señalización.
- ✓ Supervisión constante.
- ✓ Mantener comunicación constante (radios).
- ✓ Orientación al personal.

Los equipos deben ser de la Clase de Tensión y Valores Nominales adecuados para la prueba que se va a ejecutar. Se debe tener especial cuidado de no sobrecargar los equipos durante la prueba.

Las pruebas de resistencia inicial y baja tensión deben ser hechas con el equipo desenergizado y con todas las conexiones eléctricas hacia los dispositivos de control, desconectadas y bloqueadas como se requiera.

Si las medidas de resistencia lo requieren, se debe reparar, reemplazar o secar cualquier corto circuito o falla a tierra antes de que el circuito sea energizado.

Las pruebas a plena tensión en los circuitos se deben ejecutar solo por personal de preoperaciones debidamente autorizado. El representante del dueño de la instalación debe estar presente para presenciar las pruebas con carga.

Todo equipo eléctrico como transformadores, MCC, Celdas, y similares, deben ser inspeccionados para asegurar su adecuada localización, fijación, conexión, valores nominales, etiquetado y se debe probar su continuidad, protección a tierra y operación continua.

Se debe probar todo el cableado de control y fuerza como sea aplicable para circuitos abiertos y cerrados, continuidad y fugas.

Se deben usar diagramas unifilares y esquemáticos para referenciar las pruebas iniciales y se debe ilustrar el progreso con planos amarillados. Luego

del término de las pruebas de todas las unidades individuales del sistema, se debe operar el sistema completo para asegurarse de su adecuado funcionamiento.

Se deben registrar las conexiones reales con los diagramas esquemáticos y elementales y corregir los errores como sea apropiado, ya sea por reconexión como por revisión de los diagramas.

Se deben incorporar todos los cambios en los diagramas As Built de Green Tag.

Se deben verificar y aplicar los niveles de Tensión de Prueba de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

No se deben usar Megómetros u otros dispositivos generadores de Tensión para probar dispositivos de estado sólido o conexión de estos.

#### **d) Pruebas Pre-operacionales de Equipos y Cables**

Criterios para Pruebas de SG, MCC, arrancadores locales, Celdas, Motores, Transformadores, cables, transmisores, medidores y equipos relés de protecciones, equipos de control, UPS, Aterramiento, protección luminosa, variadores de velocidad.

Se deben tener pegados los procedimientos de Distancias Seguras y Rotulado de los circuitos que se requieran ser probados.

Serán chequeados y probados de acuerdo con las recomendaciones de fabricante.

Los Transmisores, medidores y equipos relés de protección serán probados y certificados por un reconocido subcontratista de pruebas. Los reportes y pruebas será de acuerdo con la aceptación de especificaciones de pruebas de la NETA.

Se deben inspeccionar todos los equipos eléctricos tales como transformadores, motores, MCC, Celdas y estructuras eléctricas para asegurarse de su adecuada ubicación, ajuste correcto en su lugar de trabajo, conexiones correctas, correctos valores nominales, correcta identificación y rotulado, probar la continuidad, aterramiento, protección, operación y definición NEMA de tipo de recinto.

Se debe probar todo el cableado de control y fuerza como sea aplicable para circuitos abiertos y cerrados, continuidad y fugas.

## Medidas de Seguridad

El personal de Preoperaciones, previo al inicio de las pruebas debe:

Tener en el lugar, su Procedimiento de Trabajo Seguro de Preoperaciones, aprobado y vigente, específico para las pruebas a realizar. Dicho procedimiento debe ser explicado a cada uno de los miembros del Equipo de Preoperaciones (Supervisores, Personal de Contrata y Representantes del Proveedor) que vayan a participar o verse involucrados en las pruebas.

Llenar correctamente todos los días su HCR (Hoja de Control de Riesgos con todos los involucrados en las pruebas con su respectiva charla.

Tener su Análisis de Tareas de Alto Riesgo, para la prueba en específico y pegada en un lugar visible.

Tener autorización (si es aplicable) para cuartos eléctricos, planta de procesos, etc., donde se requiera.

Toda persona debe contar con sus implementos de seguridad y en especial guantes de alto voltaje en las operaciones de conexión y desconexión de equipos de alta tensión. Además todas las pruebas deben ser realizadas mínimo por dos personas con sus elementos de seguridad y equipos de radio, así también contar con el equipo de medición necesario para verificar la presencia de tensión en barras de equipos, cables, etc. y cuando sea aplicable, efectuar el procedimiento de puesta a tierra.

Toda prueba debe estar cuidadosamente coordinada con todo el personal involucrado en el equipo a probar (mecánicos, electricistas e instrumentistas), para evitar cualquier trabajo en dicho equipo durante las pruebas, ya sea Megados, accionamientos y/o operación continua, que puedan dañar al personal y/o equipo. Para esto se debe acordonar el área de prueba con cintas de Seguridad (Pre-operaciones esta autorizado a usar la cinta ROJA de Peligro) y Carteles que indique la condición del equipo en Prueba.

Solo el personal de Preoperaciones Autorizado, podrá cruzar dicha cinta Roja correspondiente al equipo en prueba. Además, esta cinta debe ser retirada al final de la prueba.

El personal de Preoperaciones que va a realizar una prueba previamente coordinada, en un equipo en custodia de Preoperaciones, tiene la autoridad para retirar a cualquier personal que este realizando trabajos en la cercanías que

impliquen algún riesgo y no permitirá la reiniciación de dichos trabajos hasta que se concluyan las pruebas.

La no observación de las indicaciones de precaución y la secuencia descrita en este procedimiento pueden dar lugar a muerte, a graves daños personales y a considerables daños materiales y del medio ambiente.

El personal de Preoperaciones será responsable de autorizar el ingreso de todo el personal que requiera ingresar o hacer algún trabajo en un área con Tarjeta Naranja, verificando previamente sus procedimientos correctamente llenado y sus Análisis de Riesgo y HCR.

## **f) Documentación**

### **Planos**

El coordinador de Preoperaciones debe mantener un juego completo de Planos y Diagramas Eléctricos y otros planos correspondientes marcados para reflejar las condiciones As Built de los sistemas. Este juego de planos debe ser entregado a Ingeniería para su aprobación y documentación final del proyecto.

### **Registros**

Se debe mantener el registro de las pruebas pre-operacionales de todos los equipos en los protocolos estándar previamente establecidos y aprobados.

Se adjunta formatos estándar para cada registro. Refiérase a los formatos Adjuntos PREOPEI001 al PREOPEI041 para las pruebas eléctricas.

### **Procedimientos de Documentación**

El equipo de Preoperaciones debe desarrollar cronogramas de pruebas pre-operacionales específicos para cada sistema.

Verificar la culminación de todos los trabajos de construcción para organizar e iniciar las pruebas pre-operacionales.

Los documentos de Ingeniería serán actualizados al estado As Built para ser utilizados durante las pruebas.

Se mantendrá un juego de documentación Pre-operacional hasta la entrega del paquete de información técnica. A medida que se completen las pruebas y se documenten y acepten los resultados, se debe enviar una copia a control de documentos para su inclusión en la documentación del proyecto.

Se mantendrá en archivo las hojas de riesgos realizadas y los Análisis de Tareas de Alto Riesgo

## **CAPÍTULO VIII METRADO Y PRESUPUESTO**

En la elaboración de Metrados y Presupuesto se ha considerado lo siguiente:

- ✓ El presupuesto elaborado por la contratista comprende las siguientes actividades de Construcción: Civil, Estructuras, Tuberías, Mecánica, Electricidad e Instrumentación.
- ✓ Para la presentación de este trabajo se ha considerado los montos globales por disciplina
- ✓ Los suministros de equipos y materiales son importados, habiéndose utilizado materiales nacionales con aprobación de Ingeniería como son: Postes de concreto, Cables AAAC, Perfiles estructurales,
- ✓ Los equipos fueron suministrados por MYSRL y los materiales de obra por el contratista.
- ✓ Los metrados fueron obtenidos de acuerdo a los planos resultantes y a verificaciones en terreno.
- ✓ En el cuadro resumen se muestra un detalle general de gastos dividido en mano de obra que incluyen insumos y suministro de Equipos, adjunto a este cuadro resumen aparece un detalle de los gastos generales
- ✓ Se adjunta el cronograma de la obra con una duración original de 167 días.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. El principal beneficio que aporta esta instalación es el de contribuir en la producción de 500,00 onzas de oro, logrando que la producción de MYSRL se mantenga estable en 1'800,000 onzas para los próximos 5 años.
2. Con esta instalación se consigue una producción de oro que aprovecha este periodo que se caracteriza por los altos precios de los metales consiguiendo una rentabilidad muy alta.
3. En la construcción de esta instalación se han tenido en cuenta los criterios modernos para lograr la realización de una obra a satisfacción del usuario final: Diseño de Ingeniería, Control del Proyecto Prevención de Perdidas, Medio Ambiente, Control de Calidad y de acuerdo al requerimiento del cronograma de obra que indica un plazo de 7 meses para concluirla se requirió de una empresa con experiencia en este tipo de ejecuciones.
4. No se hizo uso de ninguna novedad tecnológica como elementos inteligentes incorporados a los equipos de potencia , pero vale mencionar que los Proyectos en Minera Yanacocha consideran el uso estandarizado de algunos equipos como:
  - Subestaciones Unitarias
  - Potencias Normalizadas
  - Relés de Protección
  - Arranque directos para motores
  - Sistemas de Supervisión remota y Comunicación Control Net y Ethernet
5. El control de la Calidad y su aseguramiento es requisito indispensable para conseguir obras con altos estándares y de plena satisfacción del cliente; para aplicación de este concepto se requiere conocimientos de procedimientos de trabajos, normas, estándares, capacitación y especialización en las disciplinas que interviene en el proyecto.

## Recomendaciones

1. Se recomienda la implementación de un curso de Control Calidad Eléctrico por parte de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica para garantizar el desenvolvimiento de los profesionales de la disciplina frente a las exigencias del mercado; considero que el tema "Seguridad Eléctrica" debe formar parte de este u otro curso debido a que se considera requisito para trabajar en los Sistemas Eléctricos.

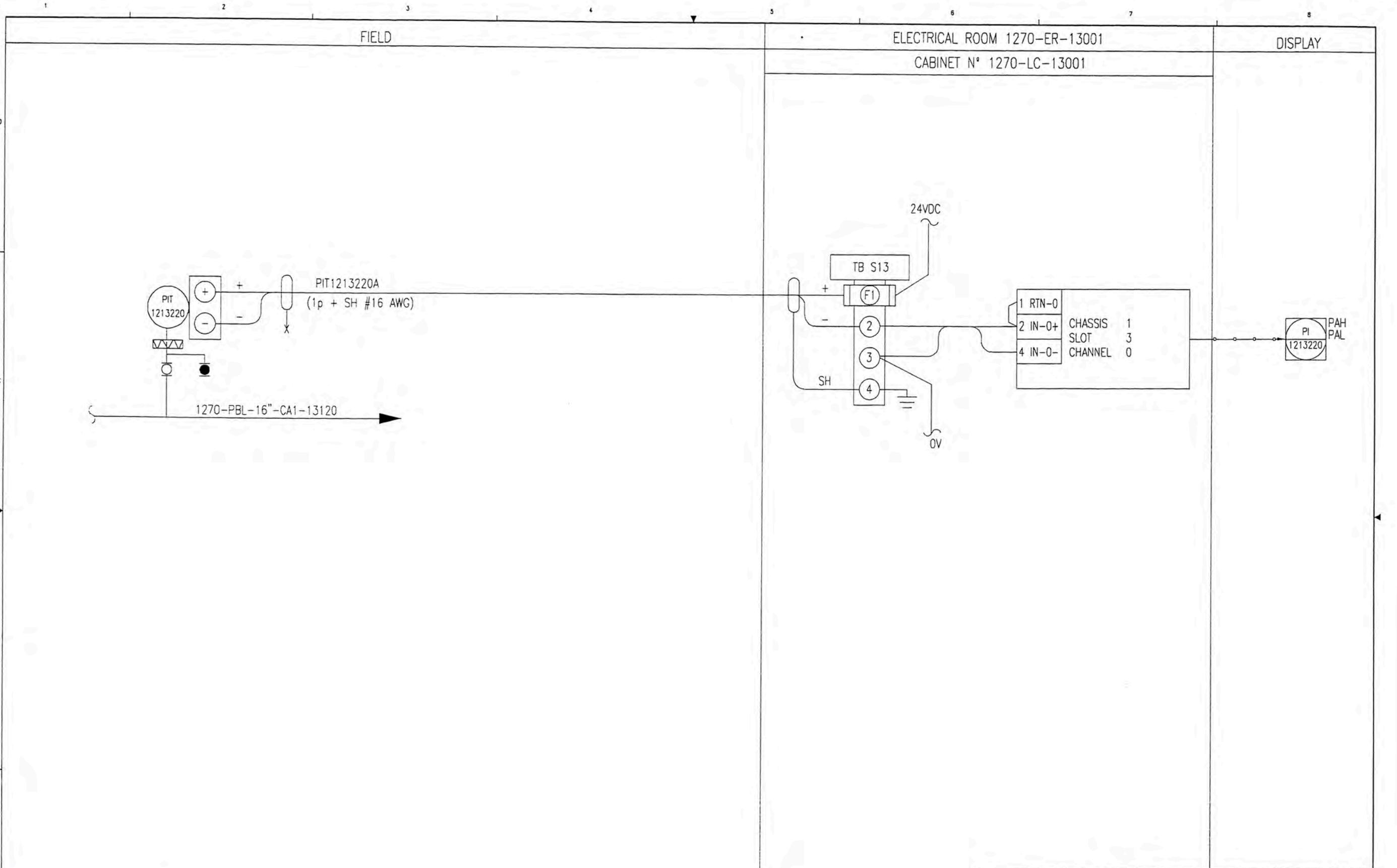
## **ANEXOS**

## PLANOS ANEXO 1

### 1.1 ELECTRICOS

1	Octubre	2005	ESQUEMA UNIFILAR 1120 MC 13001
2	Octubre	2005	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO 0,53kW
3	Octubre	2005	POZA DE BOMBEO DE MENORES EVENTOS 112kW
4	Octubre	2005	BOMBEO POZA DE OPERACIONES 25kW
5	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR DE PANEL DE ALUMBRADO
6	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR DE PANEL DE INSTRUMENTACIÓN
7	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR DE PANEL DC
8	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTACIONES US1127, US1120
9	Octubre	2005	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO BOMBEO RECIRCULACIÓN 448kW
10	Octubre	2005	SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIO
11	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBDRENAJE
12	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR 1150 – POZA DE TORMENTAS
13	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR DE BOMBEO DE SOLUCIÓN ESTÉRIL
14	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR MCC 1291
15	Octubre	2005	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
16	Octubre	2005	PLANO DE UBICACIÓN
17	Octubre	2005	INTERRUPTOR DE BAJO FLUJO
18	Octubre	2005	TRANSMISOR DE NIVEL
19	Octubre	2005	DIAGRAMA FQ1

20	Octubre	2005	INTERRUPTOR DE PRESION
21	Octubre	2005	VÁLVULA REGULADORA
22	Octubre	2005	TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN
23	Octubre	2005	DIAGRAMA DE BLOQUES



AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.
A	12JUN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	NN	DA
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	NN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

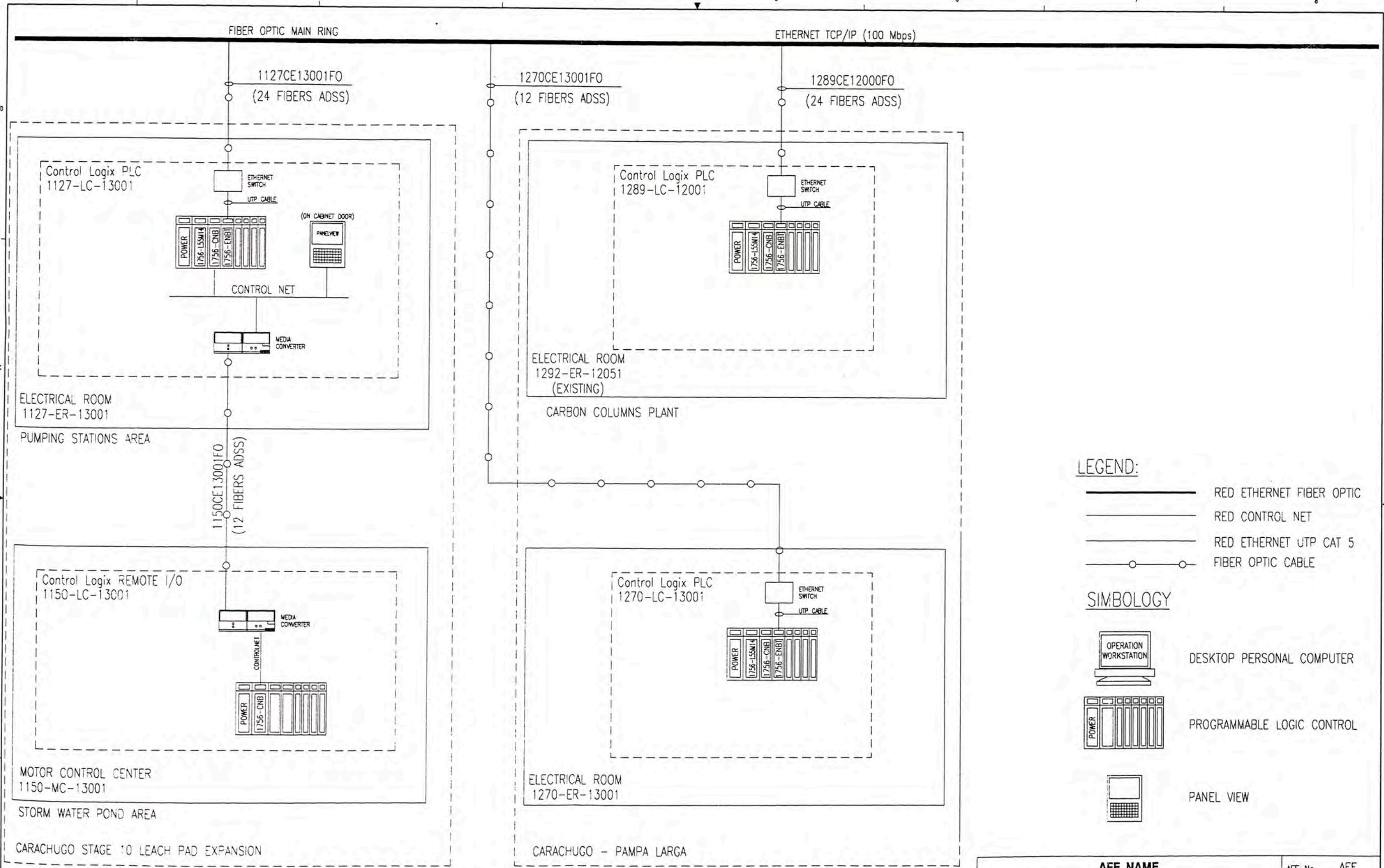
REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



**CONFIDENTIAL**  
 THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 TRANSMISOR INDICADOR DE PRESION

REV



**LEGEND:**

- RED ETHERNET FIBER OPTIC
- RED CONTROL NET
- RED ETHERNET UTP CAT 5
- FIBER OPTIC CABLE

**SIMBOLOGY**

- OPERATION WORKSTATION
- PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL
- PANEL VIEW

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. \_\_\_\_\_ AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENGL	LEAD	E.W.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12/24/05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08/26/05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06/24/05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28/04/05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07/02/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

