

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**DISEÑO DE LA INSTALACION Y MONTAJE DE
MOTORES ASINCRONOS JAULA DE ARDILLA DE
MEDIA TENSION 4,16 kV PARA LA UTILIZACION EN
REFINERIA DE PETROLEO**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

CARLOS MOISES MIMBELA PAREDES

PROMOCION 94-II

**LIMA - PERU
1999**

**DISEÑO DE LA INSTALACION Y MONTAJE DE MOTORES
ASINCRONOS JAULA DE ARDILLA DE MEDIA TENSION 4,16 kV
PARA LA UTILIZACION EN REFINERIA DE PETROLEO**

SUMARIO

La Refinería la Pampilla cuenta actualmente con un sistema de embarque de residuales de petróleo el cual, debido a la creciente demanda tanto interior como exterior del mencionado combustible, así como al pago de sobreprecio por tiempos adicionales de embarque se encuentra en la necesidad de ampliar su capacidad de bombeo.

Para lograr el régimen de embarque deseado se desarrollará la instalación y montaje de motores eléctricos en media tensión 4,16 kV con todo el equipamiento complementario requerido para efectuar este proceso siguiendo las últimas técnicas del estado del arte en transporte de combustible en grandes magnitudes.

El resultado será una obra electromecánica que permitirá lograr mejorar satisfactoriamente el régimen de embarque de residual, con la confiabilidad, precisión y sobre todo la seguridad y protección tanto al personal como al equipamiento de acuerdo a las exigencias de las normas en refinerías de petróleo.

INDICE

	Páginas
PROLOGO	1
CAPITULO I	
MEMORIA DESCRIPTIVA	3
1.1 Objetivo	3
1.2 Características del Area del Proyecto	3
1.2.1 Ubicación	3
1.2.2 Características Climatológicas y Ambientales	4
1.3 Descripción de las Instalaciones Eléctricas	4
1.4 Sistema de Control, Instrumentación y Monitoreo	4
1.5 Descripción de Instalaciones Mecánicas y Sistema de Tuberías	4
1.5.1 Nueva estación de bombeo	5
1.5.2 Sistemas de Tubería en Tanques Zona Sur	6
1.6 Descripción de las Obras Civiles	7
1.7 Responsabilidades Generales del Contratista	7
CAPITULO II	
INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PROYECTO	10
2.1 Suministro eléctrico e instalaciones eléctricas en la refinería	10
2.2 Alimentación Eléctrica a la Nueva Subestación	11

2.2.1	Trabajos a ser desarrollados por parte del contratista	11
2.2.2	Diseño del cable alimentador en 4,16 kV	11
2.3	Equipamiento de la Nueva Subestación Eléctrica	18
2.4	Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión	18
2.5	Sistema de Puesta a Tierra	19
2.6	Motores Eléctricos	19
2.6.1	Definición del tipo de constructivo	19
2.6.2	Protocolo de pruebas en fábrica	20
2.7	Sistema de Arranque	20
2.7.1	Métodos de arranque convencionales	20
2.7.2	Criterios de Selección del Arrancador	23
2.7.3	Selección del Arrancador de Estado Sólido	23
2.7.4	Modos de Arranque del Arrancador Seleccionado	24
2.8	Relé de protección digital	26
2.9	Compensación Reactiva de los Motores Eléctricos	26
2.9.1	Criterios de compensación	26
2.9.2	Cálculo del Banco de Capacitores	28
CAPITULO III		
SISTEMA DE CONTROL, INSTRUMENTACION Y MONITOREO		31
3.1	Filosofía del Sistema de control	31
3.2	Actuadores Eléctricos	32
3.3	Equipos de Instrumentación y Señalización	32

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO Y MONTAJE	36
4.1 Especificaciones Técnicas de Suministro para Obras Eléctricas	36
4.1.1 Generalidades	36
4.1.2 Alcances	36
4.1.3 Formas Técnicas	37
4.1.4 Equipos y Materiales	37
4.2 Especificaciones Técnicas de Montaje	56
4.2.1 Especificaciones Técnicas de Montaje de Trabajos Mecánicos	56
4.2.2 Especificaciones Técnicas de Montaje de Trabajos Eléctricos	66

CAPITULO V

METRADO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	84
5.1 Metrado y Presupuesto	84
5.2 Cronograma de Actividades	85
CONCLUSIONES	88
ANEXO A	91
DATOS DEL MOTOR, CURVA , PROTOCOLO DE PRUEBAS EN FABRICA, Y CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES	
ANEXO B	102
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DEL ARRANCADOR DE ESTADO SOLIDO-ALLEN BRADLEY	
ANEXO C	114
CARACTERÍSTICAS DEL RELÉ DE PROTECCIÓN – MULTILIN	
ANEXO D	127
CARACTERÍSTICAS DEL MASTER STATION	

ANEXO E	131
CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS MOTORIZADAS ROTORK	
ANEXO F	146
CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN MICRO-MOTION Y DE VIBRACION.	
ANEXO G	162
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
ANEXO H	189
PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE GROUTING PARA LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS	
ANEXO I	193
PLANOS	
BIBLIOGRAFIA	212

PROLOGO

El propósito de la tesis es mostrar la metodología de diseño a nivel ejecutivo de las instalaciones eléctricas de una planta de bombeo de gran magnitud para el transporte de combustible residual, que se produce en una refinería de petróleo.

En ese sentido el proyecto tiene como meta incorporar en las instalaciones equipamiento moderno que garantice una operación confiable y segura de modo que se cumpla con todas las exigencias de una refinería de petróleo.

El proyecto de tesis se origina de la participación del suscrito en el estudio de ingeniería de detalle para la ampliación de embarque de residuales en la Refinería la Pampilla realizado por la compañía consultora CE EL S.A a solicitud de PETROPERU S.A.

La tesis será presentada con todas las características de un proyecto, es decir estará compuesta de una memoria descriptiva, las especificaciones técnicas de suministro y montaje, metrado y presupuesto, propone un cronograma de actividades y se incluyen planos del proyecto.

En el diseño se describen los equipamientos electromecánicos, electrónicos y de control de última generación utilizados en plantas de bombeo de combustible así como sus especificaciones técnicas de suministro y montaje, estos documentos constituyen la guía y parámetros que el contratista y supervisor deben utilizar durante las tareas de suministro, instalación y montaje.

Se debe remarcar que en el proyecto motivo de la presente tesis casi todo el equipamiento utilizado en el diseño de las instalaciones es importado y sus catálogos son la única fuente de información disponible, en ese sentido las especificaciones y procedimientos de PETROPERU fueron tomadas como elemento referencial por tener un carácter general.