REVISIONS	NO.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



**CONFIDENTIAL**

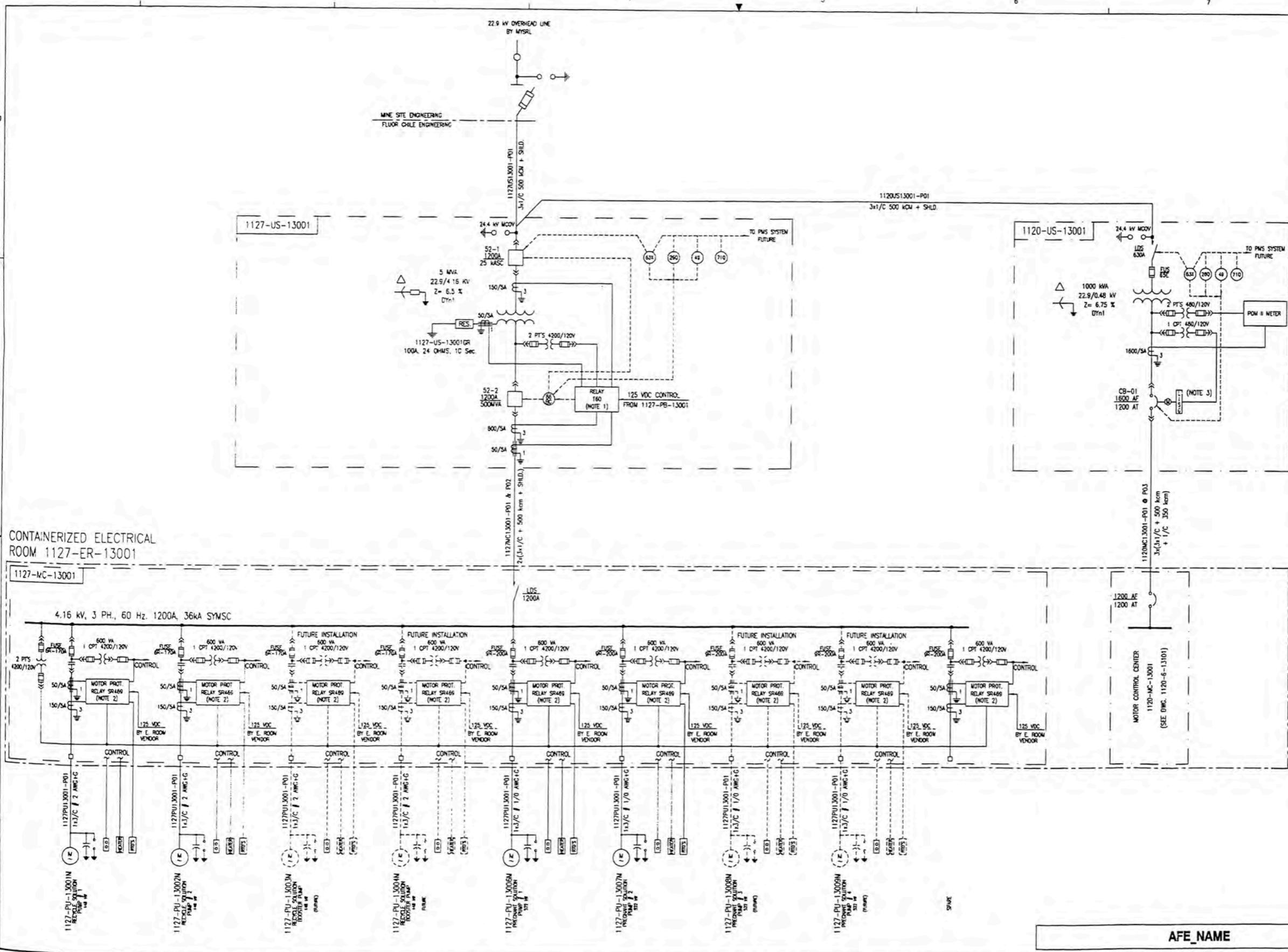
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOGCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DIAGRAMA DE BLOQUES

SCALE \_\_\_\_\_ DRAWING NUMBER \_\_\_\_\_



- NOTES:**
- TRANSFORMER MANAGEMENT RELAY T60-C00-VF4-FBF-HSE-MB4 MULTIFUN WITH COMMUNICATION PORTS AND THE FOLLOWING PROTECTION AND MEASUREMENT FUNCTIONS:
    - PROTECTION**
      - 24 OVEREXCITATION
      - 27 UNDERVOLTAGE
      - 50 INSTANTANEOUS OVERCURRENT
      - 50G INSTANTANEOUS GROUND FAULT
      - 50N INSTANTANEOUS RESIDUALLY GROUND FAULT
      - 51 INVERSE TIME OVERCURRENT
      - 51G INVERSE TIME GROUND FAULT
      - 51N INVERSE TIME RESIDUALLY GROUND FAULT
      - 59 OVERVOLTAGE
      - 67 A-C DIRECTIONAL OVERCURRENT
      - 78 AUTOMATIC RECLOSER
      - 81 FREQUENCY
      - 87 DIFFERENTIAL
    - MEASUREMENTS**  
A - V - KV, KW, KVA, KWH, KVAr, CURRENT ARMONICS, VOLTAGE ARMONICS, Hz. & DEMANDS.
  - MOTOR PROTECTION RELAY SR469 MULTIFUN WITH COMMUNICATION PORTS AND THE FOLLOWING PROTECTION AND MEASUREMENT MINIMUM FUNCTIONS:
    - PROTECTION**
      - 27 UNDERVOLTAGE
      - 37 UNDERLOAD TRIP
      - 46 PHASE LOSS OR UNBALANCE
      - 47 PHASE REVERSAL
      - 49 INVERSE TIME OVERCURRENT
      - 50 INSTANTANEOUS OVERCURRENT
      - 50G INSTANTANEOUS GROUND FAULT
      - 51 INVERSE TIME OVERCURRENT
      - 51G INVERSE TIME GROUND FAULT
      - 55 POWER FACTOR
      - 59 OVERVOLTAGE
      - 66 STARTS PER TIME
      - 81 FREQUENCY
      - 86 LOCKOUT
    - MEASUREMENTS**  
A, V, W, VA, VA, POWER FACTOR, Hz., Wh, VAr, TORQUE, TEMPERATURE (RTD) DEMAND: A, W, VA, VA PEAK
  - THE DIGTRIP RELAY HAVE THE FOLLOWING PROTECTION CHARACTERISTICS:
    - L = LONG TIME UNIT
    - S = SHORT TIME UNIT
    - I = INSTANTANEOUS UNIT
    - G = GROUND FAULT UNIT
  - PROTECTION FUNCTIONS:
    - 26 APPARATUS THERMAL DEVICE
    - 49 TRANSFORMER THERMAL RELAY
    - 63 PRESSURE SWITCH
    - 71 LEVEL SWITCH

CONTAINERIZED ELECTRICAL ROOM 1127-ER-13001

AFE\_NAME AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.W.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12/JAN/05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08/FEB/05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	09/MAY/05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28/JUN/05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RC	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07/OCT/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RC	JF	JF	JA	JA	DL		

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

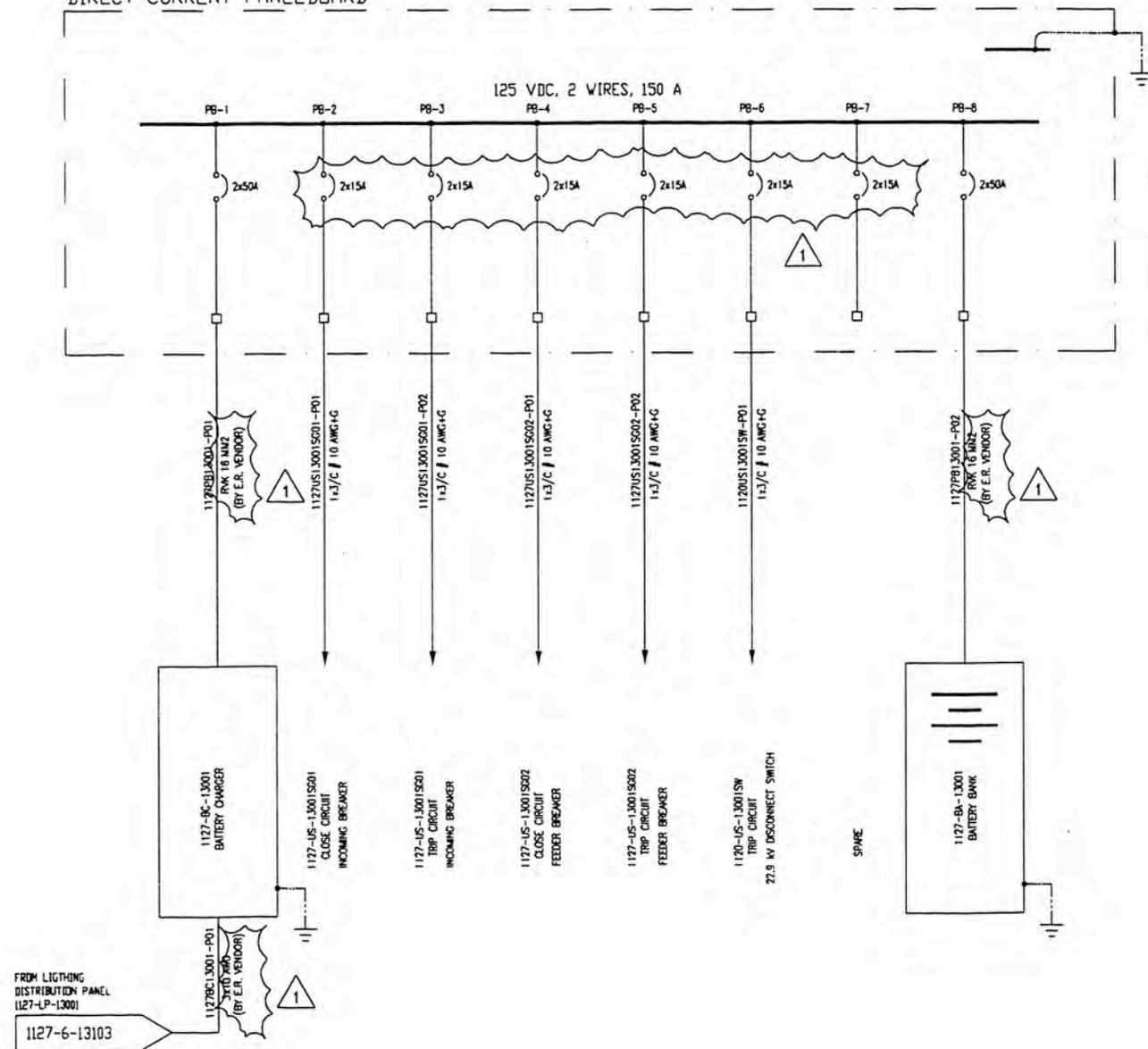
CLIENT APPROVAL DATE: CLIENT_PROB_DATE	DATE: DESIGN_DATE
DESIGNER	CHECKER
DATE: LEAD_DATE	CHECKER_DATE
PROJ. ENG.	PROJ. ENG. DATE
ENG. MANAG.	PROJ. MANAG. DATE
CLIENT	CLIENT DATE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACIONES US1127,US1120

SCALE: 1127-6-13001

1127-PB-13001  
DIRECT CURRENT PANELBOARD



NOTES:-  
1.- PROVIDED WITH PUMP

1127-PB-13001  
INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL SPECIFICATION  
1.- TAG ID PLATE: LAMICOD WHITE 50x150 mm. WITH BLACK LETTERS FIXED TO PANEL LID, BY MEANS OF STAINLESS STEEL SCREWS. EQUIPMENT AND CIRCUITS DESCRIPTION WILL BE MADE IN SPANISH & ENGLISH.  
2.- CIRCUIT BREAKERS, BARS, TERMINAL BOARD (POWER AND CONTROL CABLES), FUSES, PILOT LIGHT, PLASTIC CHANNEL (1 1/2" WIDE x 3" HIGH), AND ALL INTERNAL WIRING ARE SUPPLIERS RESPONSABILITY.  
3.- MOVABLE COVER SHALL ALLOW TO OPERATE MANUAL DEVICES AS BREAKERS.  
4.- □ INDICATE TERMINAL BOARD FOR POWER AND CONTROL CABLES.  
5.- DIRECT CURRENT PANELBOARD, BATTERY BANK AND BATTERY CHARGER ARE INCLUDED IN THE CONTAINERIZED ELECTRICAL ROOM 1127-ER-13001

AFE_NAME	AFE No.	AFE
----------	---------	-----

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	09FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA
C	09MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

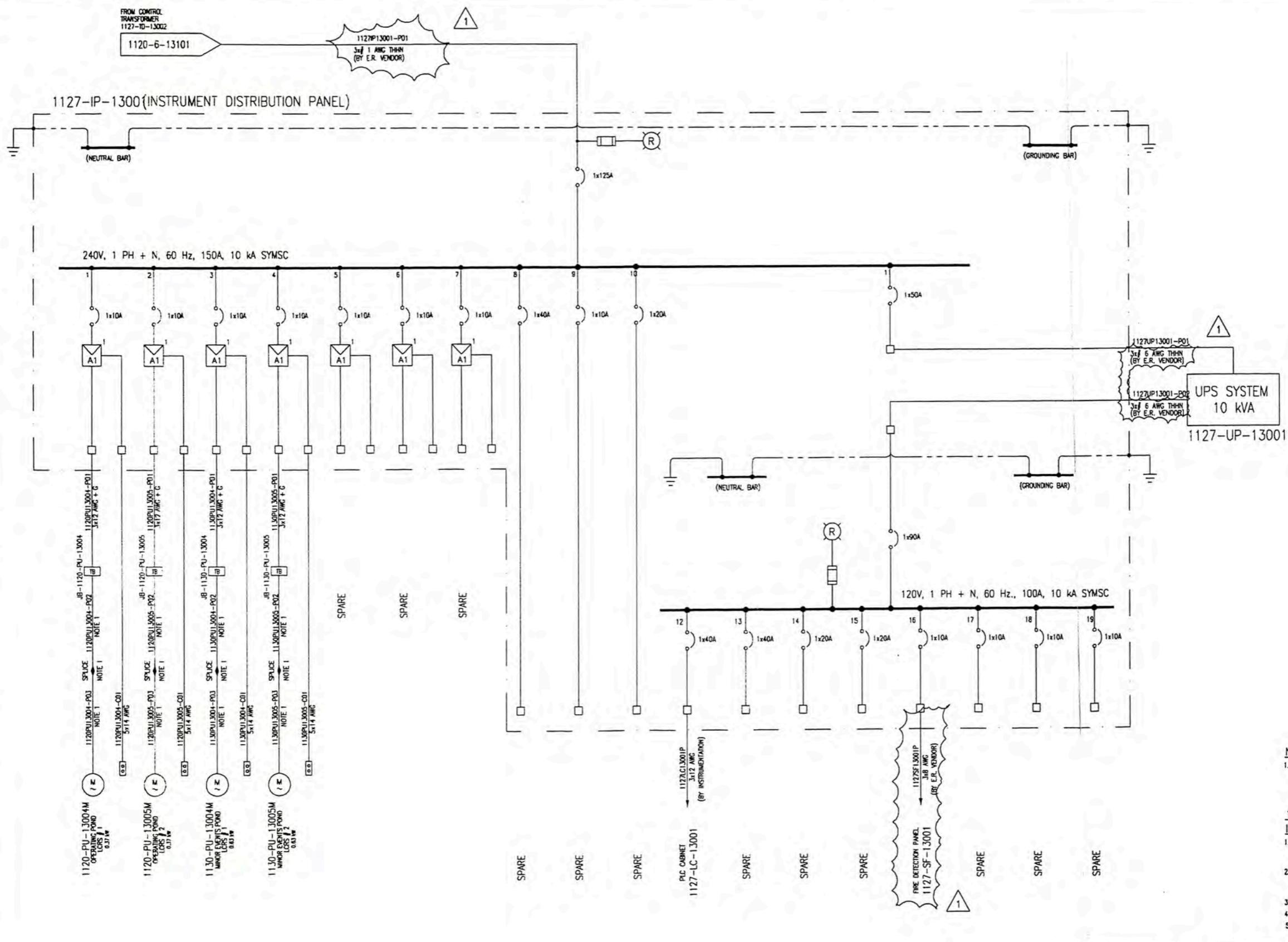
OWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINEXIA YAHACOSCHA S.R.L.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA UNIFILAR PANEL DC	
SCALE	PROJECT NUMBER 1120-6-13007
REV. REV	



NOTES:-  
1.- PROVIDED WITH PUMP

**1127-IP-13001**  
**INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL SPECIFICATION**

- TAG ID PLATE: LAMICOD WHITE 50x150 mm; WITH BLACK LETTERS FIXED TO PANEL LID, BY MEANS OF STAINLESS STEEL SCREWS. EQUIPMENTS AND CIRCUITS DESCRIPTION WILL BE MADE IN SPANISH & ENGLISH.
- CIRCUIT BREAKERS, BARS, TERMINAL BOARD (POWER AND CONTROL CABLES), FUSES, PILOT LIGHT, PLASTIC CHANNEL (1 1/2" WIDE x 3" HIGH), AND ALL INTERNAL WIRING ARE SUPPLIERS RESPONSIBILITY.
- MOVABLE COVER SHALL ALLOW TO OPERATE MANUAL DEVICES AS BREAKERS.
- INDICATE TERMINAL BOARD FOR POWER AND CONTROL CABLES.
- INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL AND UPS ARE INCLUDED IN THE CONTAINERIZED ELECTRICAL ROOM 1127-ER-13001

<b>AFE_NAME</b>		AFE No.	AFE
-----------------	--	---------	-----

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	CL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	MC	JF	CL	MN	RA
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	MC	JA	MN	DA	
R	23JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	JF	RC	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	JF	RC	JF	JA	JA	DL
1	03JAN06	MODIFIED BY VENDOR INFORMATION	JF	RC	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1120-6-13101	MCC 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES

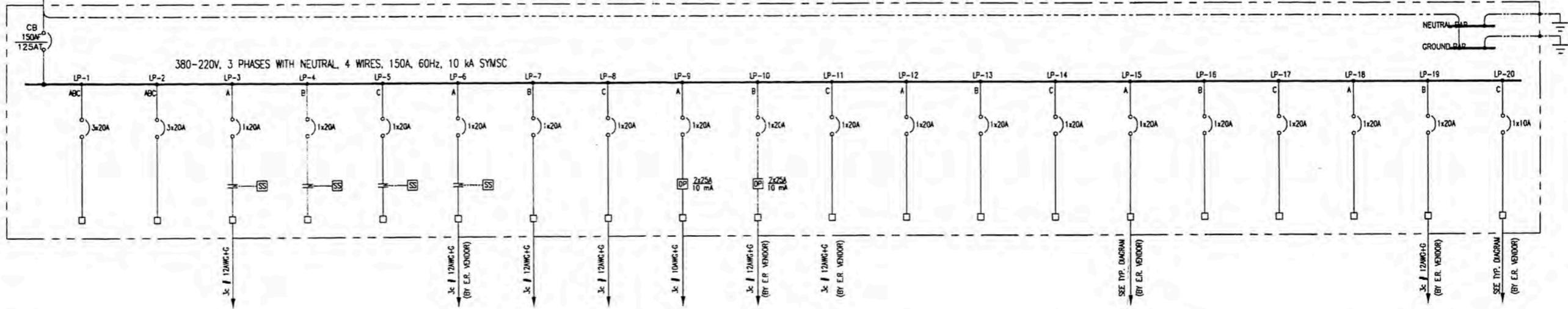


<b>CONFIDENTIAL</b>	
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOOCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN	
CLIENT APPROVAL DATE: CLIENT_APROB_DATE	DATE: CLIENT_DATE
DESIGNER: DESIGNER	DATE: DESIGN_DATE
CHECKER: CHECKER	DATE: CHECKER_DATE
LEAD: LEAD	DATE: LEAD_DATE
PROJ. ENG: PROJ_ENG	DATE: PROJ_ENG_DATE
ENG. MANAG: ENG_MANAG	DATE: PROJ_MANAG_DATE
CLIENT: CLIENT	DATE: CLIENT_DATE

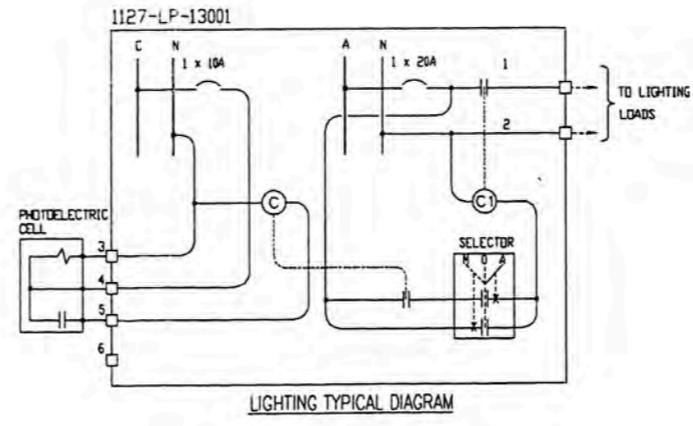
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA UNIFILAR PANEL DE INSTRUMENTACION	
SCALE	DWGING NUMBER 1120-6-13006

FROM LIGHTING TRANSFORMER  
1127-10-13001  
1120-6-13101 (BY E.R. VENDOR)

1127-LP-13001  
LIGHTING DISTRIBUTION PANEL



SERVICES LOCATION	LP-1	LP-2	LP-3	LP-4	LP-5	LP-6	LP-7	LP-8	LP-9	LP-10	LP-11	LP-12	LP-13	LP-14	LP-15	LP-16	LP-17	LP-18	LP-19	LP-20	
HPS 70W + (20 W BALLAST)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HPS 100W + (20 W BALLAST)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HPS 150W + (25 W BALLAST)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HPS 250W + (36 W BALLAST)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FL 2x40W + (20 W BALLAST)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E1 50W (EMERGENCY)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RECEPTACLES 250W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E9 2 x 32W + (16 W BALLAST)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PHOTOELECTRICAL CELL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SERVICES LOCATION	SPARE	SPARE	EXTERIOR LIGHTING PLANT	SPARE	SPARE	EXTERIOR LIGHTING ELECTRICAL ROOM	LIGHTING PANEL IN UNIT SUBSTATION 1120-US-13001	LIGHTING PANEL IN UNIT SUBSTATION 1127-US-13001	RECEPTACLES PLANT	RECEPTACLES ELECTRICAL ROOM	EMERGENCY LIGHTING ELECTRICAL ROOM	SPARE	SPARE	SPARE	BATTERY CHARGER 1127-BC-13001	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	INTERIOR LIGHTING ELECTRICAL ROOM	PHOTOCELL CIRCUIT



1127-LP-13001  
LIGHTING PANEL SPECIFICATION

- TAG ID PLATE: LAMICOD WHITE 50x150 mm; WITH BLACK LETTERS FIXED TO PANEL I.D. BY MEANS OF STAINLESS STEEL SCREWS. PANEL AND CIRCUITS DESCRIPTION WILL BE MADE IN SPANISH & ENGLISH
- CIRCUIT BREAKERS, BARS, TERMINAL BOARD (POWER AND CONTROL CABLES), CONTACTORS, SELECTOR SWITCHES, DIFFERENTIAL PROTECTORS, PHOTOELECTRICAL CELLS, PLASTIC CHANNEL (1 1/2" WIDE x 3" HIGH), AND ALL INTERNAL WIRING ARE SUPPLIERS RESPONSIBILITY.
- MOVABLE COVER SHALL ALLOW TO OPERATE MANUAL DEVICES AS BREAKERS.
- INDICATE TERMINAL BOARD FOR POWER AND CONTROL CABLES.