Finalmente el reconocimiento especial a la Compañía Consultora CESEL S.A. que brindo al autor de la tesis participar en este proyecto y por el apoyo decidido en su realización

CAPITULO I MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Objetivo

Es el desarrollo del proyecto de la ampliación de la capacidad de embarque de residuales de la Refinería LA PAMPILLA, que considera la instalación de motores eléctricos en media tensión para las bombas tipo tornillo que impulsarán estos residuales a los buques cisterna anclados en la bahía de la refinería. Esta ampliación se ha previsto para mejorar el régimen de la capacidad de embarque de residuales de exportación y evitar el pago de sobreprecio por tiempos adicionales de embarque.

1.2 Características del Area del Proyecto

1.2.1 Ubicación

La Refinería La Pampilla (RELAPA) tiene un área total de 720 Ha y se encuentra ubicada al Nor Oeste de la ciudad de Lima capital del Perú, en el kilómetro 25 de la carretera a Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, Departamento de Lima. La zona es de arenal y hacia el Oeste dista 2 km del litoral del Océano Pacífico. Entre sus límites hacia el Sur esta el río Chillón y hacia el Norte se encuentra la Ciudad Satélite del Distrito de Ventanilla.

El área del terreno ocupada por las instalaciones asciende a 320 Ha, y en la zona sur de esta área se desarrollará el proyecto de ampliación.

1.2.2 Características Climatológicas y Ambientales

El clima en el área del proyecto, es principalmente templado con mucha humedad con una temperatura promedio de 20°C, una máxima de 32 y mínima de 10°C. Las condiciones ambientales en la zona presentan un apreciable nivel de contaminación por la cercanía al mar y por tratarse de una refinería.

1.3 Descripción de las Instalaciones Eléctricas

Los trabajos a ser desarrollados en relación con las instalaciones eléctricas necesarias para la puesta en servicio de la nueva estación de bombeo comprende los siguientes aspectos:

Instalaciones eléctricas en media tensión 4,16 kV

Subestación eléctrica

Instalaciones eléctricas en baja tensión

Sistema de puesta a tierra

1.4 Sistema de Control, Instrumentación y Monitoreo

Los motores eléctricos de las bombas tipo tornillo, los actuadores eléctricos que controlan el flujo de residuales así como el equipo instrumental que mide sus parámetros son controlados y monitoreados tanto en forma local como en forma remota desde la sala de control maestro.

1.5 Descripción de Instalaciones Mecánicas y Sistema de Tuberías

Las instalaciones mecánicas y sistema de tuberías considerados en este acápite, comprenden esencialmente los equipos de bombeo, válvulas, tuberías de interconexión con los tanques y líneas de embarque, líneas de vapor y condensado,

facilidades mecánicas de montaje y mantenimiento en la estación de bombeo, instrumentación y elementos mecánicos de apoyo.

1.5.1 Nueva estación de bombeo

La nueva estación de bombeo contará con el siguiente equipamiento

Dos bombas de tipo tornillo, marca WORTHINGTON modelo Sier Bath NP H de 7 523 BPH de capacidad y una altura de descarga de 250 psi cada una, dotadas de motor General Electric de 1 250 HP, 1 775 RPM y 4,16 kV con acoplamiento Falk y base común con un peso total de 9 804 kg cada una.

Dieciocho válvulas compuerta de 16" con actuador eléctrico ROTORK IQ30, a ser distribuidas de la siguiente forma: seis en la línea de succión desde los tanques, seis en las líneas de descarga hacia los tanques, dos en las líneas de succión de las bombas, dos en la línea de descarga de las bombas y dos en la conexión a las líneas de embarque existentes.

Dos válvulas check de 16" a ser instaladas en las líneas de descarga de cada bomba.

Dos filtros de 14" a instalarse en las líneas de succión de las bombas.

Dos válvulas de alivio de 10" x 6" a instalarse en las líneas de descarga de las bombas.

Seis medidores de flujo másico de 6", que serán instalados en las líneas de descarga hacia las líneas de embarque (3 medidores en cada línea).

Dos válvulas compuerta de 10", clase 30 psi con actuador eléctrico a ser instalados en la derivación de las líneas de descarga de las bombas, para fines de recirculación durante el arranque.

Doce válvulas compuerta de 6” clase 30 psi con accionamiento manual, a ser instaladas como guarda antes y después de cada medidor de flujo másico.

Líneas de succión y descarga, incluyendo manifolds de 20” y conexiones “Y” en 16”.

Sistema de apoyos de las Tuberías, móvil, guía longitudinal, guía transversal guía bipolar y apoyo de soporte especial.

Sistema de drenaje consistente en embudos y tuberías de colección, bomba de engranaje de 10 gpm 20 psi y tubería de descarga de 2”

Una grúa puente de 10 Tn y luz de 9,3 m con un recorrido del puente de 31,2 m la cual servirá para facilidades de instalación y mantenimiento de las bombas y equipos.

Dos grúas monorraíl de 2 Tn, recorrido de 31,2 m con accionamiento manual, para facilidades de mantenimiento de las válvulas. Estos equipos serán suministrados por el Contratista.

Estructuras metálicas de sostenimiento de las grúas

Pasarelas metálicas y escaleras de acceso

1.5.2 Sistemas de Tubería en Tanques Zona Sur

En el área de tanques Zona Sur, correspondiente a los tanques de residual T-202 A/B/C/D/E/F, se realizarán los siguientes trabajos:

Instalación de líneas de tuberías de succión y recirculación que interconectan los tanques T-202 A/B/C/D/E/F con la nueva estación de bombeo.

Instalación de diez válvulas compuerta de 16 ” con actuador eléctrico ROTORK IQ 30.

Sistema de apoyo de tuberías, móvil, guía longitudinal y guía transversal.

Cuatro loops de expansión en 16"

Venas de vapor, líneas de condensado y aislamiento térmico

Línea de drenaje en 8", en tubería de acero sin costura, que conectará la trampa de drenaje de la nueva estación de bombeo, con el pozo N° 27 (Junto al tanque T-202C).

1.6 Descripción de las Obras Civiles

Las obras civiles consideradas en el proyecto están referidas esencialmente a:

Nueva estación de bombeo y obras conexas, lo que consta de un patio de bombas y un patio de maniobras. Se trata de una obra en concreto, que comprende:

Losas, muros columnas fundaciones de las bombas, soportes en concreto para las tuberías canaletas y pozos de drenaje, etc.

También están comprendidos el puente de acceso, el patio de maniobras y un puente de pase de tuberías, bajo la calle 3.

Nueva Subestación eléctrica que consiste en un ambiente techado de 74 m², en la que están comprendidas canaletas y carpintería metálica

Obras en área de tanques, lo que comprende soportes en concreto para las tuberías y la elevación de los cercos contra incendio hasta alcanzar el nivel de 6 msnm.

1.7 Responsabilidades Generales del Contratista

Las responsabilidades generales del contratista relacionadas con la implementación del presente proyecto comprenden:

Suministro de equipos y materiales complementarios a los suministrados por RELAPA de acuerdo a las especificaciones técnicas adjuntas y a las cantidades indicadas en el metrado y presupuesto.

Elaboración de planos de fabricación de las estructuras metálicas y componentes especiales del sistema de tuberías, tales como manifolds, conexiones en “Y”, soportes etc.

Fabricación de estructuras metálicas y componentes especiales del sistema de tuberías.

Ejecución de todas las obras civiles y electromecánicas involucradas en el proyecto.

Suministro de equipos y materiales nuevos, debidamente certificados

El contratista será responsable de la instalación del equipamiento suministrado por él y el que será proporcionado por RELAPA, debiendo efectuar las coordinaciones del caso con los representantes de los proveedores.

A todas las tuberías instaladas se efectuarán pruebas de acuerdo a las especificaciones aplicables

En el caso de las grúas puente y monorieles, se efectuarán pruebas con la carga máxima nominal para todos los movimientos y con una sobrecarga estática del 10 % para verificar deformaciones en las estructuras.

Deberá participar en la puesta en servicio y pruebas de los nuevos equipos instalados en coordinación con los representantes de RELAPA y los respectivos proveedores

Para la implementación del proyecto el contratista deberá contar con un Ingeniero Residente, el que deberá ser un Ingeniero Mecánico Electricista con

experiencia en obras similares y que se encuentre debidamente habilitado. Adicionalmente deberá contar con el apoyo de profesionales y/o técnicos calificados en las especialidades de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Instrumentación y Civil.

Para la supervisión general de los trabajos y suministros a cargo del Contratista, RELAPA designará un Ingeniero Supervisor.

El Ingeniero Supervisor será representante de RELAPA para propósitos de control general del proyecto, pruebas puesta en servicio y protocolos de recepción.

El contratista y todo su personal asignado al proyecto deberá cumplir exactamente

con el reglamento de seguridad de RELAPA.

CAPITULO II INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PROYECTO

2.1 Suministro eléctrico e instalaciones eléctricas en la refinería

RELAPA es un cliente libre de la Empresa de Distribución Eléctrica EDELNOR S.A, que representa una carga especial dado el carácter de los procesos que en ella se realizan, razón por la cual requiere un suministro de energía eléctrica con una alta confiabilidad y adecuada calidad de servicio.

En tal sentido las instalaciones de la refinería toman energía de la red de EDELNOR a través de dos líneas de transmisión que conforman un sistema en anillo: Zapallal–La Pampilla y Oquendo–La Pampilla (Ver diagrama unifilar al final del capítulo).

Actualmente la alimentación a las celdas que proporcionan energía eléctrica a las instalaciones de la refinería se toma a través de dos transformadores de potencia conectados en serie de 2,5 MVA; 60/10 kV y de 4 MVA; 10/4,16 kV. Debido a las ampliaciones proyectadas en la refinería este proyecto considera la instalación de una sola unidad de transformación de 10 MVA; 60/4,16 kV, que reemplazará a los dos transformadores existentes, con lo cual se obtendrá una disminución de las pérdidas en la transformación y un incremento en la potencia de corto circuito.

Uno de los cubículos de estas celdas (3A) esta previsto para la ampliación de la capacidad de embarque de la refinería.

2.2 Alimentación Eléctrica a la Nueva Subestación

2.2.1 Trabajos a ser desarrollados por parte del contratista

Conexión al pórtico de llegada de las líneas de propiedad de EDELNOR que consistirá en la utilización del cubículo 3A (reservado para la ampliación). En este cubículo existe un seccionador de 630 A, el trabajo consistirá en retirar este seccionador y en su lugar instalar un interruptor de potencia de 1 250 A .

Conexión de la celda 3A a la nueva subestación eléctrica que alimentará a los motores de las bombas mediante un cable subterráneo en media tensión.

2.2.2 Diseño del cable alimentador en 4,16 kV

Para la selección del cable alimentador se analizará una serie de cables de diferentes secciones, este análisis será básicamente técnico el cual consistirá en:

- Un cálculo por capacidad de corriente para cada uno de los cables analizados.
- Un cálculo por caída de tensión para los cables elegidos del paso anterior.

Cálculo de la Sección del Conductor por Capacidad de Transporte

Bases de Cálculo.

Tensión Nominal de la Red	4,16 kV
Tensión Máxima de Servicio	4,60 kV
Temperatura Ambiente Promedio	20°C
Tipo de Instalación :	Completamente enterrados
Potencia a Transportar	1 758 kW
Factor de Potencia de Carga	0,85
Corriente Nominal	287 A
Factor de Carga	0,80
Resistividad térmica del Terreno	150°Cxcm/W

Temperatura del terreno	25°C
Tipo de Aislamiento del Cable	Polietileno Reticulado (XLPE)
Profundidad de la Instalación	1,25 m
Disposición de cables en el Ducto	Horizontal

Capacidad de Transporte de Corriente para cables Unipolares

Según catálogos de los fabricantes la capacidad promedio de los cables unipolares de 3,6/6 kV, con pantalla conectada a tierra en ambos extremos es la que se muestra en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1 Capacidad de Transporte de Corriente para Cables Unipolares con Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE).

Sección (mm ²)	Corriente (A)
95	378
120	427
150	475
185	523
240	598

Las condiciones en las cuales pueden transportarse las corrientes de la tabla anterior son las siguientes:

Temperatura en el conductor	80°C
Resistividad Térmica del Terreno	120°C-cm/W
Temperatura del Terreno	25°C
Profundidad de Instalación de los Cables	1,0 m
Corriente circulante en la Pantalla	Si

Factores de Corrección

En vista que los cables se instalarán bajo condiciones diferentes a las señaladas, se corregirá la capacidad de transporte de corriente de éstos.

Factor de Corrección por incremento de profundidad: f_1

La tabla N° 2 muestra los factores de corrección por incremento de profundidad.

Tabla N° 2: Factor de corrección por incremento de profundidad (f_1).

Profundidad de la Instalación	Cables directamente enterrados	
	3,6 kV a 6,0 kV	
0,90	1,00	
1,00	0,99	
1,20	0,98	
1,50	0,97	
1,80	0,96	
2,50	0,95	

Como la profundidad para este proyecto es 1,25 m interpolando tenemos que el factor de corrección por incremento en la profundidad f_1 es: 0,978.