NOTES:-

- LIGHTING PANEL AND PHOTOELECTRICAL CELLS WILL BE SUPPLIED AND WIRING WITH THE ELECTRICAL ROOM
- LIGHTING PANEL 1127-LP-13001 IS INCLUDED IN THE CONTAINERIZED ELECTRICAL ROOM 1127-ER-13001

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.N.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A 12/04/05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B 08/08/05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C 06/04/05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R 28/01/05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D 07/02/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL

THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

DESIGNER	DATE
CHECKER	CHECKER_DATE
LEAD	LEAD_DATE
PROJ_ENG	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	CLIENT_DATE

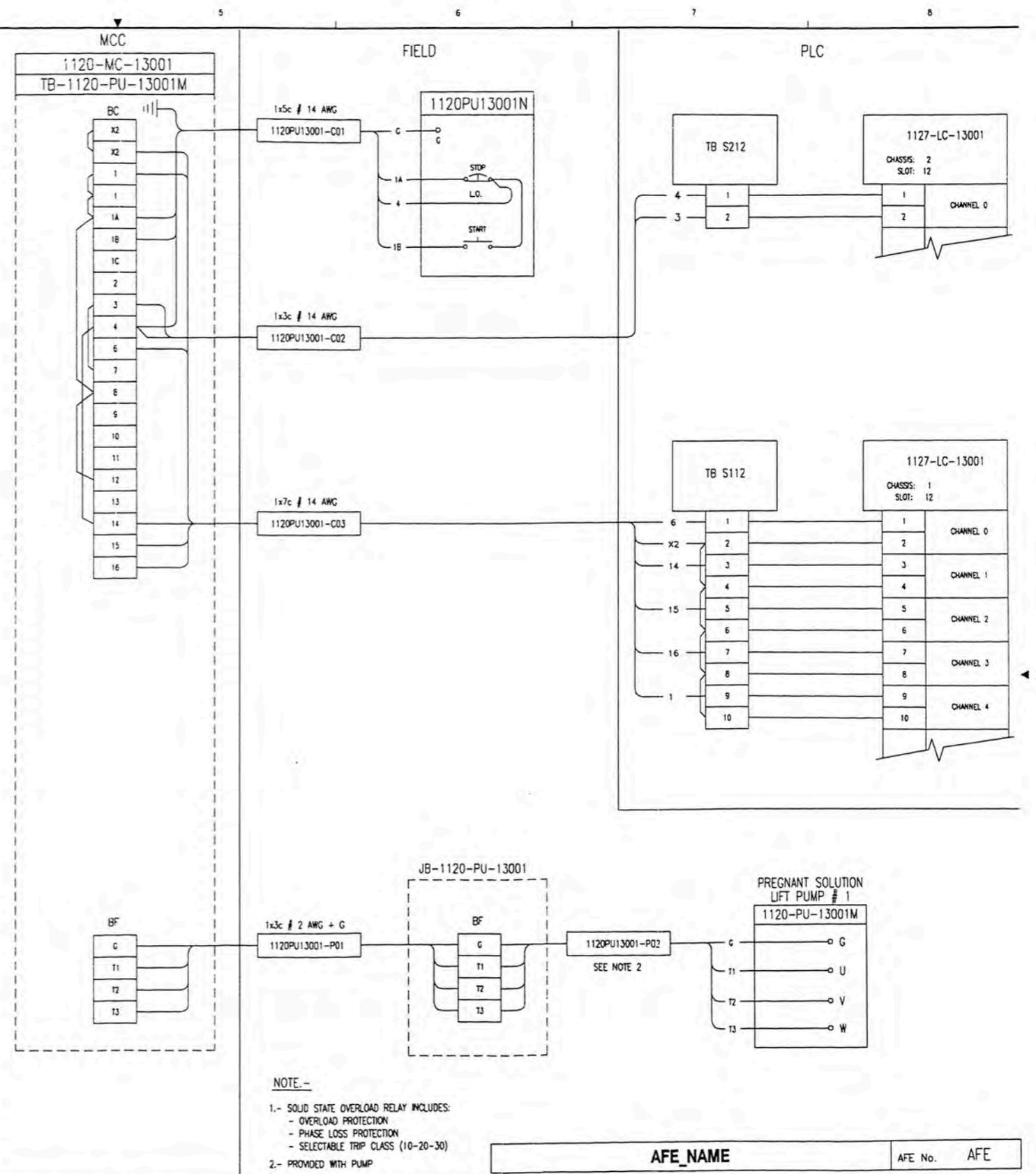
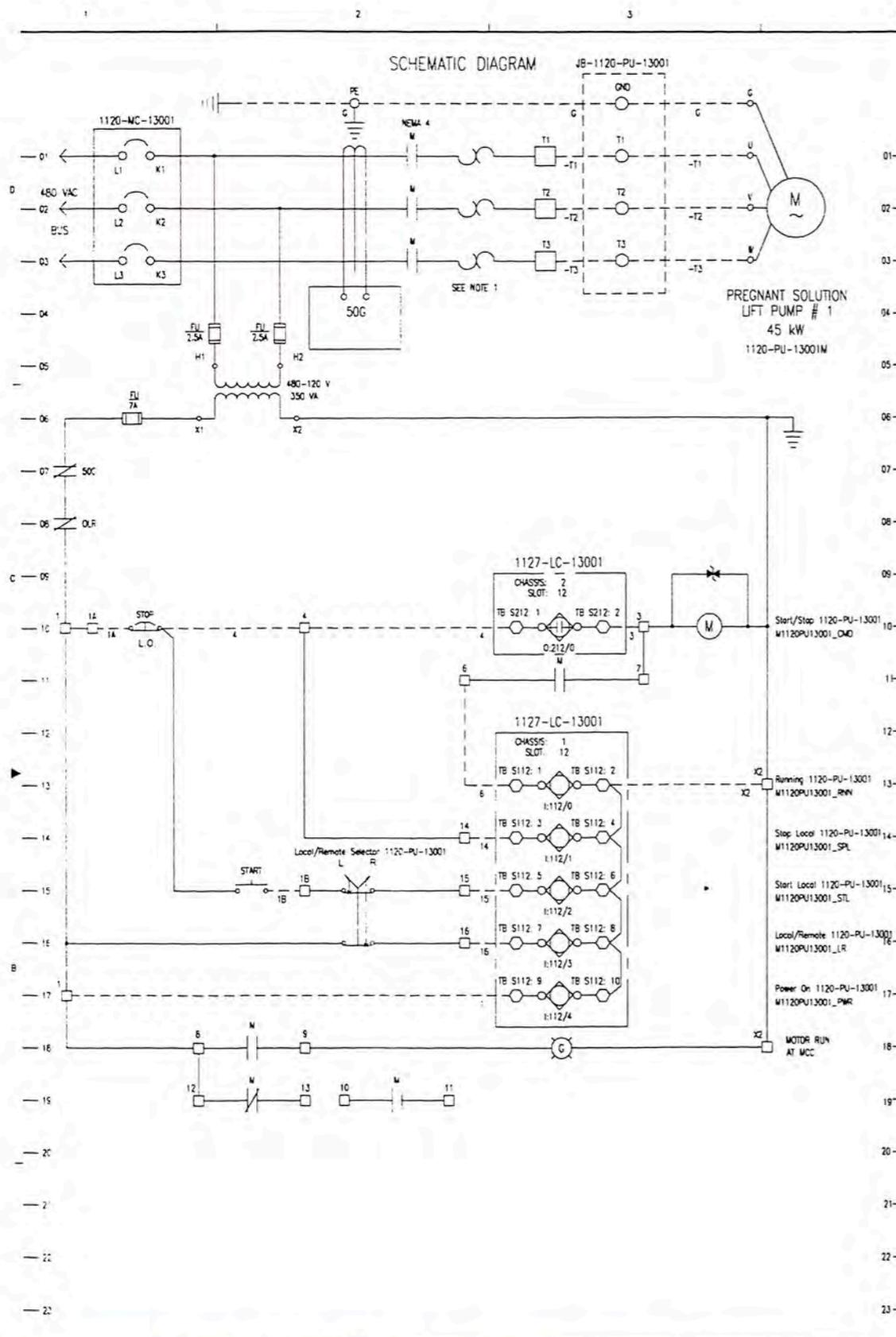
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

UNIFILAR PANEL DE ALUMBRADO

SCALE \_\_\_\_\_ DRAWING NUMBER 1120-6-13005

REV \_\_\_\_\_



NOTE:-  
 1.- SOLID STATE OVERLOAD RELAY INCLUDES:  
 - OVERLOAD PROTECTION  
 - PHASE LOSS PROTECTION  
 - SELECTABLE TRIP CLASS (10-20-30)  
 2.- PROVIDED WITH PUMP

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.W.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-NC-13001 & 1120-NC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
O	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

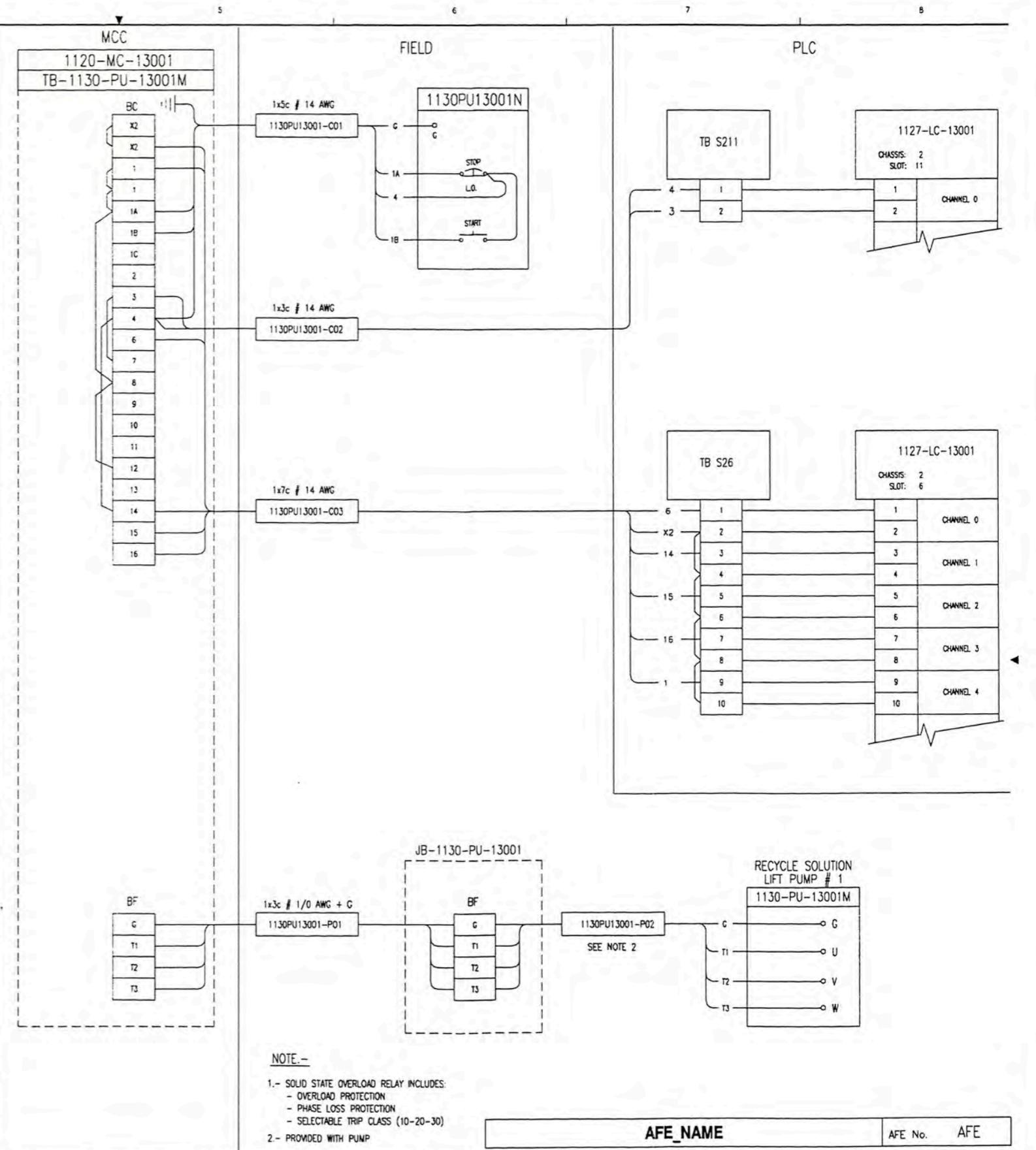
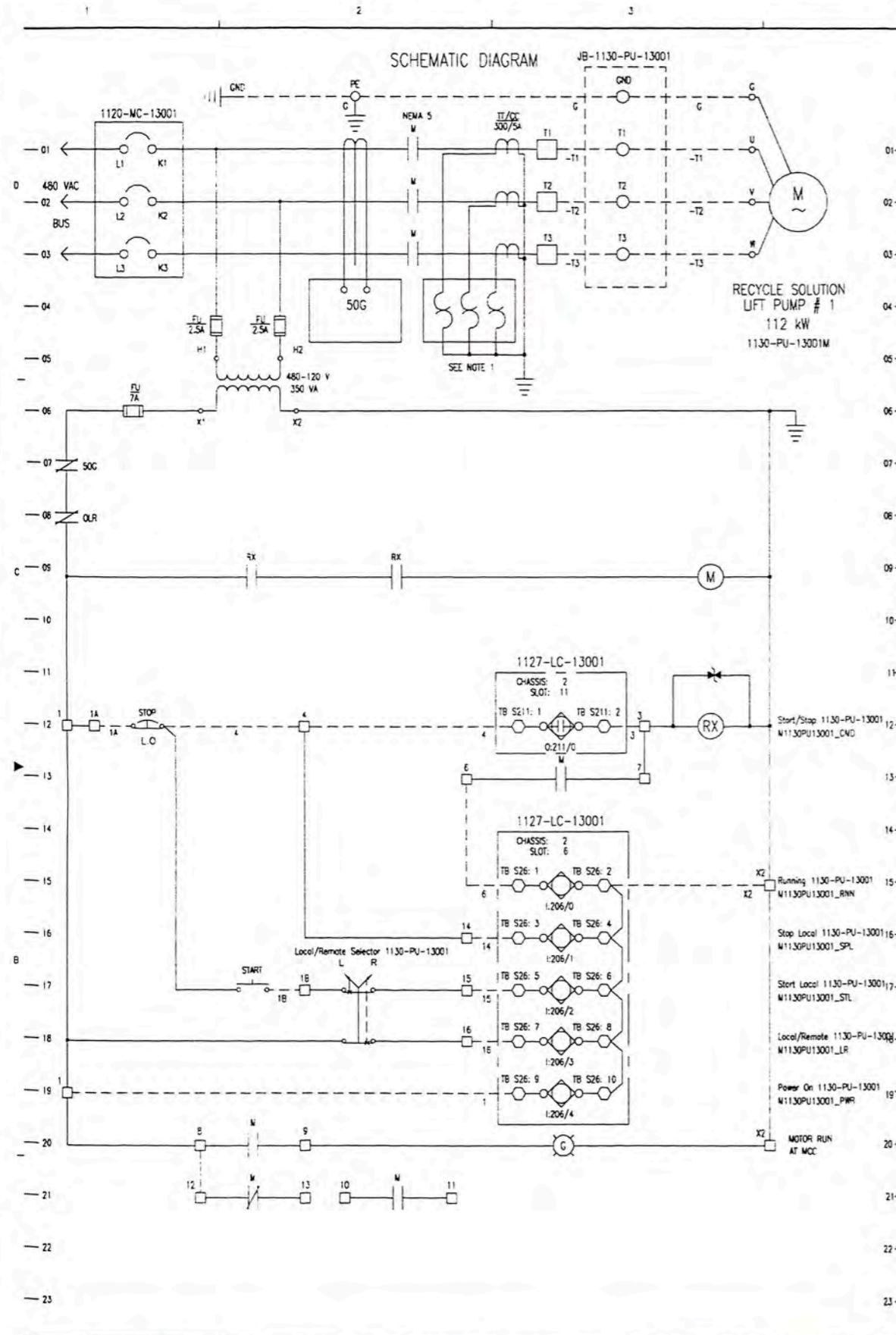
REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CLIENT APPROVAL	
DATE: _____	CLIENT_APPROB_DATE
DESIGNER: _____	DESIGN_DATE
CHECKER: _____	CHECKER_DATE
LEAD: _____	LEAD_DATE
PROJ_ENG: _____	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG: _____	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT: _____	CLIENT_DATE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 BOMBEO POZA DE OPERACIONES 45KW

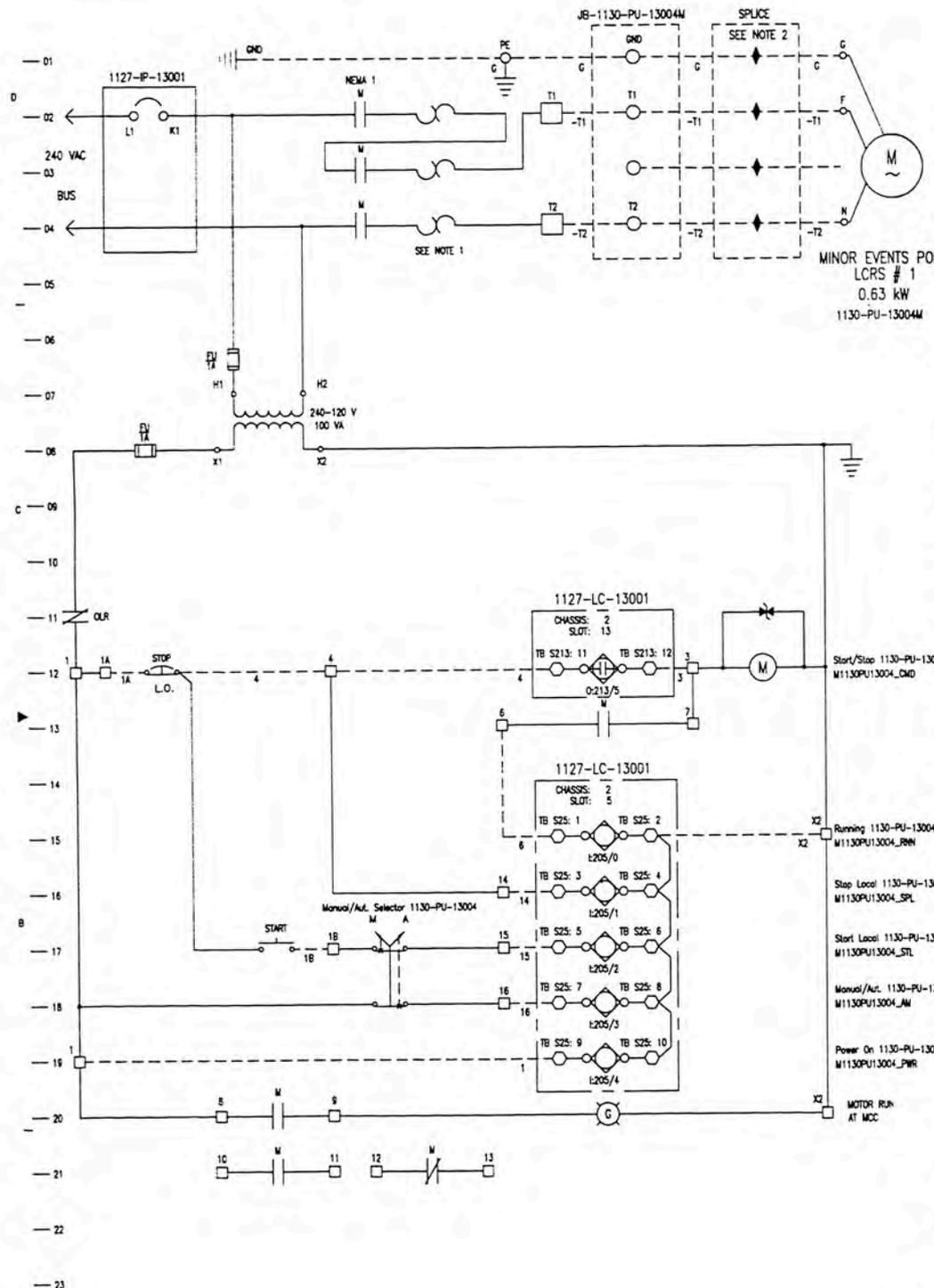
SCALE \_\_\_\_\_ DRAWING NUMBER **1120-6-13004** REV. \_\_\_\_\_



REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.A.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12/JAN/05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08/FEB/05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06/MAY/05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28/JUN/05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07/OCT/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

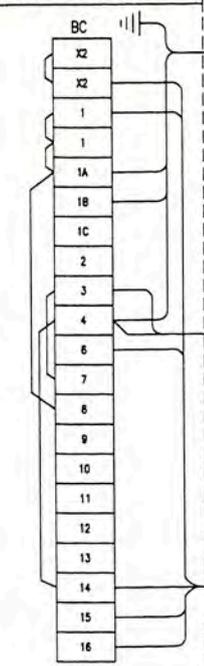
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA BOMBEO POZA DE MENORES EVENTOS 112KW
CONFIDENTIAL THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN.	CLIENT APPROVAL DATE: CLIENT_APPROB_DATE DESIGNER: DESIGNER DATE: DESIGN_DATE CHECKER: CHECKER DATE: CHECKER_DATE LEAD: LEAD DATE: LEAD_DATE PROJ_ENG: PROJ_ENG DATE: PROJ_ENG_DATE PROJ_MANG: PROJ_MANG DATE: PROJ_MANG_DATE CLIENT: CLIENT DATE: CLIENT_DATE
REV. No. DATE CLT. SITE NOTES COPIES	SCALE DRAWING NUMBER <b>1120-6-13003</b>

SCHMATIC DIAGRAM

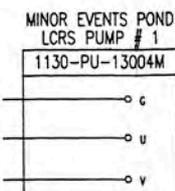
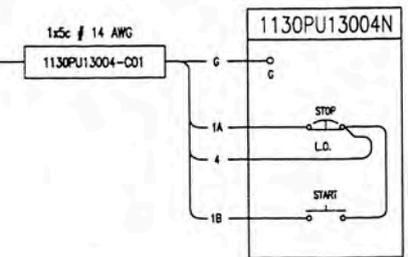


INSTRUMENT PANEL

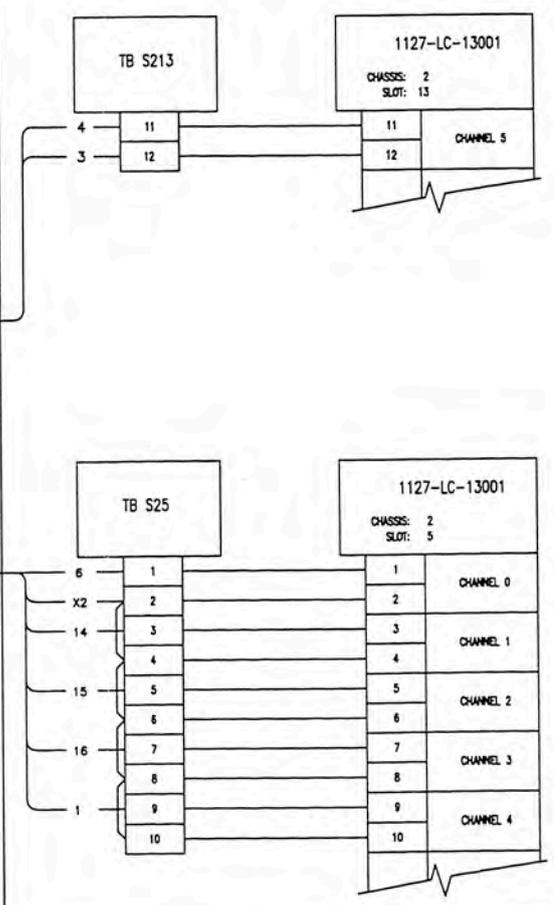
1127-IP-13001  
TB-1130-PU-13004M



FIELD



PLC



- NOTE.-
- SOLID STATE OVERLOAD RELAY INCLUDES:
    - OVERLOAD PROTECTION
    - PHASE LOSS PROTECTION
    - SELECTABLE TRIP CLASS (10-20-30)
  - PROVIDED WITH PUMP

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

REV. No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES

REV. No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

DESIGNER	DATE
CHECKER	CHECKER_DATE
LEAD	LEAD_DATE
PROJ_ENG	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	CLIENT_DATE

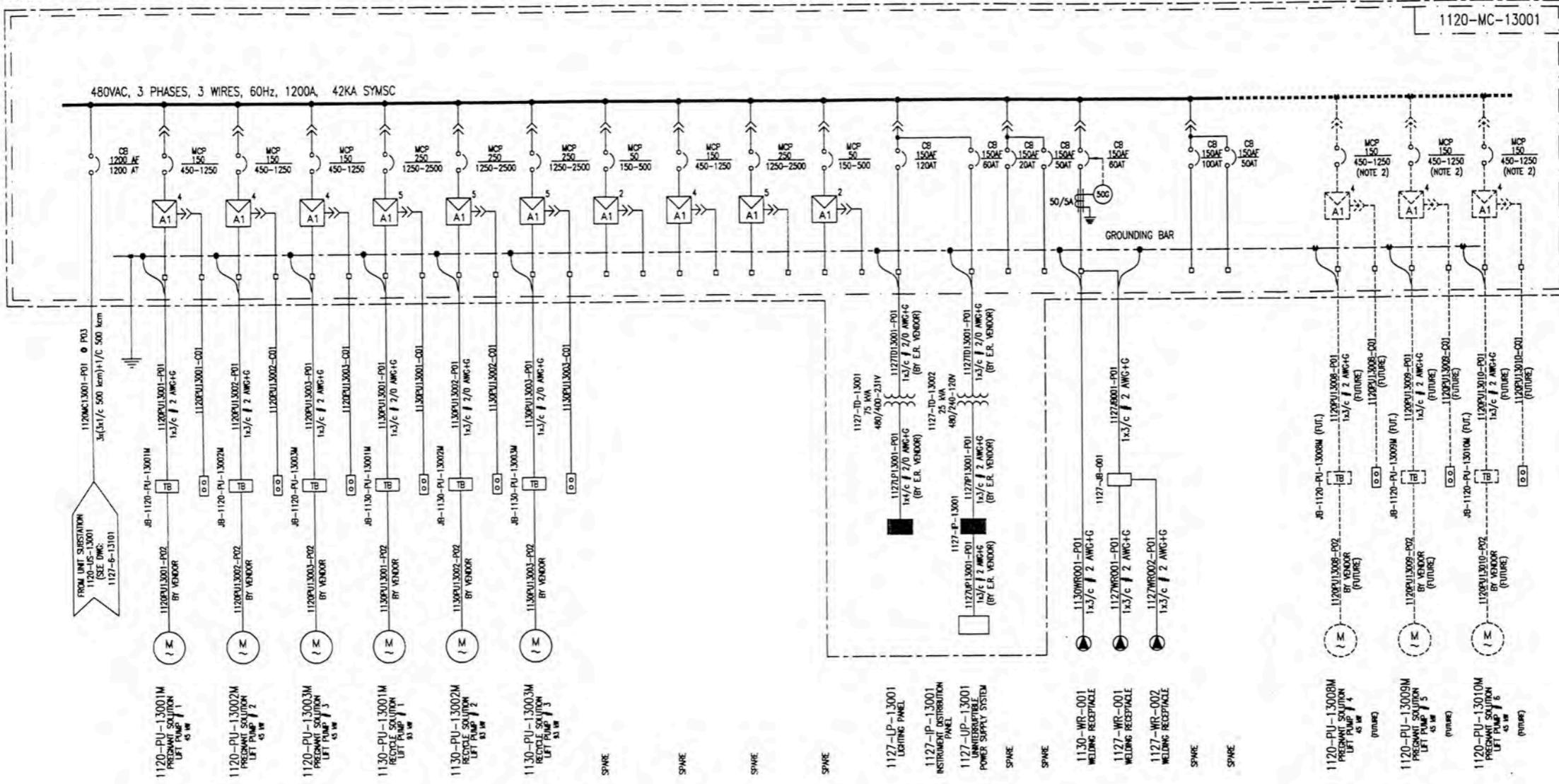
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ESQUEMATICO 0.53KW

SCALE \_\_\_\_\_ DRAWING NUMBER 1120-6-13002

CONTAINERIZED ELECTRICAL ROOM 1127-ER-13001



1120-MC-13001

- NOTES:
- 1.- SIZE 3 AND LARGER STARTERS SHALL INCLUDE 50G PROTECTION
  - 2.- FUTURE INSTALLATION

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA
C	05MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL

THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE THE PROPERTY OF MINERA YANACOOCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

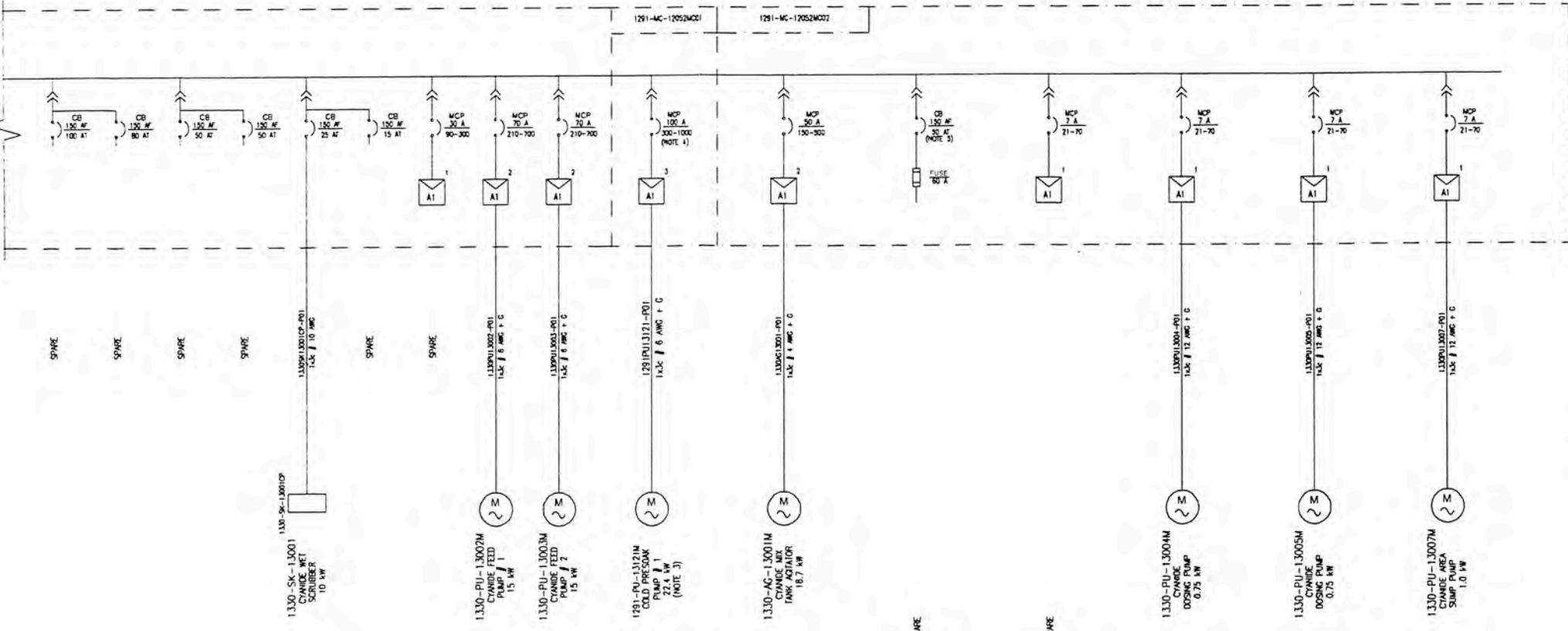
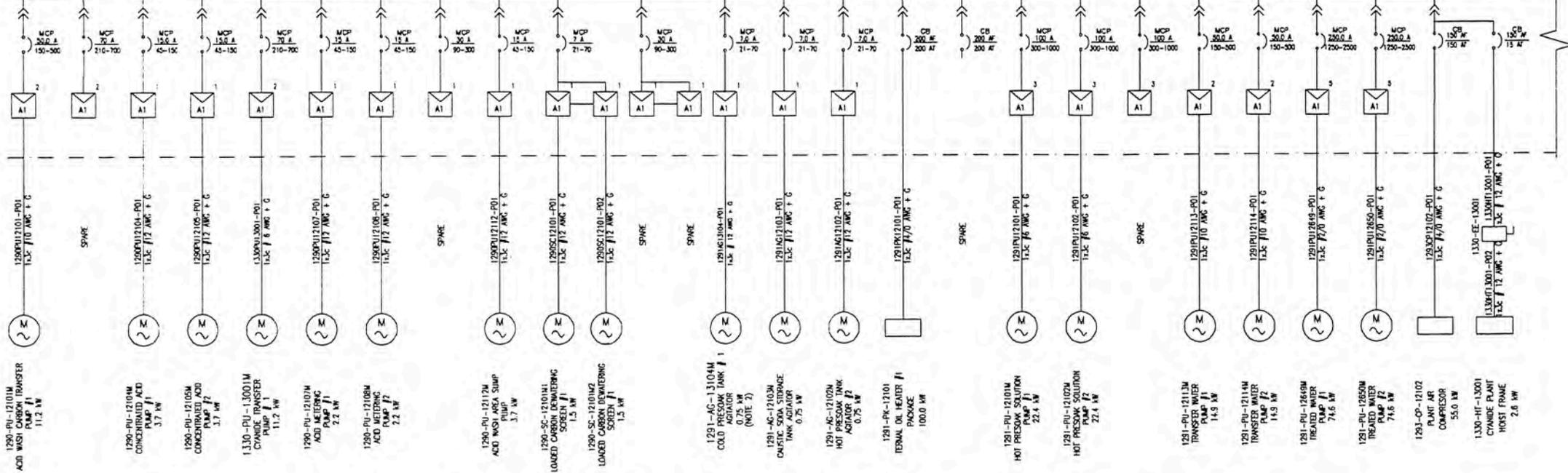
DESIGNER	DESIGN_DATE
CHECKER	CHECKER_DATE
LEAD	LEAD_DATE
PROJ_ENG	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	CLIENT_DATE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
ESQUEMAR UNIFILAR 1120-MC-13001	
SCALE	DWG. NUMBER 1120-6-13001

1291-MC-12052

480 V 3 PH 60 Hz 1200 A 65.0 kA

FROM LINE SUBSTATION  
1291-1S-12051  
(SEE DWG.  
1291-6-12151)



NOTE:  
1.- THIS DRAWING IS BASED ON DRAWING 1291-6-13151 AFE # 0470U020  
"CARACHICO TRANSITION ORE CARBON IN COLUMNS".

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



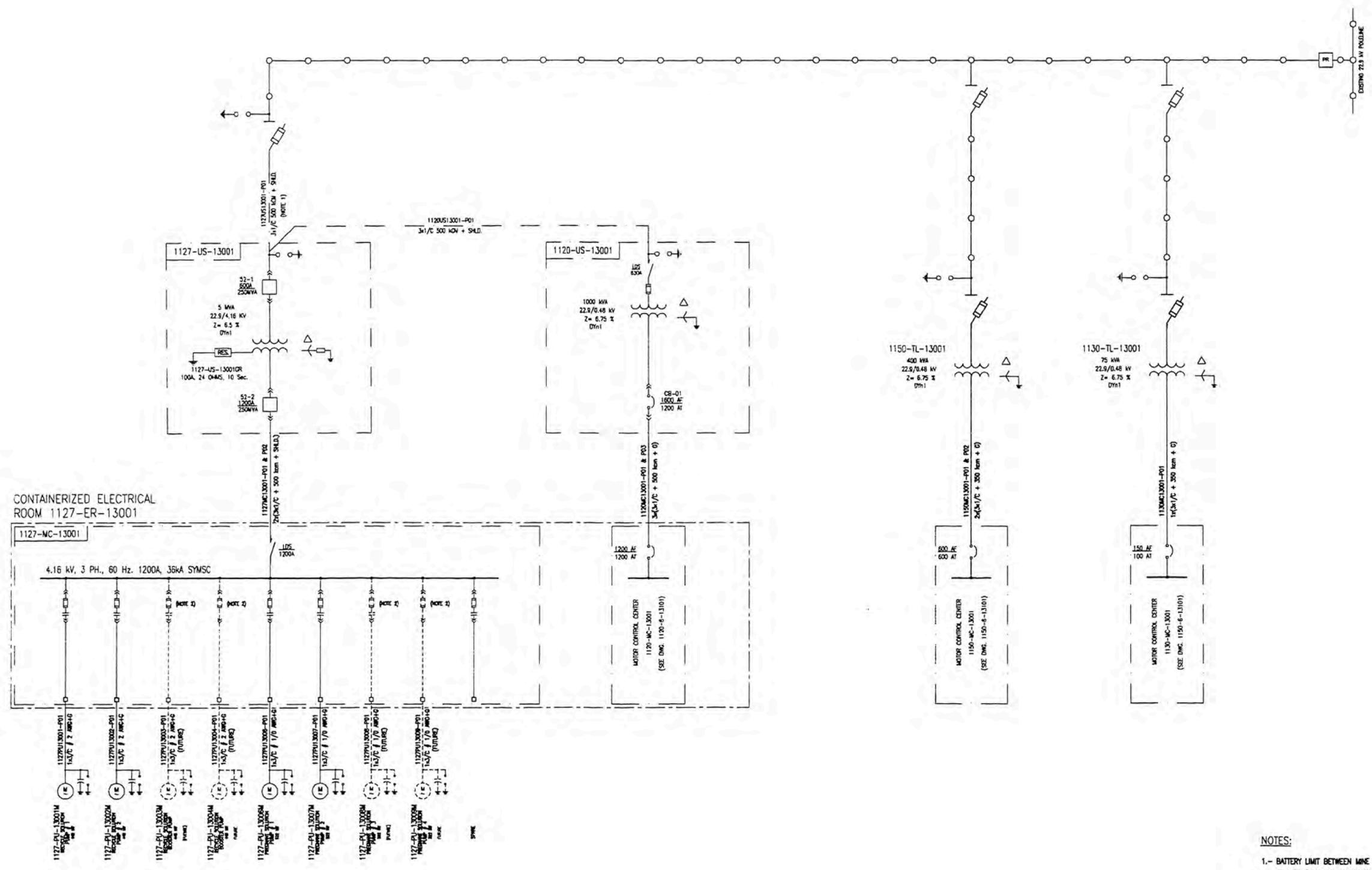
CONFIDENTIAL  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERIA YANACOSCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN.