Factor de corrección por incremento de la resistividad térmica del Terreno: f_2 .

La Tabla N° 3 muestra los factores de corrección por variación de la resistividad térmica del Terreno para cables unipolares directamente enterrados.

Como la resistividad Térmica para este terreno es $150 \text{ }^\circ\text{C}\times\text{cm}/\text{W}$. Entonces el factor de corrección f_2 es: 0,80.

Tabla N° 3 Factores de corrección por diferente Resistividad Térmica del terreno.

Resistividad Térmica 100 120 150 180 200 250 300

°Cxm/W.

0,90 0,85 0,80 0,77 0,70 0,65 0,6

Factor de Corrección Total.

El factor de corrección Total es el producto de los factores de corrección anteriores.

$$F_t = f_1 \times f_2$$

$$F_t = 0,7824$$

Sección Mínima del cable requerido.

La corriente máxima que se requiere es de 287 A y según la tabla N° 1 el cable de 95 mm² es suficiente desde el punto de vista de capacidad de transporte de corriente.

Incremento de la capacidad de Corriente en el cable en un periodo de sobrecarga.

Las normas para cables admiten la posibilidad de sobrecargarlos durante un tiempo limitado en emergencia. La temperatura máxima de emergencia que se recomienda para el cable con aislamiento XLPE es de 130 °C.

La siguiente expresión permite obtener en forma aproximada el incremento permitido de la capacidad de corriente de un cable.

$$I_{sc} = I_n \sqrt{\frac{(R / R_o)(T_o - T_a)}{T_c - T_a}}$$

Donde:

I_n : Corriente permisible por el cable

I_{sc} : Corriente de sobrecarga por el cable (máximo dos horas)

T_o : Temperatura máxima de emergencia del cable (130 °C)

T_c : Temperatura máxima de operación del cable (80 °C)

T_a : Temperatura ambiente (20 °C).

La Tabla N°5 muestra las capacidades de corriente por sobrecarga en cables unipolares con aislamiento XLPE

Tabla N° 5 Valores de corriente de sobrecarga (Isc)

Sección Nominal (mm ²)	I_n (A)	I_{sc} (A)
95	296	400
120	334	451
150	371	501
185	409	553
240	467	631
300	520	703

Cálculo de la sección del conductor por caída de tensión

Determinación de los parámetros de los cables.

a) Resistencia eléctrica

Se asume que la temperatura en el conductor del cable no superará los 80 °C luego la resistencia eléctrica se calculará a esta temperatura mediante la siguiente fórmula:

$$R_c = R_a(1 + \alpha(T_c - T_a))$$

Donde:

R_c : Resistencia a la temperatura de 80 °C

R_a : Resistencia a la temperatura de 20 °C

α : Factor de temperatura del Cobre, 0,00393

T_c : Temperatura máxima de operación

T_a : Temperatura base de 20 °C

En la Tabla N°6 se muestran los valores de resistencia a 20°C y 80°C.

Tabla N°6: Valores de resistencia en cables unipolares con aislamiento XLPE.

Sección n (mm ²)	R(20°C) (Ohm/km)	R(80 °C) (Ohm/km)
95	0,195	0,239
120	0,153	0,189
150	0,124	0,153
185	0,099	0,122
240	0,075	0,093
300	0,060	0,074

b) Reactancia Inductiva. Se calcula la reactancia inductiva con la siguiente expresión:

$$X = 2\pi f/L$$

Donde:

$$L = 2 \times 10^{-4} \times \ln(DMG / RMG)$$

DMG: Diámetro Medio geométrico

$$DMG = \sqrt[3]{2S}$$

$$RMG = 0,77r$$

RMG: Radio Medio Geométrico

S Separación entre conductores (120 mm).

r : Radio del conductor en mm.

En la tabla N° 7 se muestran los valores de reactancia inductiva para las secciones analizadas.

Tabla N° 7 Valores de reactancia inductiva para los cables unipolares con aislamiento XLPE.

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Reactancia (Ohm/km)
95	11,6	0,27
120	13,0	0,26
150	14,5	0,25
185	16,2	0,24
240	18,5	0,23
300	20,8	0,22

Cálculo de la caída de tensión.

Las premisas de cálculo son las siguientes:

Longitud del circuito (km)	0,94
Demanda de Potencia (MW)	1,76
Factor de Potencia	0,85
Tensión nominal (kV)	: 4,16

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$\Delta V\% = \frac{PL}{10(kV)^2} (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

Si :

$$K = \frac{R + X \operatorname{tg} \varphi}{10(kV)^2}$$

Entonces :

$$\Delta V\% = PLK$$

Donde K = Factor de Caída de tensión

En la tabla N° 8 se muestra las caídas de tensión para cada sección del cable.

Tabla N° 8 Caídas de tensión para cada cable unipolar

Sección (mm ²)	Potencia (kW)	Longitud (km)	Factor K/1000	Caída de tensión (%)
95	1 758	0,94	2,34	3,91
120	1 758	0,94	2,02	3,38
150	1 758	0,94	1,78	2,97
185	1 758	0,94	1,56	2,61
240	1 758	0,94	1,36	2,28
300	1 758	0,94	1,21	2,03

Se utilizará el conductor de 95 mm² de sección puesto que cumple los requerimientos tanto por capacidad de corriente como por caída de tensión.

2.3 Equipamiento de la Nueva Subestación Eléctrica

La nueva subestación que alimentará a los motores de las bombas y el resto del equipamiento estará conformada por los siguientes componentes:

- 01 Cubículo para celda de llegada en 4,16 kV
- 02 Cubículos para los arrancadores electrónicos
- 01 Transformador 4,16/0,44 kV
- 01 Cubículo para celda de salida en 0,44 kV
- 02 Cubículos para circuitos auxiliares

- 01 Cubículo para circuito de reserva
- 02 Bancos de condensadores
- Cables de interconexión y soportes en las canaletas

2.4 Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión

El sistema de distribución en baja tensión se esquematiza en el plano N° SEN-01 (Esquema Unifilar – .E) y comprende los siguientes componentes:

Sistema de distribución en 440 V para los actuadores de las válvulas motorizadas, bomba de drenaje y grúa puente.

Sistema de distribución en 220 V, para los sistemas de iluminación y tomacorrientes.

Sistemas en 120 VAC, para los circuitos de control.

2.5 Sistema de Puesta a Tierra

Se contará con 5 pozos de puesta a tierra, 01 para la estación de control maestro, 02 para la nueva subestación y otros dos para los motores de las bombas.

Los pozos de tierra serán conectados vía conductores de Cobre desnudo a:

- El neutro en el lado de baja (440 V) del transformador 4,16/0,44 kV
- Carcasas metálicas de los diferentes aparatos y equipos eléctricos
- Tuberías conduit, tuberías de fluidos y estructuras metálicas.

El detalle del pozo a tierra se muestra en el plano N° ELG-03 (Plano típico pozo de tierra)

2.6 Motores Eléctricos

2.6.1 Definición del tipo de constructivo

Debido a las condiciones ambientales del medio en el cual van a ser instalados los motores, es decir en presencia de partículas de derivados del petróleo

y por la particular cercanía al mar, deben ser completamente encerrados refrigerados con aire (TEAC).

2.6.2 Protocolo de pruebas en fábrica

Los motores asíncronos de jaula de ardilla son despachados desde la fábrica listos para su instalación, montaje y operación satisfactoria si es convenientemente instalado y mantenido. En el anexo A se muestran los datos técnicos, curvas y el reporte de las pruebas en fábrica y un plano de características dimensionales del motor.

2.7 Sistema de Arranque

2.7.1 Métodos de arranque convencionale

◆ A Tensión plena

Esta magnitud, además de provocar graves problemas de calentamiento en el motor, trae consigo grandes caídas de tensión en el punto de suministro con lo cual el motor no podrá arrancar.

Se ha simulado un flujo de potencia en el momento de la conexión del motor (ver figura N° 1) y se obtiene que la tensión en bornes del motor resulta 82% de la nominal; dado el tipo de carga que este motor va impulsar se concluye que el motor no podrá arrancar a tensión plena.

El problema de la baja impedancia del motor asíncrono de jaula de ardilla en el momento de arranque, produce un crecimiento de corriente en la máquina un poco mayor de 6 veces la corriente nominal como se muestra en la curva corriente versus velocidad del motor en el anexo A.

Por otro lado, por las características muy particulares del fluido que conduce la bomba, una parada brusca del motor alimentado a tensión plena ocasionaría

problemas del tipo mecánico, como lo es el golpe de ariete en sus alabes, así como grandes esfuerzos en el acople entre la bomba y el motor.

◆ **A tensión reducida**

Los métodos convencionales electromecánicos intercalan entre la fuente de alimentación y el motor, un camino de impedancia variable (en forma discreta) o una modificación (temporal) de los puntos de conexión del motor a la red.

Dentro de los métodos de arranque convencionales pueden mencionarse:

Arranque por autotransformador.

En este tipo de arranque el motor es alimentado a tensión reducida mediante un autotransformador el cual se pone fuera de servicio cuando el arranque ha concluido; si bien en este tipo de arranque el motor siempre está en contacto con la red el inconveniente es que el ajuste de la tensión aplicada en el arranque se produce de forma discreta, produciéndose discontinuidades en la tensión de alimentación que deben ser evitadas. Además desde el punto de vista económico el arranque por autotransformador es bastante costoso.

Arranque Estrella – Triángulo.

En este caso el motor es arrancado conectando en un primer paso sus devanados en estrella, a un 58% de la tensión nominal, en un segundo paso se suprime el acoplamiento en estrella y se le conecta en triángulo; con lo cual el motor recupera sus características naturales. El problema aquí radica en que no hay ninguna posibilidad de regulación y existe interrupción de la alimentación en el cambio de conexión, originando fenómenos transitorios que provocan esfuerzos indeseables al arrancador.

Por todo lo dicho anteriormente, en motores de gran potencia como los utilizados en la refinería se hace necesario el uso de los arrancadores de estado sólido con los cuales se puede controlar mas estrechamente al motor en función de su carga y la potencia consumida, esta ultima característica permite el ahorro de energía cuando el motor esta operado con carga ligera por un periodo prolongado de tiempo.

2.7.2 Criterios de Selección del Arrancador

Del análisis de los métodos de arranque en función de las características de la carga se desprenden los siguientes requerimientos:

1. Reducir los efectos nocivos que se pueden producir tanto en el arranque como en la parada del motor.
2. Tener un control integral y programable del motor en todo el periodo de arranque sin que se presente interrupción de la alimentación.
3. Tener la opción de escoger y fijar el modo de arranque más conveniente dependiendo del tipo de carga, con un mismo arrancador.
4. Opción de ahorro de energía
5. Es recomendable disponer de la alternativa de comunicación tanto de forma local como remota de la performance del motor.

Todos estos requerimientos son cumplidos por los arrancadores de estado sólido.

2.7.3 Selección del Arrancador de Estado Sólido

De acuerdo al catálogo del fabricante el arrancador del motor que satisface todas las exigencias anteriormente mencionadas y se adecua al proyecto en su conjunto es el arrancador con número de catálogo: 1562B-AAE-1-6D-13XB-68-80T-82A00-85A-4791.

El catálogo, las características dimensionales y diagrama eléctrico del arrancador se muestran en el anexo B.

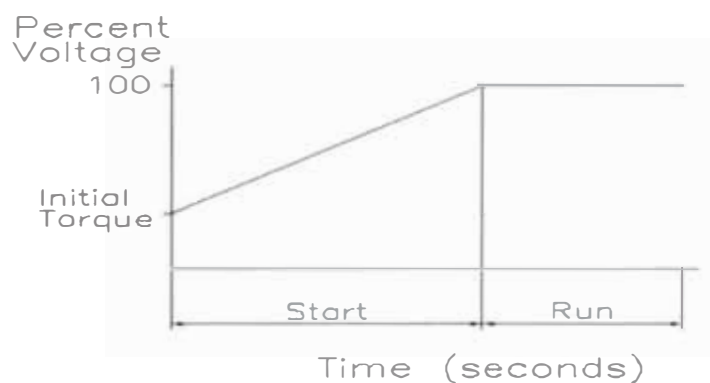
2.7.4 Modos de Arranque del Arrancador Seleccionado

Cada uno de los motores eléctricos de media tensión es arrancado a partir de un controlador de estado sólido que proporciona un control microcomputarizado del arranque en el motor asíncrono trifásico de jaula de ardilla.