CLIENT APPROVAL		DATE	
DESIGNER	DATE	CLIENT_APROB_DATE	CLIENT_APROB_DATE
CHECKER	DATE	CHECKER_DATE	CHECKER_DATE
LEAD	DATE	LEAD_DATE	LEAD_DATE
PROJ_ENG	DATE	PROJ_ENG_DATE	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	DATE	PROJ_MANG_DATE	PROJ_MANG_DATE
CLIENT	DATE	CLIENT_DATE	CLIENT_DATE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
UNIFILAR MCC 1291

SCALE: \_\_\_\_\_ DWG. NUMBER: 1291-6-13001 REV: \_\_\_\_\_





**NOTES:**  
 1.- BATTERY LIMIT BETWEEN MINE SITE ENGINEERING AND FLUOR ENGINEERING WILL BE BUSHING TRANSFORMERS OR 35 kV CLASS POWER CABLES.  
 2.- FUTURE INSTALLATION

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



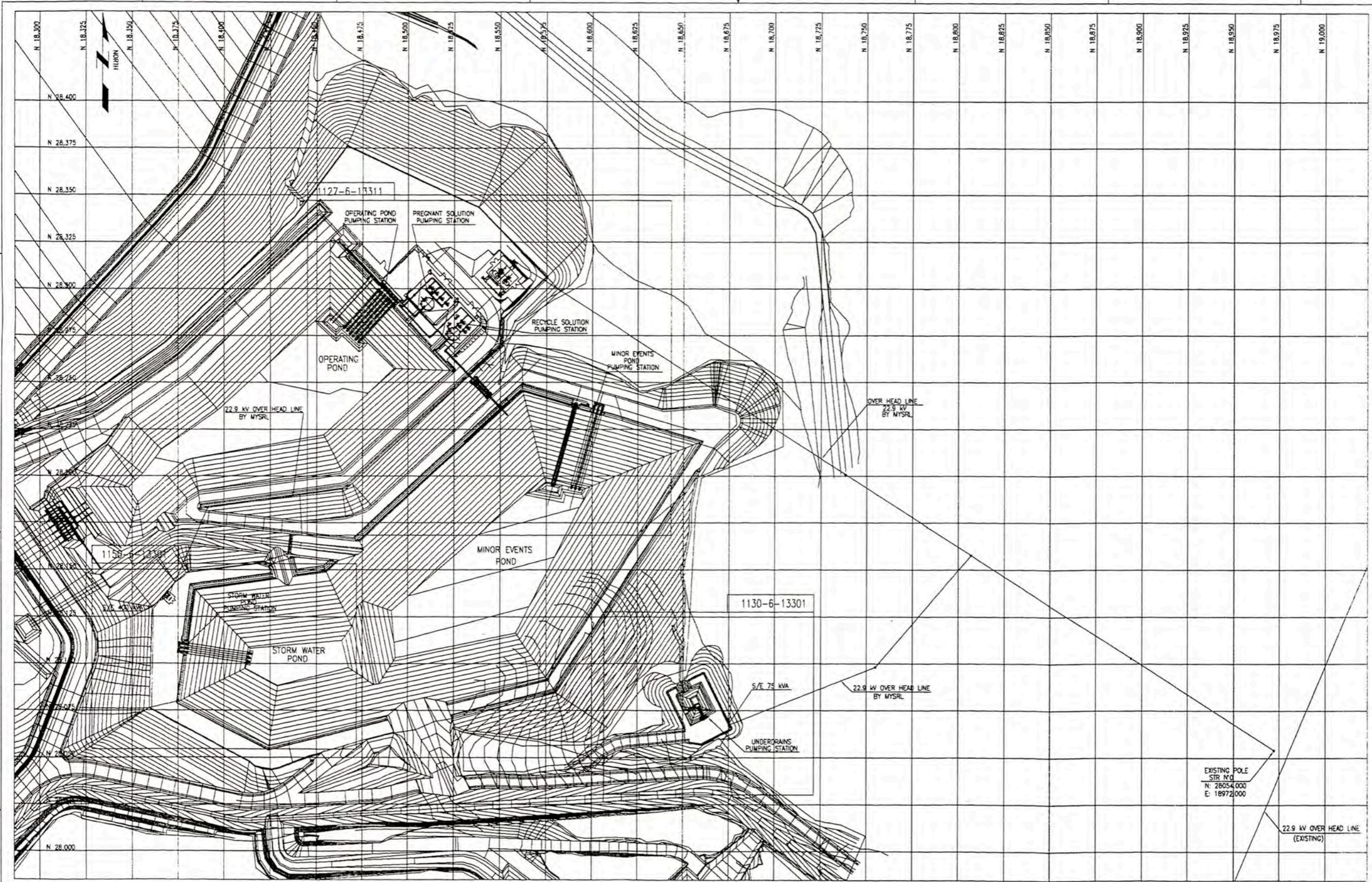
**CONFIDENTIAL**  
 THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

CLIENT APPROVAL DATE: _____	CLIENT_APPROB_DATE
BY: DESIGNER	DATE: _____
CHECKER	DATE: _____
LEAD	DATE: _____
PROJ. ENG	DATE: _____
ENG. MANG	DATE: _____
CLIENT	DATE: _____

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
ESQUEMAR UNIFILAR GENERA

SCALE \_\_\_\_\_ DRAWING NUMBER \_\_\_\_\_



NOTE  
1.- THIS DRAWING REPLACE AT DWG N° 1100-6-13301

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.W.	P.M.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



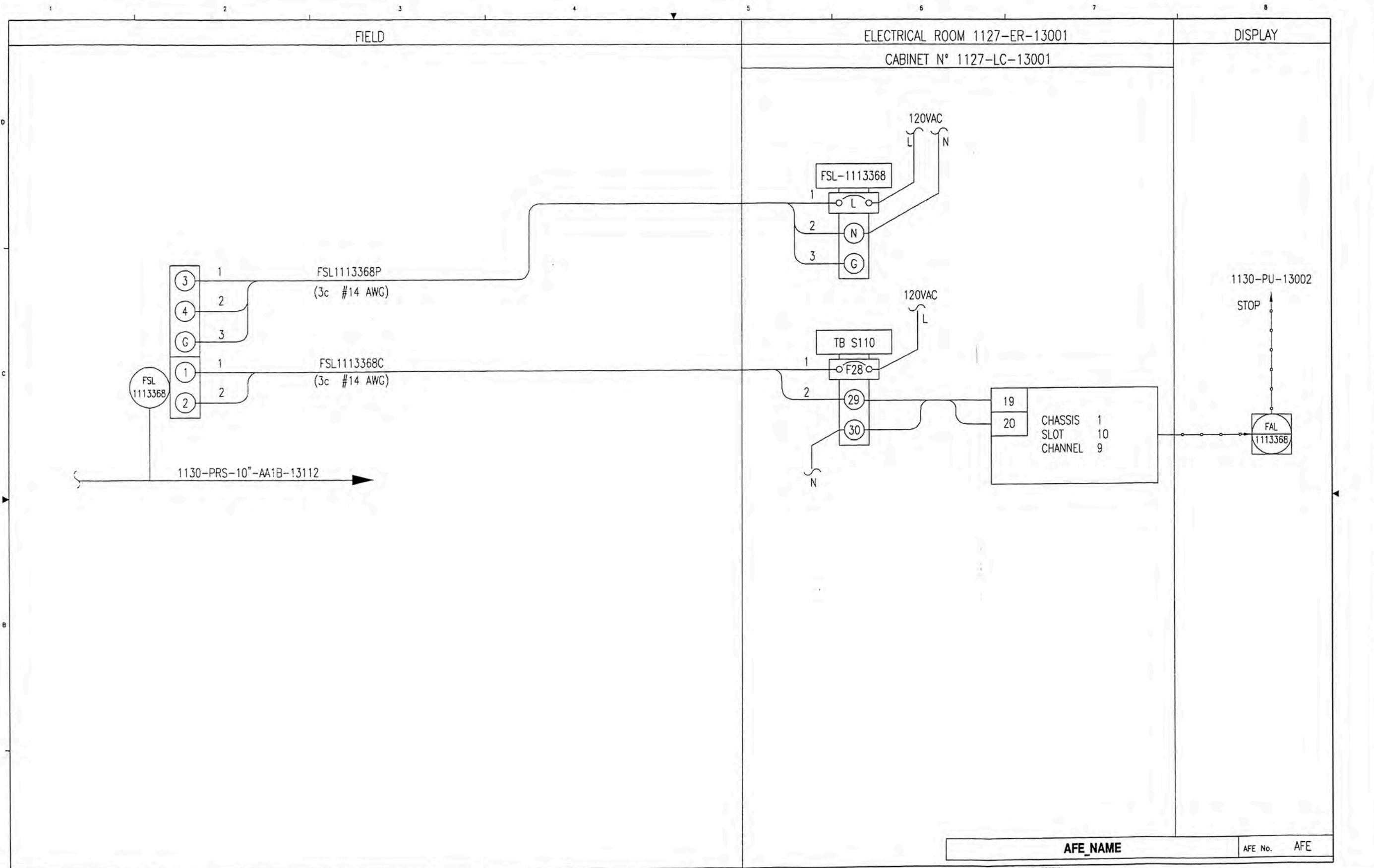
CONFIDENTIAL  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOOCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

DESIGNER	DATE	DESIGN_DATE
CHECKER	DATE	CHECKER_DATE
LEAD	DATE	LEAD_DATE
PROJ_ENG	DATE	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	DATE	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	DATE	CLIENT_DATE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
PLANO DE UBICACION

SCALE \_\_\_\_\_ DRAWING NUMBER \_\_\_\_\_

REV



AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

CLIENT APPROVAL

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.W.	P.M.	CLT.
A	12/JAN/05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08/FEB/05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MM	DA
C	06/MAY/05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MM	DA
R	28/JUN/05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA
D	07/OCT/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	NCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

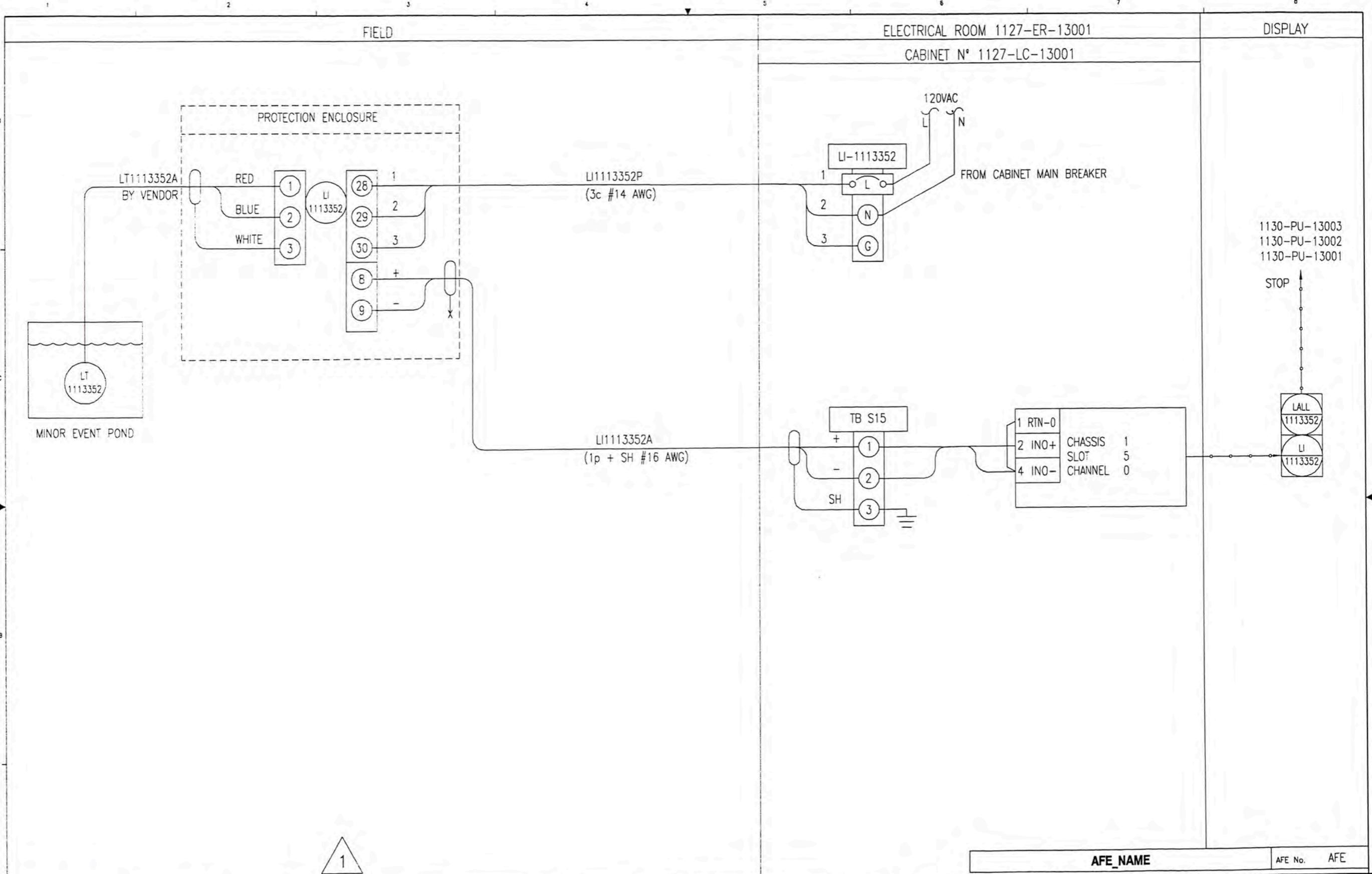
REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



**CONFIDENTIAL**  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YAHACOOCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

DESIGNER	DATE
CHECKER	CHECKER_DATE
LEAD	LEAD_DATE
PROJ_ENG	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	CLIENT_DATE

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA INTERRUPTOR DE BAJO FLUJO	
SCALE	DRAWING NUMBER
	REV



1

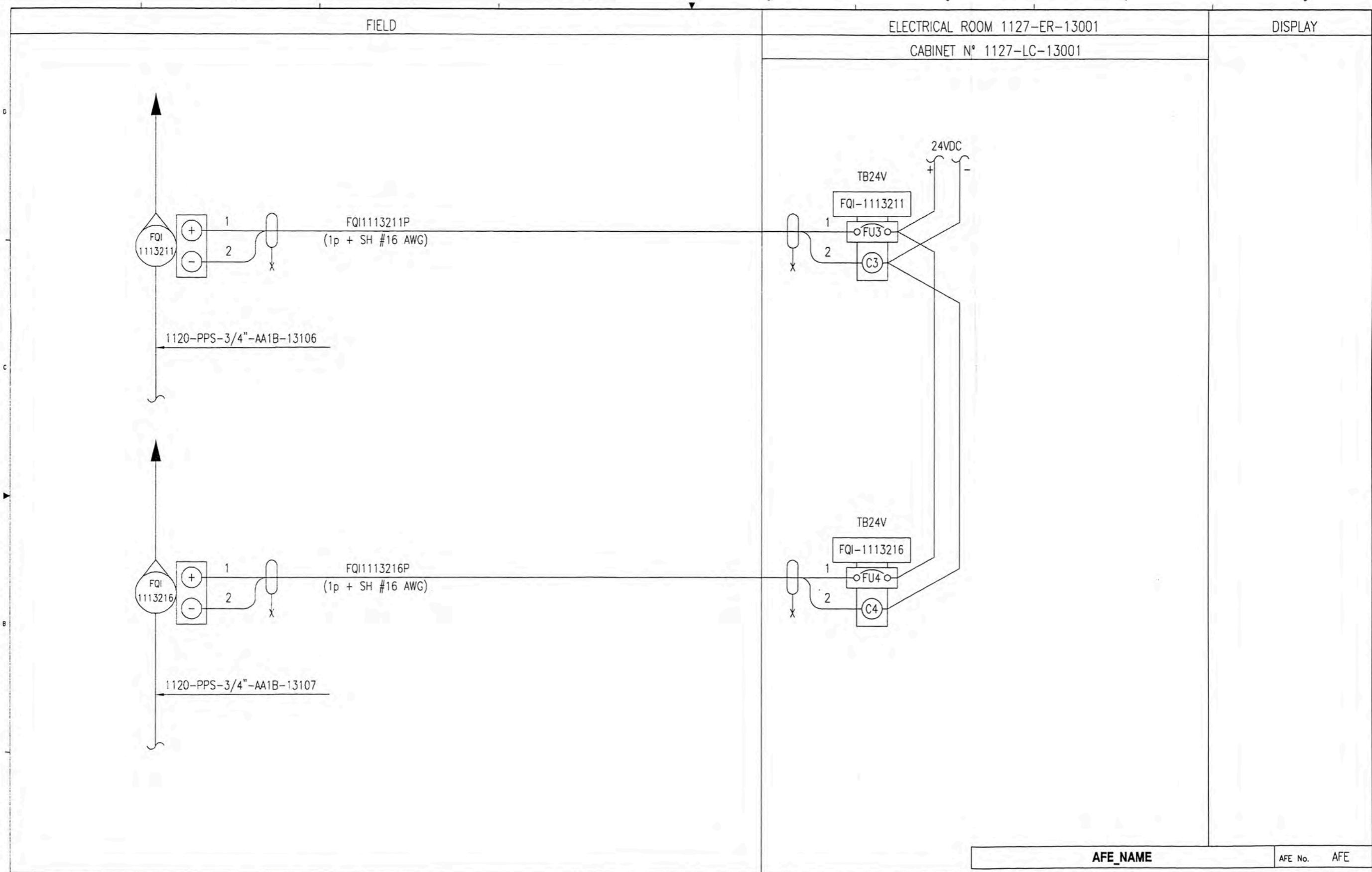
REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG.	LEAD	E.N.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	11-02-05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW		AB	AB	FS	RR		1130-9-13101	MINOR EVENT POND - P&ID
B	04-05-05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL		AB	AB	FS	JA		1100-7-1301	INSTRUMENT INDEX
C	04-07-05	ISSUED FOR CONSTRUCTION		AB	AB	FS	JA		1100-7-1312	INSTRUMENT I/O LIST
				AB	AB	FS	JA		1100-7-1302	INSTRUMENT CABLE SCHEDULE



CONFIDENTIAL  
 THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE PROHIBITED.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE



AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

CLIENT APPROVAL

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.A.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RC	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RC	JF	JF	JA	JA	DL

DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



**CONFIDENTIAL**  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

CLIENT APPROVAL	
DATE	CLIENT_APROB_DATE
DESIGNER	DESIGN_DATE
CHECKER	CHECKER_DATE
LEAD	LEAD_DATE
PROJ_ENG	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANAG	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	CLIENT_DATE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
FQ1

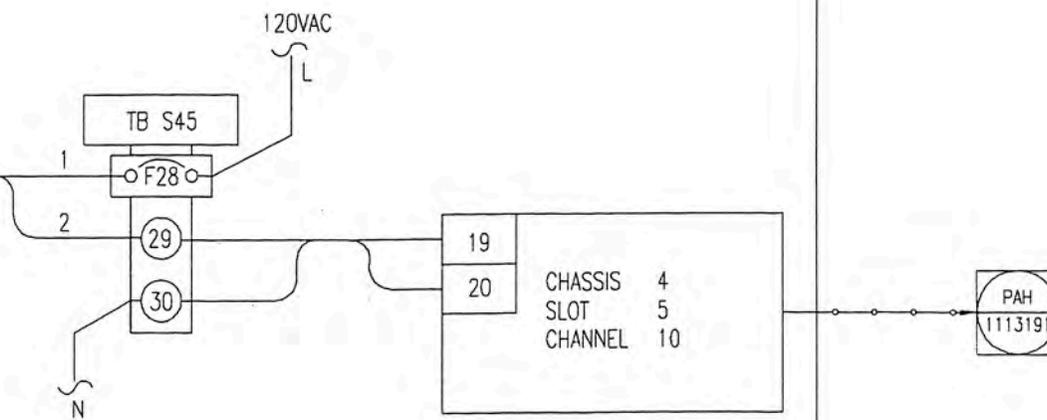
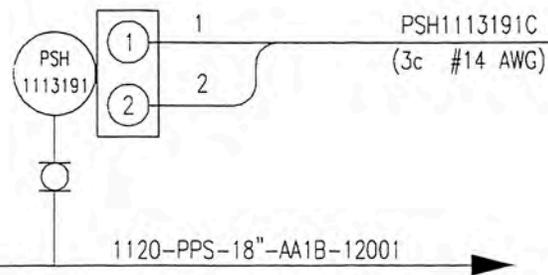
SCALE \_\_\_\_\_ DRAWING NUMBER \_\_\_\_\_ REV \_\_\_\_\_

FIELD

ELECTRICAL ROOM 1289-ER-12051

DISPLAY

CABINET N° 1289-LC-12002



AFE\_NAME

AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12JUN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SIFE	NOTES



**CONFIDENTIAL**

THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE THE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN.