Los siguientes modos de arranque pueden ser programados en la unidad:

A. Arranque suave

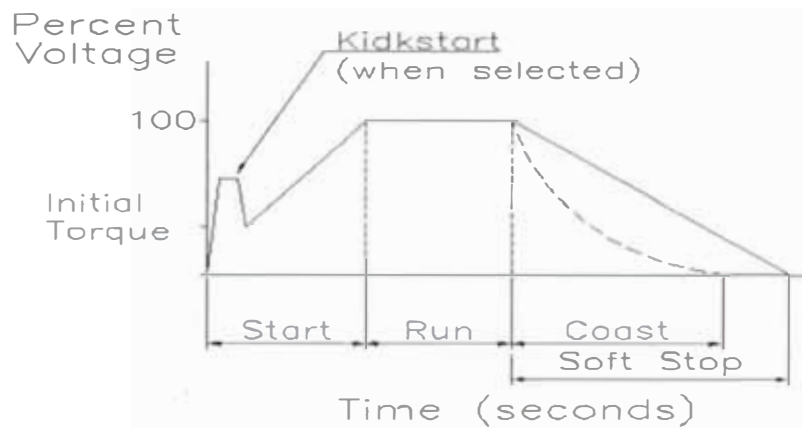
Este modo tiene la aplicación mas general, la tensión aplicada al motor es regulada de modo tal que desarrolle un cierto torque inicial, este torque es ajustable entre el 5 y 90 % del torque a rotor bloqueado. Luego la tensión del motor es aumentada gradualmente durante el tiempo de aceleración siguiendo una función rampa; este tiempo puede ser ajustado de 2 a 30 segundos dependiendo de las características de la carga.



B. Arranque suave con empuje seleccionable

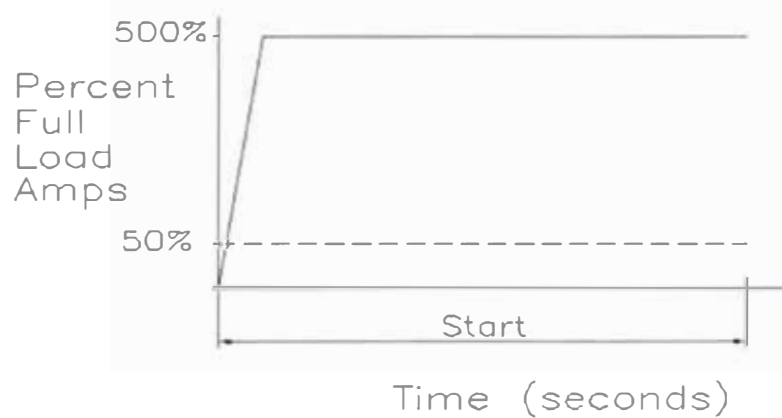
Este incremento súbito de tensión de pulsos de corriente del orden de 500% de la corriente a plena carga es ajustable desde 0,4 a 2 segundos. Este modo de

arranque dispone de la opción de programar un incremento inicial súbito de la tensión para vencer la inercia inicial de la carga. Esto permitirá al motor desarrollar un torque adicional al arranque, para cargas que pueden necesitar un gran empuje inicial para poder ser arrancadas.



C. Arranque por límite de corriente

Este modo de arranque es utilizado en el caso, que sea necesario limitar la máxima corriente de arranque. Esta puede ser ajustada desde 50 a 500% de la corriente a plena carga.



Los modos de arranque B y C anteriormente mencionados son los que mejor se ajustan a las características de la carga y a los requerimientos

establecidos. El modo de arranque a implementar es normalmente confirmado durante las pruebas de puesta en servicio de la planta de bombeo.

2.8 Relé de protección digital

El arrancador seleccionado para cada uno de los dos motores tiene dentro de sus opciones el contar con un relé de protección digital, de serie N° 4791.

Estos relés son del tipo multifunción son diseñados para garantizar la integridad del motor durante toda condición de operación, manteniendo al máximo la capacidad de salida del motor sin riesgo de paralizaciones de trabajo. Para llevar a cabo lo anterior el relé de protección del motor posee las siguientes funciones:

- Desarrolla curvas típicas para la protección de los motores de acuerdo a los rangos seleccionados

- Modifica los parámetros del relé para tomar las características actuales del motor.

- Proporciona datos estadísticos del uso del motor para operaciones de monitoreo, mantenimiento y diagnóstico de fallas

- Monitorea los datos del motor por computadora

- Control con prioridad de alarmas para alertar la necesidad de una acción de mantenimiento u operación.

En el anexo C se muestra las características, cableado y dimensiones del relé utilizado.

2.9 Compensación Reactiva de los Motores Eléctricos

2.9.1 Criterios de compensación

El objetivo principal de compensar reactivos en el sistema de REI.APA obedece

principalmente a minimizar el cargo por consumo de potencia reactiva que imponen las compañías distribuidoras de energía en este caso EDELNOR S.A.

Al respecto la COMISION DE TARIFAS ELECTRICAS (CTE) ha fijado tres niveles de cargos para los distribuidores de energía en función al porcentaje de la energía reactiva respecto a la energía activa (ó factores de potencia promedio).

e ha definido tres rangos o bloques para la relación entre la Energía Reactiva y la Energía Activa.

Primer bloque Entre 33% y 41% de la energía activa

(f.p entre 0,95y 0,925)

Segundo Bloque Entre 41% y 48% de la energía activa

(f.p entre 0,925 y 0.90)

Tercer Bloque Mayor a 48% de la energía activa

(f.p menor de 0,90)

Menor de 33% de la energía activa: in cargo

Para los cuales el cargo a aplicarse en los bloques respectivos es:

Primer bloque 0,40 Cts.US\$/kVARh

Segundo bloque 0,76 Cts.U \$/kVARh

Tercer bloque 1,12 Cts.US\$/kVARh

Es por ello que RELAPA estará obligada a compensar los reactivos generados en la estación de bombeo colocando bancos de condensadores, los mismos que al ser instalados traerán como consecuencia un perfil de tensión conveniente para la operación del motor, y de los demás equipos eléctricos a los que alimenta la barra principal de la nueva subestación.

2.9.2 Cálculo del Banco de Capacitores

Para alcanzar el factor de potencia tal que el cargo por consumo de reactivos sea nulo debe lograrse un factor de potencia mayor a 0,95 en el punto de suministro.

En principio se calculará el banco de capacitores a conectar en bornes del motor para compensar la tensión en esta barra.

Cada motor consume a plena carga y a factor de potencia igual a 0,88 una potencia aparente de $0,9325 + j0,4766$ MVA y se requiere mejorar el factor de potencia a un valor aproximado de 0,96.

Para encontrar la capacidad del banco requerido se aplica la siguiente ecuación:

$$Q_c = P(Tg\phi_1 - Tg\phi_2)$$

Siendo ϕ_1 el ángulo sin compensación, ϕ_2 el ángulo compensado y P la potencia activa nominal del motor.

Del cálculo resulta $Q_c = 0,233$ MVAR, se escoge el valor comercial de 250 kVAR.

Para verificar el factor de potencia en el punto de suministro se ha efectuado un cálculo de flujo de potencia del sistema a plena carga. En la figura N° 2 se aprecia que el consumo total de RELAPA es $8,3 + j11,6$; que representa un factor de potencia que cumple con las restricciones impuestas por el organismo regulador, por lo que se recomienda instalar el banco de 250 kVAR.

CAPITULO III

SISTEMA DE CONTROL, INSTRUMENTACION Y MONITOREO

3.1 Filosofía del Sistema de control

Debido al tipo y calidad del equipamiento así como a la importancia de los procesos de la planta, a la necesidad de proteger al personal y evitar problemas de contaminación del medio ambiente durante los trabajos de embarque de residuales, es que se tiene la necesidad de implementar un sistema de control con carácter integral que supervise y controle estas funciones con la confiabilidad y precisión deseada.

El sistema de control y monitoreo tanto para los motores como para las válvulas motorizadas esta basado en el sistema PAK-SCAN IIE de ROTORK, mediante el cual se podrá monitorear el estado de los motores y de cada una de las válvulas (apertura, cierre y posiciones intermedias); y así mismo realizar operaciones sobre ellas.

Este sistema posee un equipo basado en microprocesadores denominado MASTER STATION al cual llegan y se procesan todas las señales de campo.

Este equipo esta conectado vía un puerto serial a una computadora personal para efectuar las tareas de programación y supervisión.

El entorno sobre el cual trabaja todo el sistema de embarque de residuales es el software PAK VISION el cual es básicamente un Sistema de Supervisión Control

y Adquisición de Datos (SCADA) que permitirá un completo control y monitoreo de todas las variables involucradas en los equipos de la estación de bombeo.

Al final del capítulo se muestra un esquema general y un diagrama de flujo del sistema de control.

Las características del sistema se muestran en el anexo D.

La estación de control estará ubicada en la actual sala de control y en ella se emplazarán la computadora, la interfase, el Master Station y su respectivo pulsador de emergencia, se incluirá un equipo UPS para la alimentación ininterrumpida tanto de Master Station como de la computadora personal. La ubicación y emplazamiento de los equipos de la estación de control se muestran en el plano N° ELG-01 (Planta – Recorrido de cables).

3.2 Actuadores Eléctrico

Son los componentes electromecánicos que ponen en movimiento a las válvulas que regulan el flujo de residual a bombear. Cada uno de estos componentes serán módulos completos, operados eléctricamente y controlados electrónicamente, herméticamente sellados para evitar los efectos del medio ambiente hostil que rodea la planta, es decir no será necesario quitar la cubierta eléctrica para ponerlos en servicio y tomar los datos actuales en los que se encuentra.

En el anexo E se muestran las características, dimensiones y especificaciones de los actuadores eléctricos.

3.3 Equipos de Instrumentación y Señalización

Los equipos de instrumentación y medición serán ubicados en el patio de bombas tal como se aprecia en el plano N° MEI – 03 (Tuberías e instrumentación).

La ubicación exacta y función que cumplen cada uno de ellos es

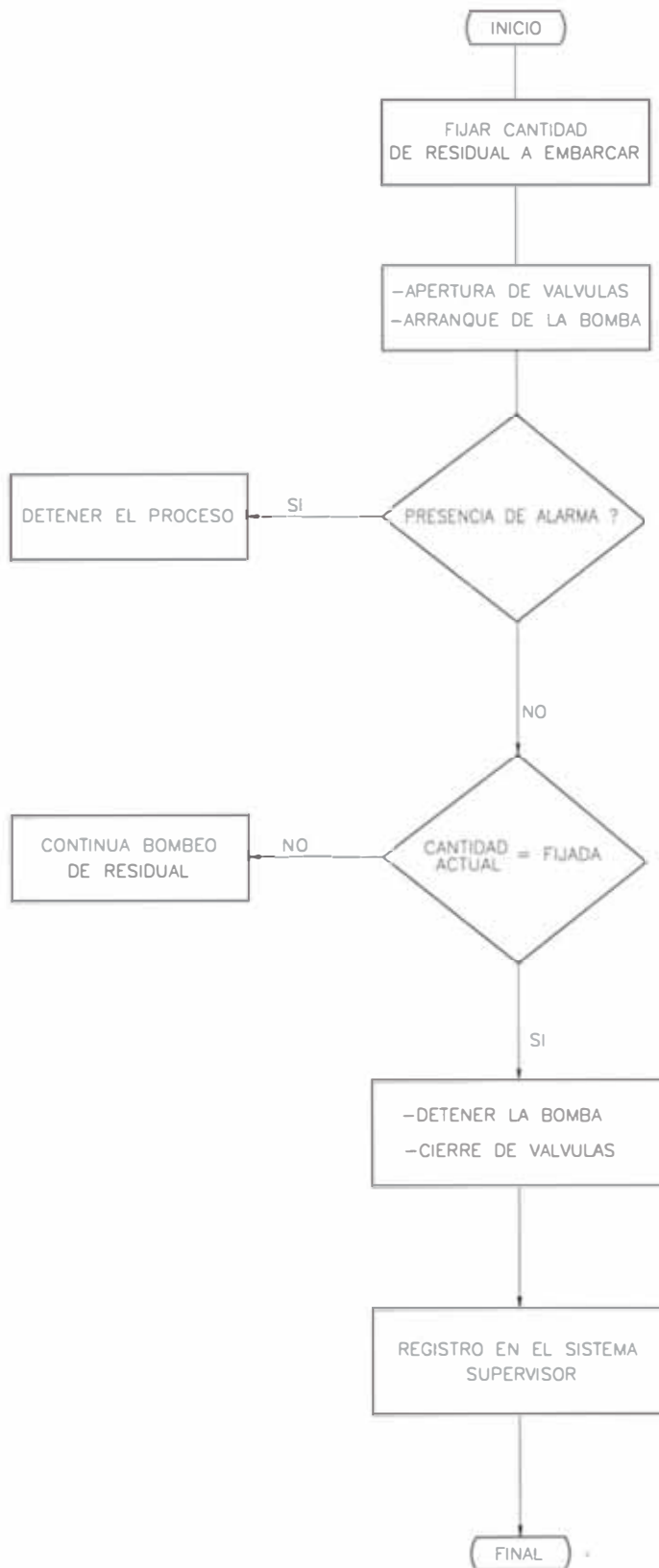
Manómetro: estarán ubicados en las salidas de las bombas tipo tornillo y su función será determinar la presión del residual a la cual se está realizando el proceso de bombeo.

Medidor de vibración: en cada una de las bombas se instalará un detector de vibración, y su función será sensar el movimiento de la bomba, y en caso de exceder los límites de vibración permitidos, enviará una orden al controlador del motor para su desconexión.