DESIGNER	DATE	DESIGN_DATE
CHECKER	DATE	CHECKER_DATE
LEAD	DATE	LEAD_DATE
PROJ_ENG	DATE	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	DATE	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	DATE	CLIENT_DATE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

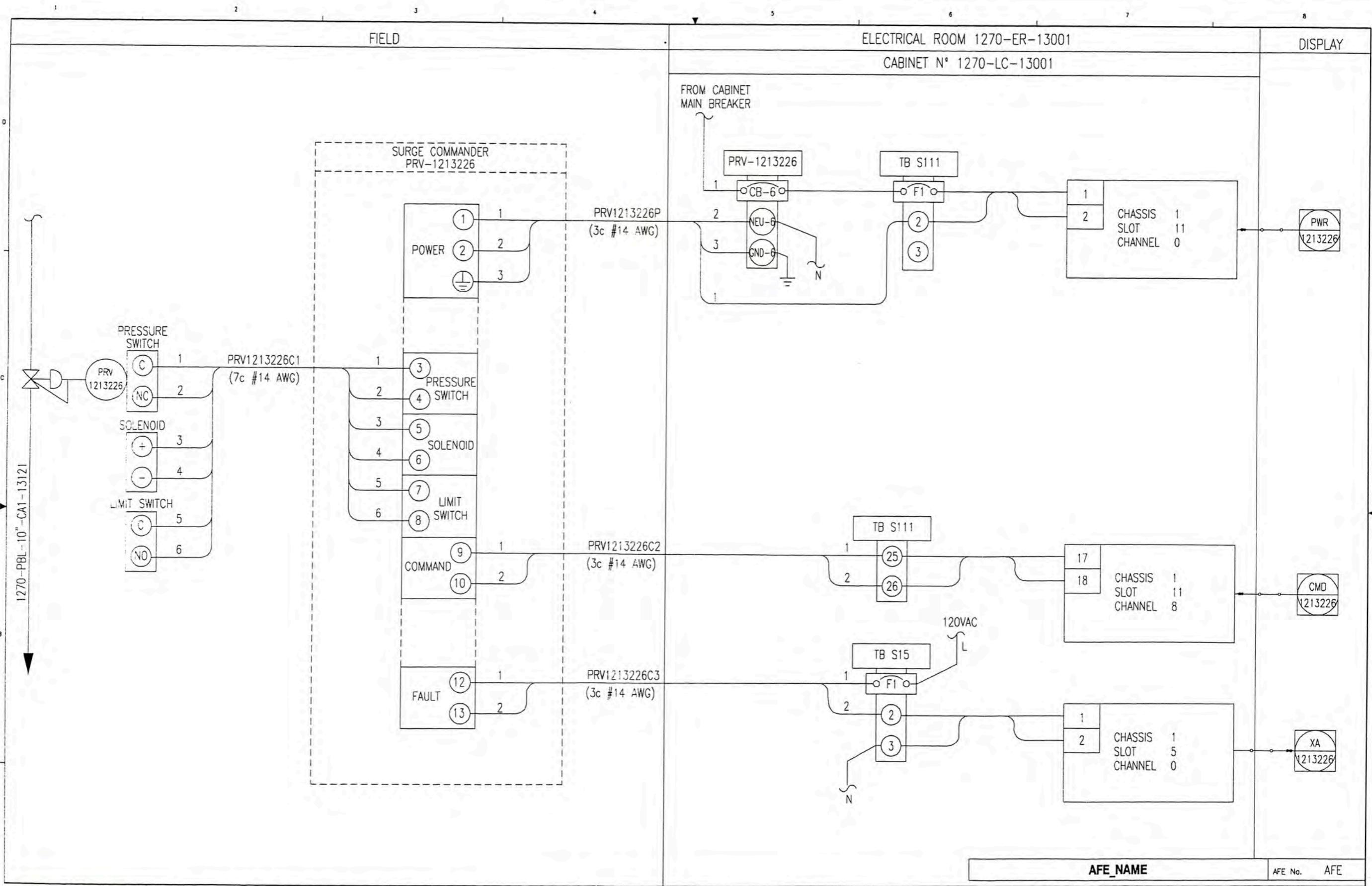
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

INTERRUPTOR DE PRESION

SCALE

DRAWING NUMBER

REV. REV



REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.N.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	NN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	NC	GL	NN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

REV.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES

REVISIONS	NO.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



**CONFIDENTIAL**

THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN.

DESIGNER	DATE	DESIGN_DATE
CHECKER	DATE	CHECKER_DATE
LEAD	DATE	LEAD_DATE
PROJ_ENG	DATE	PROJ_ENG_DATE
ENG_MANG	DATE	PROJ_MANAG_DATE
CLIENT	DATE	CLIENT_DATE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

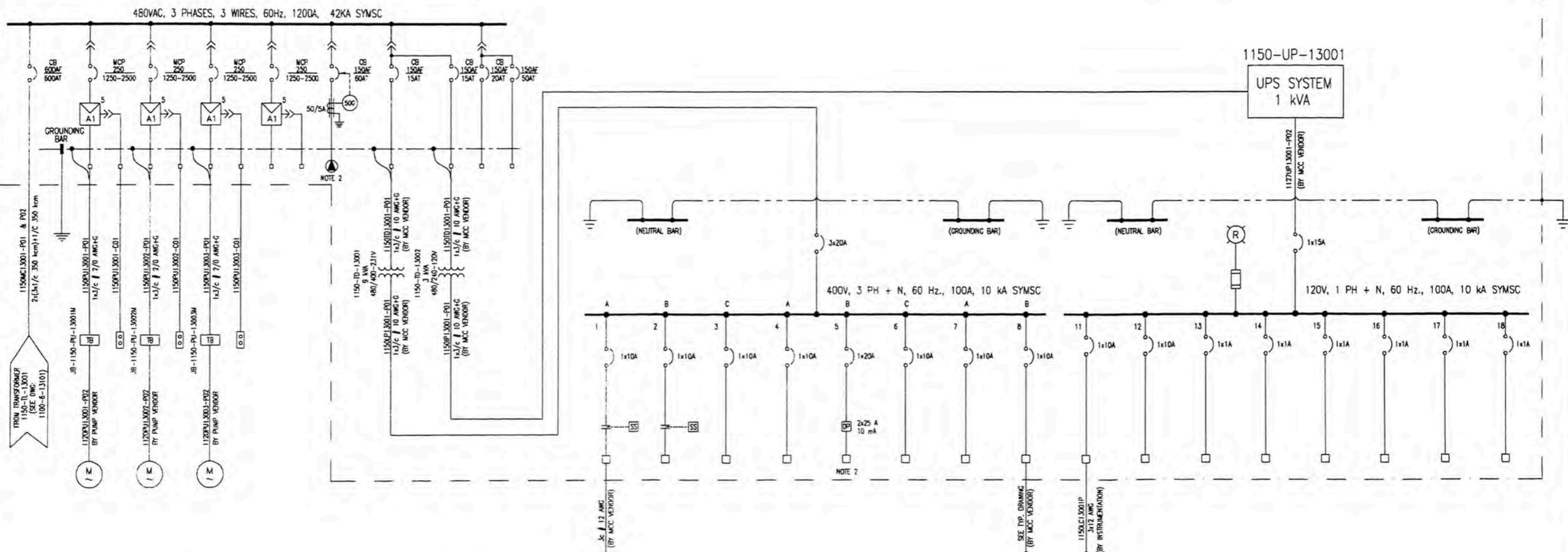
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
VALVULA REGULADORA

SCALE

DRAWING NUMBER

REV

1150-MC-13001



1150-PU-13001M STORM WATER POND LIFT PUMP 1/2 HP 240V 3 PH

1150-PU-13002M STORM WATER POND LIFT PUMP 1/2 HP 240V 3 PH

1150-PU-13003M STORM WATER POND LIFT PUMP 1/2 HP 240V 3 PH

SPARE

1150-LP-13001 LIGHTING PANEL

1150-IP-13001 INSTRUMENT PANEL

1150-UP-13001 UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY SYSTEM

SPARE

SPARE

AREA LIGHTING

SPARE

SPARE

SPARE

POWER RECEPTACLE

SPARE

SPARE

PHOTOCELL CIRCUIT

1150-LC-13001 PLC CABINET

SPARE

SPARE

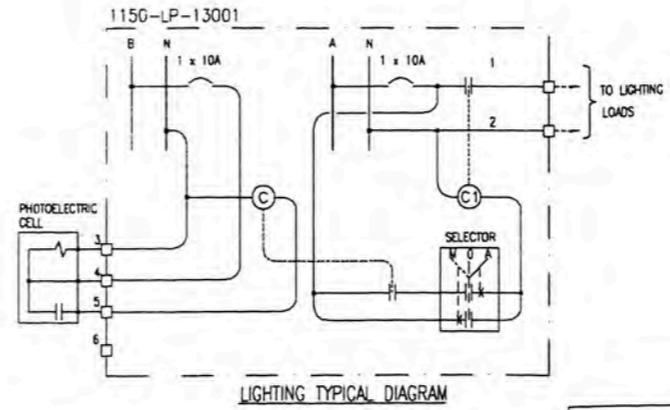
SPARE

SPARE

SPARE

SPARE

SPARE



- NOTES:
- 1.- SIZE 3 AND LARGER STARTERS SHALL INCLUDE SOG PROTECTION
  - 2.- MOTOR CONTROL CENTER SHALL HAVE A 60A, 3 POLES, 4 WIRES, NEMA 4 WELDING RECEPTACLE AND A 15A, NEMA 4, 1 PH, 240 V POWER RECEPTACLE.
  - 3.- MOTOR CONTROL CENTER SHALL HAVE 240 V, 60 Hz. HEATER AND TEMPERATURE SWITCH.

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12/JAN/05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08/FEB/05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06/MAY/05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28/JUN/05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07/OCT/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

CLIENT APPROVAL	
DATE: _____	CLIENT APPROB. DATE: _____
DESIGNER: _____	DESIGN. DATE: _____
CHECKER: _____	CHECKER DATE: _____
LEAD: _____	LEAD DATE: _____
PROJ. ENG: _____	PROJ. ENG. DATE: _____
ENG. MANAG: _____	PROJ. MANAG. DATE: _____
CLIENT: _____	CLIENT DATE: _____

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

UNIFILAR 1150 POZA DE TORMENTAS

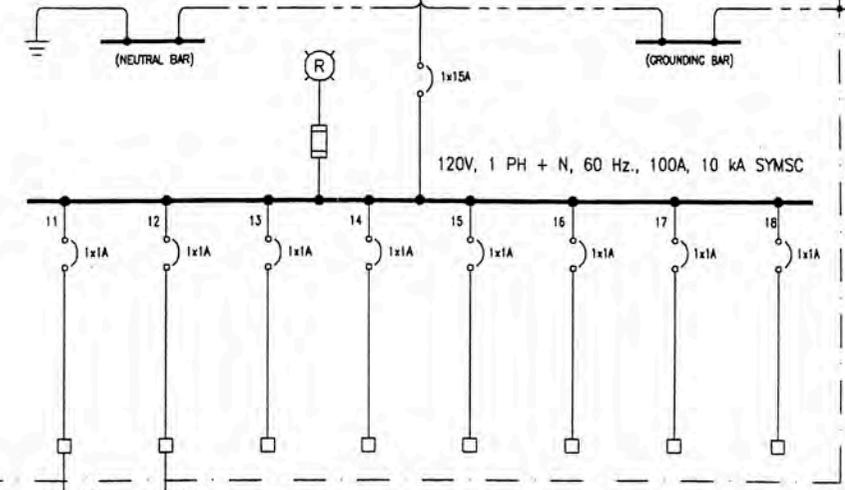
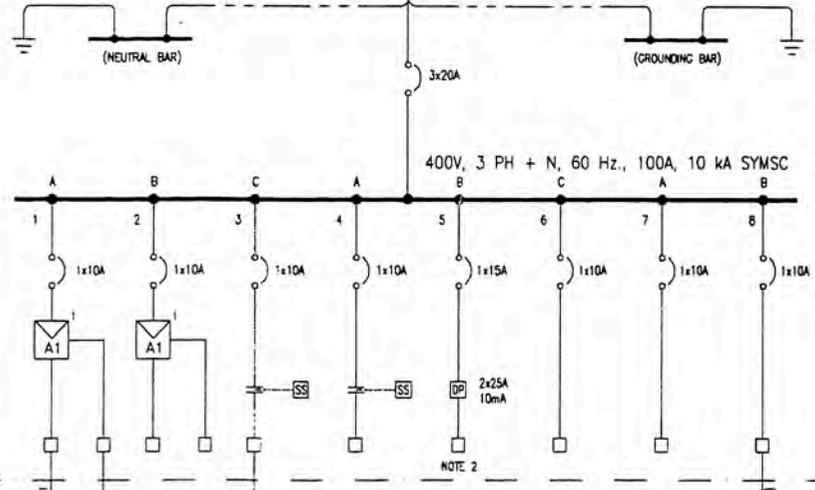
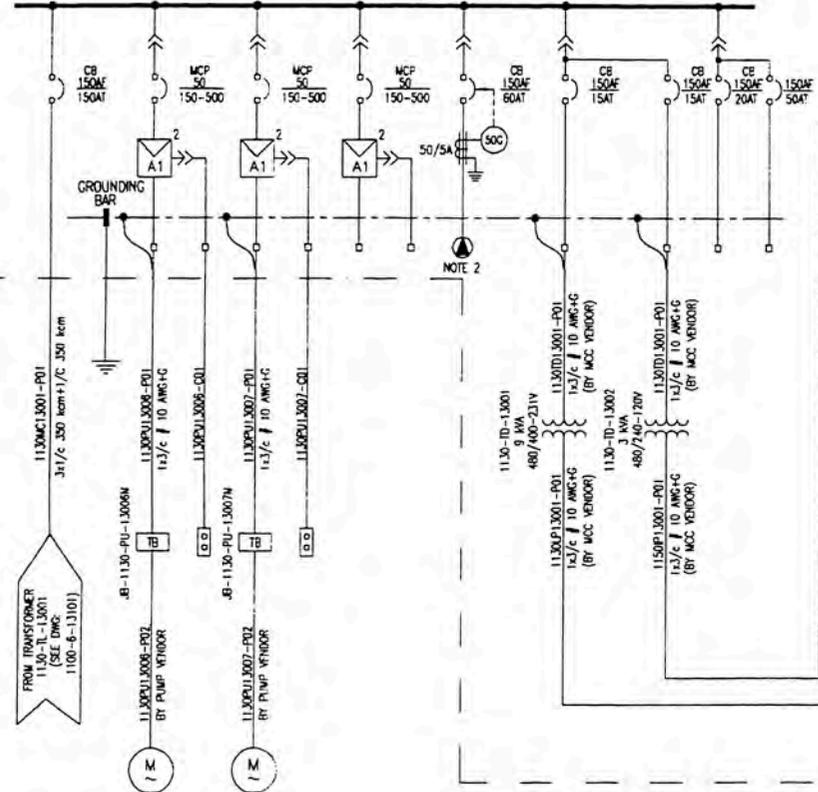
SCALE \_\_\_\_\_

1150-6-13001

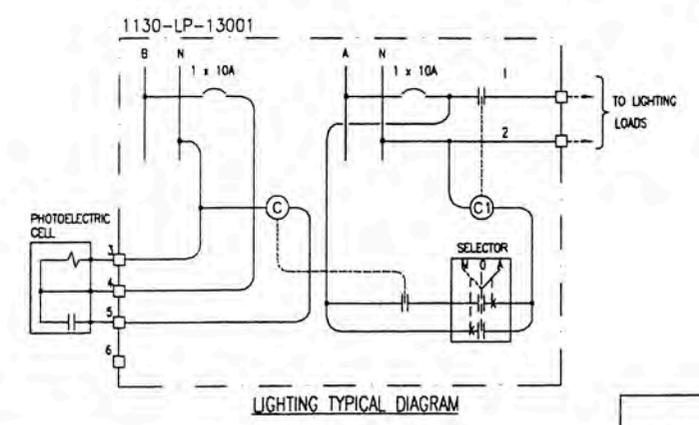
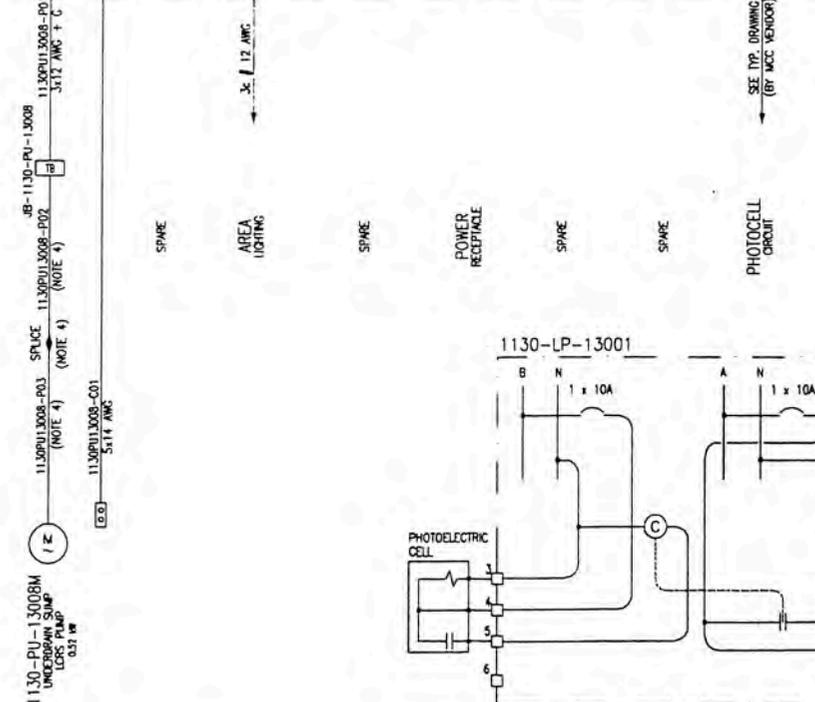
REV \_\_\_\_\_

1130-MC-13001

480VAC, 3 PHASES, 3 WIRES, 60Hz, 1200A, 42KA SYMSC



- 1130-PU-13006M  
DRAINAGE PUMP  
11.1 kW
- 1130-PU-13007M  
DRAINAGE PUMP  
11.1 kW
- SPARE
- SPARE
- 1130-LP-13001  
LIGHTING PANEL
- 1130-IP-13001  
INSTRUMENT PANEL
- SPARE
- SPARE



- NOTES:
- 1.- SIZE 3 AND LARGER STARTERS SHALL INCLUDE 50G PROTECTION
  - 2.- MOTOR CONTROL CENTER SHALL HAVE A 60A, 3 POLES, 4 WIRES, NEMA 4 WELDING RECEPTACLE AND A 15A, NEMA 4, 1 PH. 240 V POWER RECEPTACLE.
  - 3.- MOTOR CONTROL CENTER SHALL HAVE 240 V, 60 Hz. HEATER AND TEMPERATURE SWITCH.
  - 4.- PROVIDE BY PUMP VENDOR

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG LEAD	E.M.	P.M.	CLT.	DWG NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12/JAN/05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		1000-6-10101	LEGEND
B	08/FEB/05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	1000-6-10102	LEGEND
C	05/MAY/05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28/JUN/05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
D	07/OCT/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA		

REV.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES

REV.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL  
THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

CLIENT APPROVAL		DATE	
DESIGNER	DATE	CHECKER	DATE
LEAD	DATE	CLIENT	DATE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
UNIFILAR SUBDRENAJE

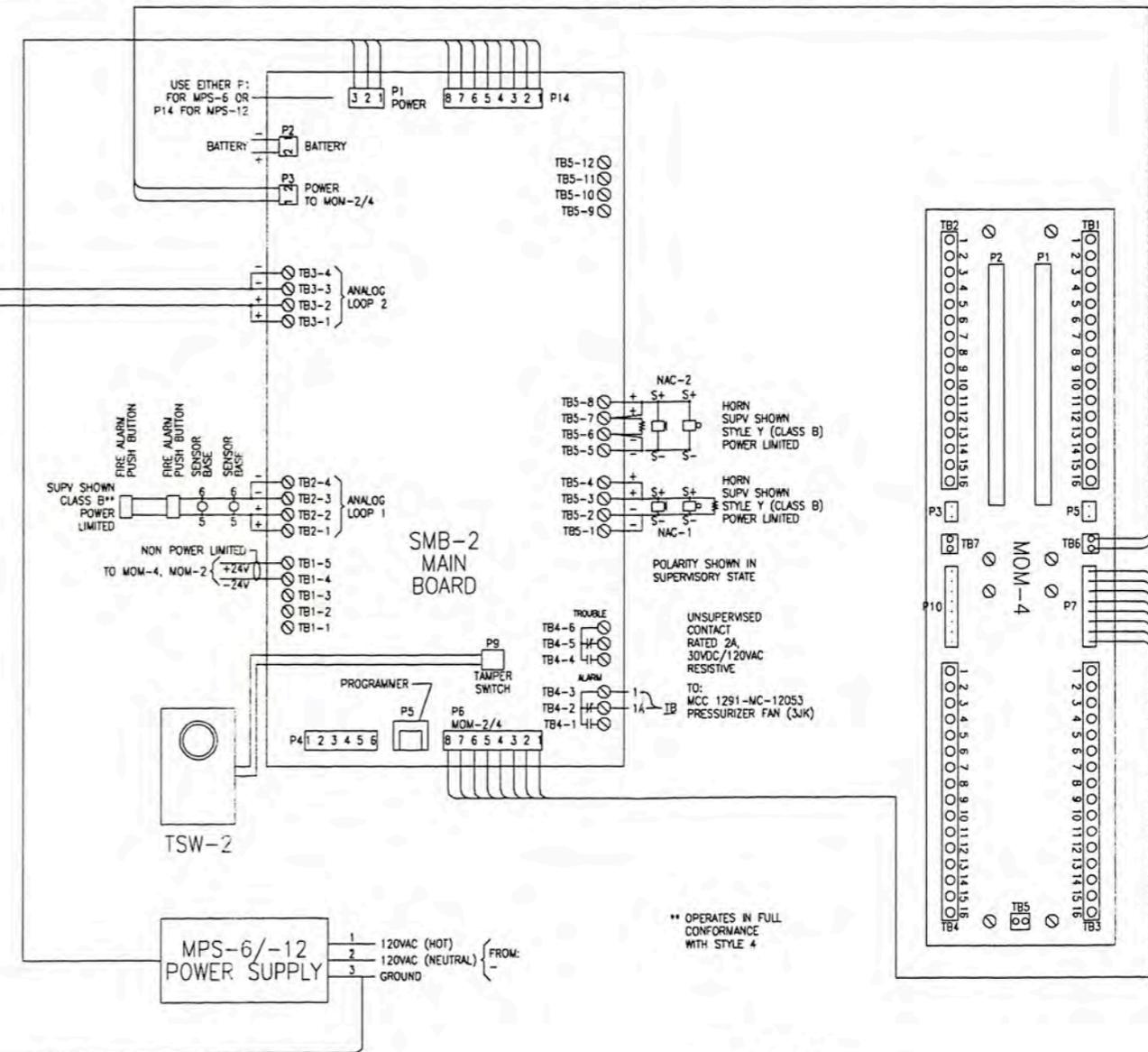
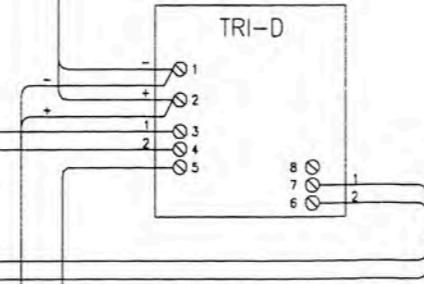
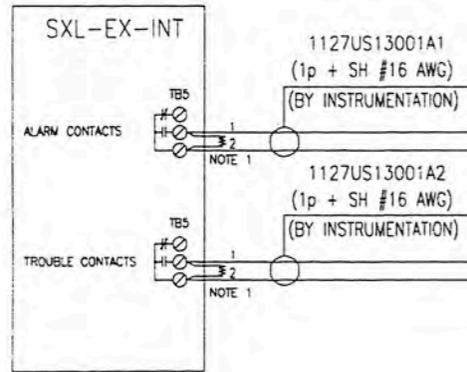
SCALE \_\_\_\_\_ 1130-6-13001

UNIT SUBSTATION 1127-US-13001

ELECTRICAL ROOM 1127-ER-13001

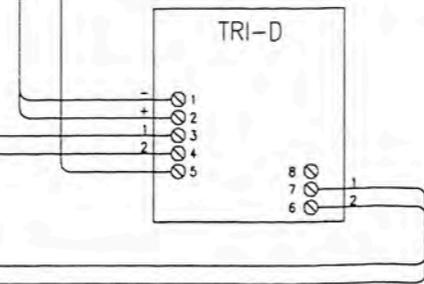
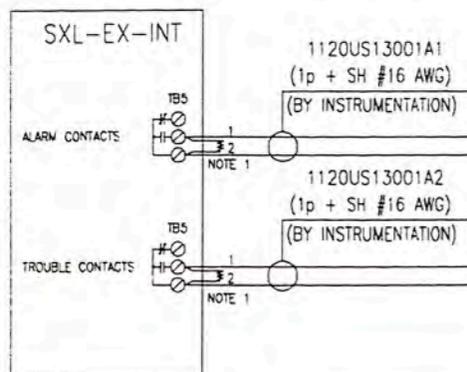
FIRE & SMOKE DETECTION AND ALARM PANEL

FIRE & SMOKE DETECTION AND ALARM PANEL 1127-SF-13001



UNIT SUBSTATION 1120-US-13001

FIRE & SMOKE DETECTION AND ALARM PANEL



**SYMBOLS**

INTERNAL WIRING

EXTERNAL WIRING

EXISTING WIRING

**NOTES**

1.- END OF LINE DEVICE MODEL NUMBER EL-30/31 WITH RESISTOR 3.6 K , 1/4W (P/N 140-820185)

AFE\_NAME \_\_\_\_\_ AFE No. AFE

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL		
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RC	JF	JF	JA	JA	RA
D	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL

DMG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1000-6-10101	LEGEND
1000-6-10102	LEGEND
1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE

REV. No.	No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES



CONFIDENTIAL

THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOOCHA S.R.L., ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

DESIGNER	DATE
CHECKER	DATE
LEAD	DATE
PROJ_ENG	DATE
ENG_MAN	DATE
CLIENT	DATE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

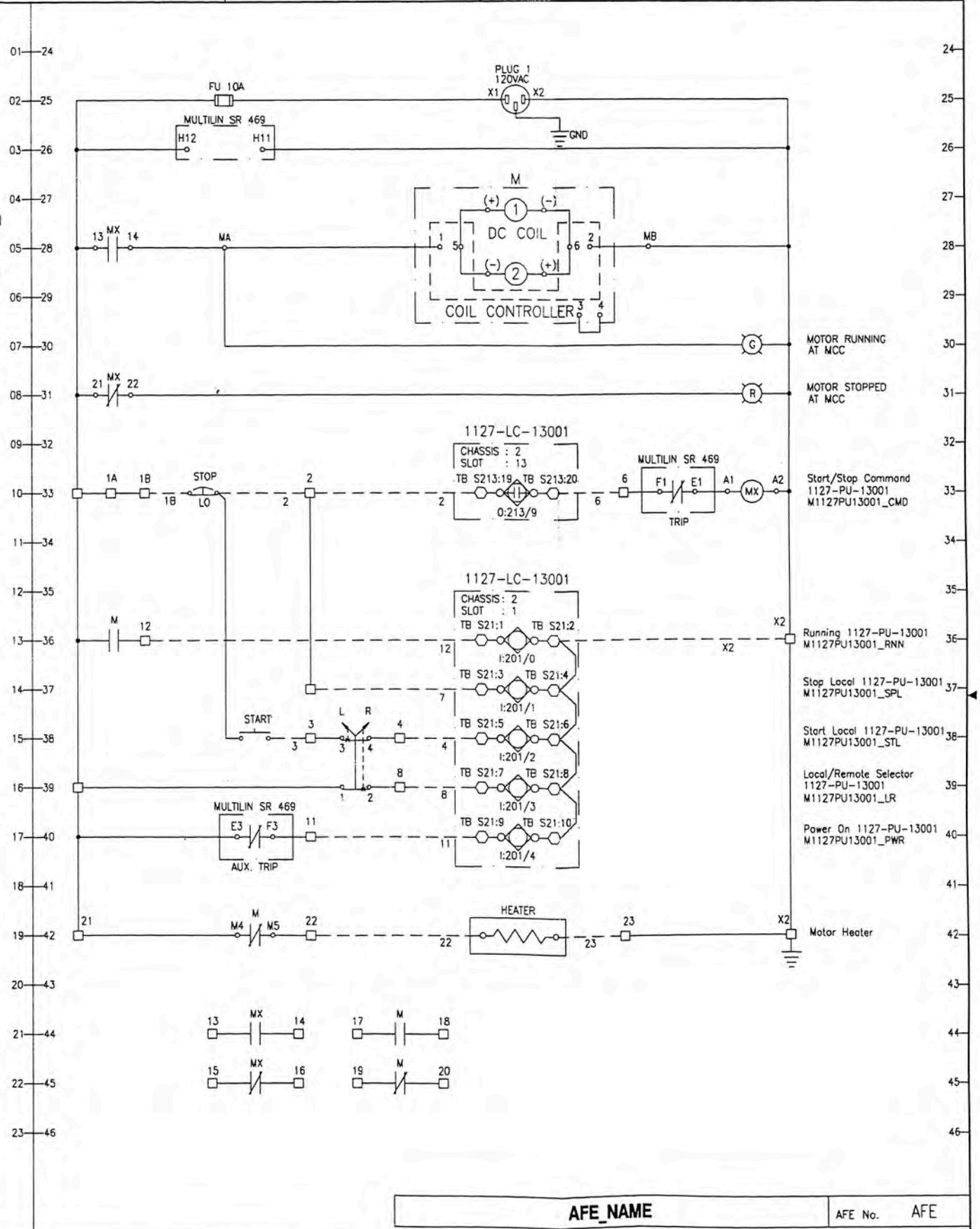
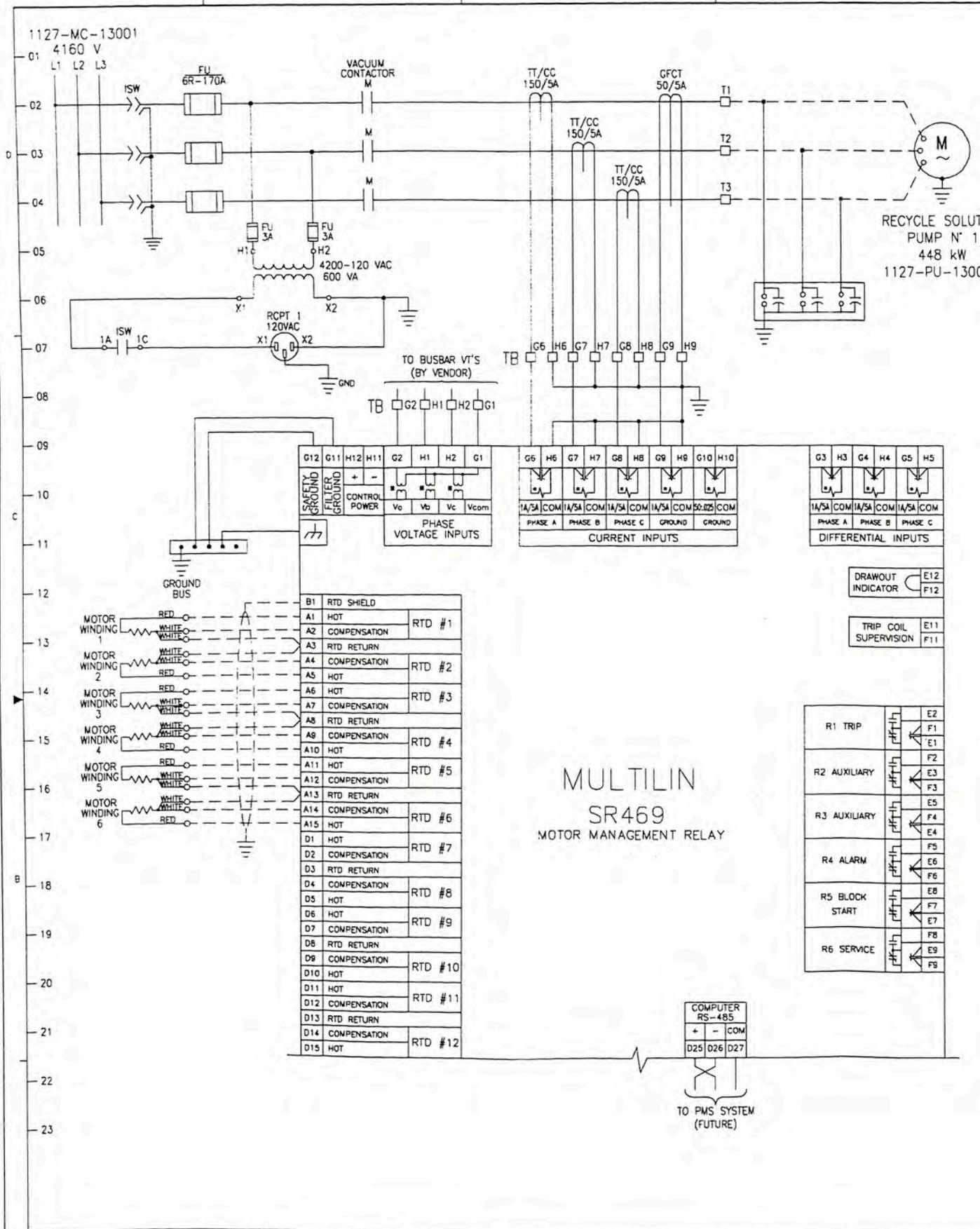
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

SISTEMA DE ALARMA CONTRAINCENDIO

SCALE \_\_\_\_\_

DRAWING NUMBER 1127-6-13003

REV \_\_\_\_\_



REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	ENG	LEAD	E.M.	P.M.	CLT.	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A	12JAN05	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	JF	EC	JF	GL			1000-6-10101	LEGEND
B	08FEB05	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	JF	EC	JF	GL	MN	DA	1000-6-10102	LEGEND
C	06MAY05	ISSUED FOR QUOTATION	JF	JF	MC	GL	MN	DA	1127-6-13001	MCC'S 1127-MC-13001 & 1120-MC-13001 SINGLE LINE DIAGRAM
R	28JUN05	ISSUED FOR FINAL REPORT	RG	JF	JF	JA	JA	RA	1120-6-13001	ELECTRICAL CABLE SCHEDULE
O	07OCT05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	RG	JF	JF	JA	JA	DL		

REV. No.	DATE	CLT.	SITE	NOTES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

CONFIDENTIAL

THIS DRAWING AND THE INFORMATION ARE PROPERTY OF MINERA YANACOCCHA S.R.L. ITS USE AND REPRODUCTION WITHOUT PREVIOUS AUTHORIZATION ARE FORBIDDEN

CLIENT APPROVAL

DATE:	CLIENT_APPROB_DATE
BY:	DESIGNER
DATE:	DESIGN_DATE
BY:	CHECKER
DATE:	CHECKER_DATE
BY:	LEAD
DATE:	LEAD_DATE
BY:	PROJ_ENG
DATE:	PROJ_ENG_DATE
BY:	ENG_MANG
DATE:	PROJ_MANAG_DATE
BY:	CLIENT
DATE:	CLIENT_DATE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ESQUEMATICO BOMBEO RECIRCULACION

SCALE: 1127-6-13002

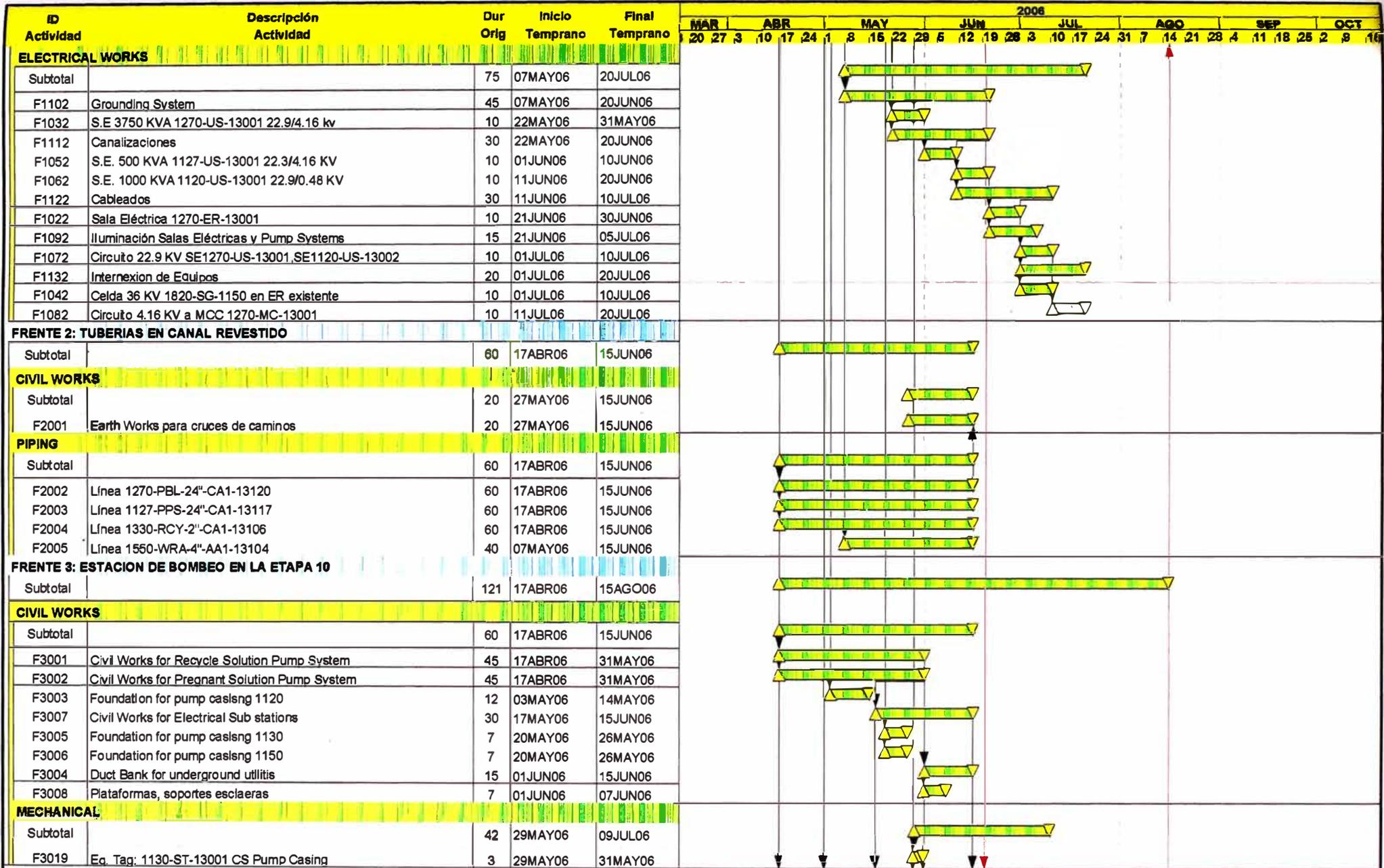
ID Actividad	Descripción Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano	2006											
					MAR 20 27 3	ABR 10 17 24	MAY 1 8 15 22 29 5	JUN 12 19 26 3	JUL 10 17 24 31 7	AGO 14 21 28 4	SEP 11 18 25 2	OCT 9 16				
<b>HITOS GENERALES</b>																
Subtotal		167	20MAR06	02SEP06												
<b>HITOS</b>																
Subtotal		167	20MAR06	02SEP06												
H1001	Acjudicación del Contrato	0	20MAR06*													
H1003	Moviliización	28	20MAR06	16ABR06												
H1013	PMA / Social Plan / Safety & Risk	14	20MAR06	02ABR06												
H1002	Kick Off Meeting	0	20MAR06													
H1014	Inicio de Construcción	0	17ABR06													
H1004	Pre-Operaciones	18	16AGO06	02SEP06												
<b>HITOS INTERMEDIOS</b>																
Subtotal		70	01MAY06	09JUL06												
<b>HITOS</b>																
Subtotal		70	01MAY06	09JUL06												
H2006	Línea Eléctrica 22.9 kw + FO	70	01MAY06*	09JUL06												
H2002	Loza de Fondo en la Poza de Procesos OP	12	03MAY06*	14MAY06												
H2004	Loza de Fondo en la poza de Eventos ME+SWP	7	20MAY06*	26MAY06												
H2005	Instalación de cans en la poza de eventos ME+SWP	9	29MAY06*	06JUN06												
H2003	Instalación de Cans en la poza de procesos OP	14	20JUN06*	03JUL06												
<b>FRENTE 1: PAMPA LARGA Y PLANTA DE CARACHUGO CIC</b>																
Subtotal		95	17ABR06	20JUL06												
<b>CIVIL WORKS</b>																
Subtotal		35	17ABR06	21MAY06												
F1002	Civil Works slabs, foundations pumps, supports	20	17ABR06	06MAY06												
F1001	Civil Works for Trench Piping	10	17ABR06	26ABR06												
F1003	Civil Works for Electrical Sub Stations	15	07MAY06	21MAY06												
F1004	Duct Bank for underground utilities	7	07MAY06	13MAY06												
F1005	Plataformas, soportes escaleras	7	07MAY06	13MAY06												
<b>MECHANICAL</b>																
Subtotal		6	07MAY06	12MAY06												
F1006	Barren Solution Pumps 1270-PU-13001/13002	3	07MAY06	09MAY06												
F1007	Cyanide Metering Pumps 1330-PU-13004/13005	3	10MAY06	12MAY06												
<b>PIPING</b>																
Subtotal		56	17ABR06	11JUN06												
F1008	Línea 1330-RCY-2"CA1-13106	45	17ABR06	31MAY06												
F1009	Línea 1270-PBL-24"CA1-13120	45	17ABR06	31MAY06												
F1010	Línea 1127-PPS-24"-AA1B-13117	45	17ABR06	31MAY06												
F1011	Pre-fabricación Spoils 1270-PU-13001/002/004/005	20	17ABR06	06MAY06												
F1012	Instalación Spool 1270-PU-13001/02/04/05 y Tk Ex	30	13MAY06	11JUN06												

Fecha de Inicio 02MAR06  
 Fecha de Terminación 02SEP06  
 Fecha de Análisis 02MAR06  
 Fecha Edición 16MAR06 18:28

Barra más Temprana  
 Barra de Avance  
 Actividad Crítica

0281  
 SSK  
 Hoja 1 de 3  
 MYSRL CARACHUGO STAGE 10 - MPEI  
 Classic Schedule Layout

REVISIONES					
Fecha	Revisión	Revisado/Aprobado	Fecha	Revisión	Revisado/Aprobado
16MAR06	REVISION 1				



Fecha de Inicio 02MAR06  
 Fecha de Terminación 02SEP06  
 Fecha de Análisis 02MAR06  
 Fecha Edición 18MAR06 18:28

 Barra más Temprana  
 Barra de Avance  
 Actividad Crítica

0281  
 SSK  
 Hoja 2 de 3  
 MYSRL CARACHUGO STAGE 10 - MPEI

REVISIONES					
Fecha	Revisión	Revisado	Aprobado	Fecha	Revisión
16MAR06	REVISION 1				



## DESGLOCE DE GASTOS INDIRECTOS

Personal STAFF Tecnico y de Apoyo		Cantidad	Total
1,00	<b>DIRECCION Y SUPERVISION</b>		
	Ingeniero Residente	1	27.185,64
	Jefe de Terreno	1	10.173,96
	Supervision Civil	1	6.979,49
	Supervision Estructural/Mecanico - PAMPA LARGA	1	8.640,98
	Supervisión Tuberías	1	6.568,45
	Supervision Estructural/Mecanico - STAGE 10	1	7.663,87
	Supervision Electrico/Instrumentacion	2	17.281,96
2,00	<b>ADMINISTRACION</b>		
	Administrador	1	14.340,44
	Asistente de administrador	1	5.579,10
	Encargado de Personal	1	7.338,51
	Asistenta Social	1	4.406,17
	Jefe de almacen	1	9.891,44
	Tareador	1	4.567,32
3,00	<b>PLANEAMIENTO</b>		
	Ingeniero de Programacion	1	9.796,58
	Ingeniero de Costos	1	15.354,27
4,00	<b>CALIDAD</b>		
	Supervisor de Control de Calidad	1	15.354,27
	Ayudante de Calidad	1	2.639,62
	Asistente de Control de Calidad	1	7.663,87
5,00	<b>OFICINA TECNICA</b>		
	Jefe de Oficina Tecnica	1	
	Metrador	2	14.677,02
	Control de Documentos - PLANTA LA QUINUA	1	
	Topografo	2	11.690,62
6,00	<b>SERVICIOS GENERALES</b>		
	Guardiana	3	10.709,43
	Almacenero	2	
	Encargados de Materiales	1	4.599,96
	Ayudantes de almacen	1	6.158,43
	Ayudantes de Topografia	1	12.101,66
	Personal de mantenimiento de equipos	1	11.422,37
7,00	<b>SAFETY &amp; ENVIRONMENT</b>		
	Jefe de Seguridad	1	21.193,46
	Supervisor de Seguridad	2	17.282,98
	Ayudante de Seguridad	1	10.579,90
	Observadores de altura	3	14.962,61
	Aseadores	1	3.890,07
<b>Instalaciones de FAENA</b>			
8,00	<b>EQUIPO INDIRECTO</b>		
	Comunicación (Radio portátil, celulares)	1	6.399,14
	Equipo de topografía y laboratorio	1	13.598,94
9,00	EQUIPO DE COMPUTO CAD, Printer	1	16.352,79
10,00	OFICINAS DE CAMPO Y CAJAMARCA	1	23.637,25
11,00	TALLERES	1	7.454,78
12,00	ALMACEN	1	6.884,63
13,00	FACILITIES DE OFICINA (Mobiliario, fotocopiadora, utiles de oficina)	1	3.569,81
14,00	SERVICIOS de BAÑOS Y GRUPO ELECTROGENO DE ENERGIA	1	12.881,92
15,00	<b>TRANSPORTE PERSONAL INDIRECTO</b>		
	Camionetas	4	31.886,57
	Minibus	1	15.152,32
<b>Otros GASTOS</b>			
16,00	PASAJES / ALOJAMIENTO (Staff & ) / ALIMENTACION	1	30.656,20
17,00	GASTOS DE OPERACIÓN (Movilización / Desmovilización)	1	37.330,02
18,00	GASTOS DE PERSONAL (Exámenes Médicos, Calificación)	1	17.180,99
19,00	GASTOS DE OFICINA CENTRAL	1	84.571,87
20,00	GASTOS FINANCIEROS	1	18.522,22
21,00	FIANZAS, SEGUROS E IMPUESTOS	1	4.610,16
22,00	SENCICO	1	4.228,70

GRAN TOTAL US\$ 655.612,74

**PROYECTO CARACHUGO 10 SISTEMA DE BOMBEO PILA DE LIXIVIACION**

<b>ITEM</b>	<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	<b>DESCRIPCION</b>		<b>BID TOTAL</b>
1,00	1100-1-SOW-13001	OBRAS CIVILES		272.594,63
2,00	1100-2-SOW-13001	ESTRUCTURAS		111.098,26
3,00	1100-4-SOW-13001	OBRAS MECANICAS		48.619,93
4,00	1200-5-SOW-1301	TUBERIAS		603.986,92
5,00	1200-6-SOW-13001	OBRAS ELECTRICAS		144.858,60
6,00	1100-6-SOW-13001	INSTRUMENTACION		65.935,72
	<b>LINEA DE 22.9 KV</b>			
1,00	SOW-1820-6-13-001	OBRAS CIVILES		4.966,63
2,00	SOW-1820-6-13-001	POSTES		141,99
3,00	SOW-1820-6-13-001	LINEA		36.278,47
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>			<b>1.288.481,15</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>			<b>655.612,74</b>
	<b>UTILIDAD</b>			<b>128.848,12</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO M.O.</b>		<b>US</b>	<b>2.072.942,00</b>
	<b>IGV (19%)</b>			<b>269.292,56</b>
	<b>TOTAL GENERAL M.O.</b>			<b>2.342.234,56</b>
	<b>COSTO DE EQUIPOS</b>			
1,00	EQUIPOS ELECTRICOS			865.247,00
2,00	INSTRUMENTACION			367.999,00
3,00	EQUIPOS MECANICOS			1.096.449,00
4,00	ESTRUCTURA DE ACERO			311.690,00
	<b>TOTAL EQUIPOS</b>		<b>US</b>	<b>2.641.385,00</b>
	<b>TOTAL OBRA ELECTROMECHANICA</b>		<b>US</b>	<b>4.983.619,56</b>

## CONCLUSIONES

1. El principal beneficio que aporta esta instalación es el de contribuir en la producción de 500,00 onzas de oro, logrando que la producción de MYSRL se mantenga estable en 1'800,000 onzas para los próximos 5 años.
2. Con esta instalación se consigue una producción de oro que aprovecha este periodo que se caracteriza por los altos precios de los metales consiguiendo una rentabilidad muy alta.
3. En la construcción de esta instalación se han tenido en cuenta los criterios modernos para lograr la realización de una obra a satisfacción del usuario final: Diseño de Ingeniería, Control del Proyecto Prevención de Perdidas, Medio Ambiente, Control de Calidad y de acuerdo al requerimiento del cronograma de obra que indica un plazo de 7 meses para concluirla se requirió de una empresa con experiencia en este tipo de ejecuciones.
4. No se hizo uso de ninguna novedad tecnológica, pero vale mencionar que los Proyectos en Minera Yanacocha consideran el uso estandarizado de algunos equipos como:
  - Subestaciones Unitarias  
Potencias Normalizadas
  - Reles de Protección
  - Arranque directos para motores
  - Sistemas de Supervisión remota y Comunicación ControlNet y Ethernet

## LISTA DE PLANOS

**ALCANCE DE TRABAJOS ELECTRICOS & INSTRUMENTACION PARA CARACHUGO ETAPA  
10 EXPANSION PILA DE LIXIVIACION**

<b>LEGEND (TYPE):</b>	<b>LISTA DE PLANOS</b>	<b>1200-6-SOW-13001</b>
<b>DRW Drawings</b>	<b>No. :</b>	
<b>SPC Narrative Specifications</b>	<b>REVISION:</b>	<b>0</b>
<b>DS Data Sheets</b>	<b>FECHA DE</b>	<b>01 Dec 05</b>
<b>LST Lists</b>	<b>PREPARACION :</b>	
<b>FM Form</b>	<b>PREPARADO POR :</b>	
<b>PRT Practices</b>		
<b>SCH Schedule</b>		

Type	Document No.	Rev.	Date	Title
<b>PLANOS ANEXO 1</b>				
<b>1.1</b>	<b>ELECTRICOS</b>			
DWG	1000-6-10101	3	27Feb02	LEYENDA
DWG	1000-6-10102	2	27Feb02	LEYENDA
DWG	1100-6-13101	0	07Oct05	SUBESTACIONES DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
DWG	1100-6-13311	0	11Nov05	POZA DE OPERACIONES-POZA DE MENORES EVENTOS-POZA DE TORMENTAS Y DRENAJE SUBTERRANEO, PLANO CLAVE
DWG	1120-6-13101	0	07Oct05	MCC 1120-MC-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1120-6-13401 @ 13405	0	13Oct05	DIAGRAMA FUNCIONAL Y DE CONEXIONES
DWG	1127-6-13101	0	07Oct05	MCC'S 1127-US-13001 & 1120-US-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1127-6-13102	1	03Jan06	PANEL DE ALUMBRADO 1127-LP-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1127-6-13103	1	03Jan06	PANEL DE INSTRUMENTACION 1127-IP-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1127-6-13104	1	03Jan06	PANEL DC 1127-PB-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1127-6-13201	0	28Nov05	SUBESTACION Y CUARTOS ELECTRICOS , DISTRIBUCION DE EQUIPOS
DWG	1127-6-13311	0	28Nov05	DISTRIBUCION DE DUCTOS
DWG	1127-6-13312	0	28Nov05	ATERRAMIENTO GENERAL DISTRIBUCION
DWG	1127-6-13313	0	28Nov05	POZA DE OPERACIONES Y MENORES EVENTOS , ALUMBRADO PLANTA Y SECCIONES
DWG	1127-6-13401 @ 13404 SH. 1 & 2 OF 2	1	02Jan06	BOMBEO D ERECIRCULACION DE SOLUCION , DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES
DWG	1127-6-13405	0	11Nov05	SISTEMA DE DETECCION DE FUEGO DIAGRAMA DE CABLEADO
DWG	1130-6-13101	0	21Oct05	BOMBA DE SUBDRENAJE MCC 1130-MC-13001 DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES
DWG	1130-6-13301	0	28Oct05	DETECCION DE FUGA DE POZA S/E 75 KVA DUCTOS, ALUMBRADO Y ATERRAMIENTO, PLANTA Y SECCIONES
DWG	1130-6-13401 @ 13403	0	05Oct05	DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES
DWG	1130-6-13404 @ 13408	0	21Oct05	DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES
DWG	1150-6-13101	0	05Oct05	MCC 1150-MC-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1150-6-13301	0	28Oct05	S/E 400 KVA DUCTOS, ALUMBRADO Y ATERRAMIENTO - PLANTA Y SECCIONES
DWG	1150-6-13401 @ 13403	0	05Oct05	DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES
DWG	1270-6-13151	1	03Jan06	MCC 1270-MC-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1270-6-13152	1	03Jan06	PANEL DE ALUMBRADO 1270-LP-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1270-6-13153	1	03Jan06	PANEL DE INSTRUMENTACION 1270-IP-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1270-6-13154	1	03Jan06	PANEL DC 1270-PB-13001 DIAGRAMA UNIFILAR
DWG	1270-6-13251	0	03Nov05	SUBESTACION Y CUARTO ELECTRICO DISTRIBUCION DE EQUIPO
DWG	1270-6-13251	0	03Nov05	SUBESTACION Y CUARTO ELECTRICO DISTRIBUCION DE EQUIPO
DWG	1270-6-13351	0	03Nov05	DISTRIBUCION DE DUCTOS PLANTA Y SECCIONES
DWG	1270-6-13352	0	03Nov05	ALUMBRADO Y ATERRAMIENTO DISTRIBUCION DE PLANTA
PLANO	1270-6-13451 & 13452	0	27Sep05	DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES

## LISTA DE PLANOS

ALCANCE DE TRABAJOS ELECTRICOS & INSTRUMENTACION PARA CARACHUGO ETAPA  
10 EXPANSION PILA DE LIXIVIACION

<b>LEGEND (TYPE):</b>	<b>LISTA DE PLANOS</b>	<b>1200-6-SOW-13001</b>
<b>DRW Drawings</b>	<b>No. :</b>	
<b>SPC Narrative Specifications</b>	<b>REVISION:</b>	<b>0</b>
<b>DS Data Sheets</b>	<b>FECHA DE</b>	<b>01 Dec 05</b>
<b>LST Lists</b>	<b>PREPARACION :</b>	
<b>FM Form</b>	<b>PREPARADO POR :</b>	
<b>PRT Practices</b>		
<b>SCH Schedule</b>		

Type	Document No.	Rev.	Date	Title
PLANO	1270-6-13455	0	11Nov05	DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES
PLANO	1291-6-13101	0	21Sep05	MCC 1291-MC-12052 DIAGRAMA UNIFILAR
PLANO	1330-6-13301	0	22Sep05	PLANTA DE CIANURO DISTRIBUCION DE DUCTOS
PLANO	1330-6-13401 & 13402	0	21Sep05	DIAGRAMA FUNCIONAL Y CONEXIONES
<b>1.2</b>	<b>INSTRUMENTATION</b>			
PLANO	1000-7-10051 @ 1000-7-10100			DETALLE DE INSTALACION DE INSTRUMENTOS
PLANO	1100-7-13302	1	19Oct05	POZA MENORES EVENTOS – DISPOSICION DE INSTRUMENTOS
PLANO	1100-7-13304	1	19Oct05	POZA DE TORMENTAS – DISPOSICION DE INSTRUMENTOS
PLANO	1100-7-13305	0	06Jul05	SUMIDERO DE SUBDRENAJE - DISPOSICION DE INSTRUMENTOS
PLANO	1100-7-13311	0	07Nov05	POZA DE OPERACION- DISPOSICION DE INSTRUMENTOS
PLANO	1100-7-13313	0	07Nov05	ESTACION DE BOMBEO – DISPOSICION DE INSTRUMENTOS
PLANO	1270-7-13301	0	12Sep05	BOMBEO DE SOLUCION POBRE – DISPOSICION DE INSTRUMENTOS
PLANO	1330-7-13301	3	29JUN05	PLANTA DE CIANURO SODICO
PLANO	1100-7-13801	0	06Jul05	DISTRIBUCION DE FIBRA OPTICA
PLANO	1120-7-13401	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LT-1113202
PLANO	1120-7-13402	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LT-1113210
PLANO	1120-7-13403	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LTI-1113215
PLANO	1120-7-13405	0	07Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113227
PLANO	1120-7-13406	0	07Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113228
PLANO	1120-7-13407	0	07Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113229
PLANO	1120-7-13408	0	07Nov05	LAZO DE CONTROL – PSH-1113191
PLANO	1120-7-13409	0	30Nov05	LAZO DE CONTROL – FQI-1113211/216
PLANO	1127-7-13401	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LIT-1113262
PLANO	1127-7-13402	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – PIT-1113280
PLANO	1127-7-13403	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – FIT-1113285
PLANO	1127-7-13404	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – PRV-1113286
PLANO	1127-7-13405	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – FIT/FCV-1113301
PLANO	1127-7-13406	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LIT-1113302
PLANO	1127-7-13407	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – PIT-1113320
PLANO	1127-7-13408	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – FIT-1113325
PLANO	1127-7-13409	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – PRV-1113326
PLANO	1130-7-13401	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LT-1113352
PLANO	1130-7-13402	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LT-1113360
PLANO	1130-7-13403	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LT-1113365
PLANO	1130-7-13405	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LT-1113402
PLANO	1130-7-13406	1	21Oct05	LAZO DE CONTROL – LIT-1113382

**LISTA DE PLANOS**

**ALCANCE DE TRABAJOS ELECTRICOS & INSTRUMENTACION PARA CARACHUGO ETAPA 10 EXPANSION PILA DE LIXIVIACION**

<b>LEGEND (TYPE):</b>	<b>LISTA DE PLANOS</b>	<b>1200-6-SOW-13001</b>
<b>DRW Drawings</b>	<b>No. :</b>	
<b>SPC Narrative Specifications</b>	<b>REVISION:</b>	<b>0</b>
<b>DS Data Sheets</b>	<b>FECHA DE</b>	<b>01 Dec 05</b>
<b>LST Lists</b>	<b>PREPARACION :</b>	
<b>FM Form</b>	<b>PREPARADO POR :</b>	
<b>PRT Practices</b>		
<b>SCH Schedule</b>		

Type	Document No.	Rev.	Date	Title
PLANO	1130-7-13407	0	04Jul05	LAZO DE CONTROL – LT-1113410
PLANO	1130-7-13408	0	09Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113367
PLANO	1130-7-13409	0	09Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113368
PLANO	1130-7-13410	0	09Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113369
PLANO	1130-7-13411	0	09Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113387
PLANO	1130-7-13412	0	09Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113388
PLANO	1130-7-13413	0	09Nov05	LAZO DE CONTROL – FSL-1113389
PLANO	1130-7-13414	0	30Nov05	LAZO DE CONTROL – FQI-1113361/366
PLANO	1130-7-13415	0	30Nov05	LAZO DE CONTROL – FQI-1113406/416
PLANO	1270-7-13411	0	12Sep05	LAZO DE CONTROL – PIT-1213220
PLANO	1270-7-13412	0	12Sep05	LAZO DE CONTROL – FIT-1213255
PLANO	1270-7-13413	0	12Sep05	LAZO DE CONTROL – PRV-1213226
PLANO	1330-7-13421	0	04Jul05	LAZO DE CONTROL – FIT-131064
PLANO	1100-9-13109	3	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1100-9-13109	4	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1110-9-13110	3	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1127-9-13101	4	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1127-9-13102	3	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1130-9-13101	3	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1130-9-13102	2	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1330-9-13103	1	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1270-9-13101	2	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1270-9-13102	3	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1120-9-13101	3	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN
PLANO	1120-9-13102	5	04Jun05	TUBERIA Y DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.-** Gilberto Enríquez Harper (1,999) "Elementos de diseño de subestaciones eléctricas" Décima impresión 1,999.  
Editorial Limusa S.A., México.
- 2.-** Brown Boveri Cie (1983) "Manual de las instalaciones de distribución de energía eléctrica"  
Primera edición en español 1,983, Urmo S.A. de ediciones España.
- 3.-** Manual de las instalaciones en los edificios (1,991)"  
Tomo 1, 2, 3, Charles Merrick Gay, Charles de Van Fawcett, William J. Mc Guinness Ediciones G. Gili, S.A. de CV México.
- 4.-** Ministerio de Energía y Minas (2001). "Código Nacional de Electricidad" sistema de utilización Tomo V.
- 5.-** Control Automático de Sistemas Eléctricos Benjamín C. Kuo.
- 6.-** Maquinas de Corriente alterna:
  - Michael Liwschitz – Garik.
  - Elide C. Whipple.