Medidor de flujo másico: Los medidores de flujo másico serán ubicados en las líneas de descarga hacia las líneas de embarque, y tienen como función cuantificar la cantidad total de combustible residual que está siendo embarcado.

Las características de los equipos anteriormente mencionados se muestran en el anexo F.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL



CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO Y MONTAJE

Son los requerimientos mínimos que deben cumplir todos los materiales, equipos conformantes y montaje de los mismos en las obras eléctricas. Estos requerimientos se elaboran en función de las características particulares del proyecto, tomando como referencia los reglamentos, normas y procedimientos que rigen las actividades de instalación y montaje de obras electromecánicas.

Por lo general estas especificaciones técnicas de suministro vienen acompañadas de una tabla de datos técnicos, documento que resume concretamente las características mínimas solicitadas.

4.1 Especificaciones Técnicas de Suministro para Obras Eléctricas

4.1.1 Generalidades

Las presentes especificaciones fijan las condiciones mínimas que deben cumplir la fabricación, inspección y pruebas de los equipos y materiales a ser empleados en este proyecto y que serán suministrados por el Contratista. Todos los equipos y materiales suministrados por el Contratista serán nuevos, no se aceptará sustituciones de los materiales aquí especificados, sin la aprobación del propietario.

4.1.2 Alcances

El alcance del suministro, comprende los equipos y materiales necesarios para la instalación de tableros, motores, banco de capacitores, cableados, etc. Las características técnicas de los equipos y materiales ofrecidos por el Contratista, deben

ser iguales o mejores que los aquí mencionados.

4.1.3 Normas Técnicas

El diseño, fabricación y ensayos en fábrica, deben responder a las siguientes normas:

American National Standards Institute (ANSI)

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE).

General Specification (PETROPERU)

Sólo con aprobación por escrito del propietario, podrán aplicarse otras normas.

4.1.4 Equipos y Materiales

A. Tubería Plástica (PVC)

Se usarán del diámetro indicado en planos, del tipo pesado (PVC-SAP).

Deberán cumplir en cuanto a diámetro y espesor con las normas de la Comisión de Normalización del Perú (Ex-ITINTEC) correspondientes.

Todos los accesorios, tales como uniones, curvas, reducciones, etc. serán del mismo material que la tubería.

Para las uniones se usará pegamento PVC.

B. Tubería Metálica de Acero Galvanizado

Se usarán del diámetro indicado en planos, del tipo pesado, serán de acero galvanizado por inmersión en caliente y para instalaciones eléctricas.

Se suministrarán en tramos de 10 pies (3.05 m) con extremos roscados rosca cónica para tuberías en instalaciones eléctricas.

Las uniones y curvas serán también de acero galvanizado pesado y roscados.

e utilizarán uniones universales para permitir el montaje y desmontaje del sistema de ductos.

Las acometidas a motores se harán con tubería metálica flexible de acero galvanizado del tipo “liquid tight” recubiertas con plástico.

C. Cajas de paso y accesorios de tuberías metálicas

e usarán cajas de paso fabricados de una sola pieza del diámetro indicado en planos, con espesor mínimo de 4 mm, de acero galvanizado por inmersión en caliente o metálicas del tipo “Felaroy” fabricados por CROUSE HINDS, APPLETON o similares.

Todas las cajas tendrán tapa metálica para empernar y empaquetadura de goma para el sellado de la tapa.

Asimismo, los accesorios de montaje como uniones, reducciones, universales, conectores “bushings”, sellos, tuercas y contratueras, serán de acero galvanizado o del mismo material que la caja de paso.

D. Curvas

En los cambios de dirección se usarán curvas de diámetro y calidad similar a la tubería, estas irán pegadas con pegamento PVC en el caso de las tuberías plásticas, y roscadas en el caso de las metálicas, con la rosca del tipo cónico para uso de tubería en instalaciones eléctricas.

E. Terminales en 4,16 kV

Todas las conexiones de cable VOLTENAX en 4,16 kV, se harán con terminales del tipo de cintas, marca 3M o similar, ejecutados según las instrucciones del fabricante. Los terminales serán unipolares, para uso interior y exterior según se

indique, adecuados para uso con cable seco VOLTENAX de 3,6/6kV de 35 mm² y 95 mm² de sección de cobre.

Estarán compuestos por elementos aliviadores de esfuerzos mecánicos a base de cintas aislantes y semiconductores.

F. Tomacorrientes

e instalarán tomacorrientes monofásicos de 15 A - 230 V- 60Hz tripolares, con uno de los polos puestos a tierra.

Las cajas que albergan los tomacorrientes serán metálicas fabricadas de una sola pieza de acero galvanizado o material metálico del tipo “Felaroy” de CROUSE HINDS, APPLETON o similar.

G. Cables y conductores

En los circuitos de 4,16 kV, se utilizarán cables del tipo VOLTENAX, aislados con polietileno reticulado (XLPE) y protegidos con cubierta de PVC, con conductores de cobre cableados de las siguientes características:

- * Cables para 460 V, unipolares, tensión de diseño $E_0/E = 0.6/1$ kV cubierta exterior color negro.
- * Cables para 4,16 kV, unipolares, tensión de diseño $E_0/E = 3,6/6$ kV cubierta exterior color rojo.

Fabricados según las normas ITINTEC 370.050, IEC-502.

- En los circuitos de 230 V y 460 V que van en canaletas y ductos subterráneos, se utilizarán cables del tipo NYY, aislados con cloruro de polivinilo (PVC) y protección exterior con cubierta de PVC, con conductores de cobre cableados de las siguientes características:

- * Tensión de servicio 1 kV. Cubierta exterior color negro.

Fabricados según las normas ASTM-B3 Y B8 para conductores, y la CEI 20-14 para aislamiento.

Los tipos y calibres se indican en planos y listas de materiales.

En los circuitos de 230 V y 120 V, que van en ductos de PVC embutidos por piso o pared (cuando se indique expresamente en planos), se utilizarán conductores del tipo THW, aislados con cloruro de polivinilo (PVC) y conductores de cobre cableados, de las siguientes características:

- * Tensión de diseño $E_0/E = 450/750$ V Cubierta color negro.

Fabricados según las normas ASTM -B3 y B8 para el conductor y la ITINTEC 370.048 para el aislamiento.

Para las puestas a tierra, salvo que se indique expresamente tipo y calibre diferente, se utilizará cable de cobre desnudo del temple blando, de los calibres indicados en planos.

Fabricados según las normas ASTM B3 y B8.

Estos irán fijados al equipo o estructura a “aterrizar” mediante terminales tipo “O” de cobre estañado, del tipo compresión y con pernos de cabeza hexagonal, arandelas planas y tuercas de acero galvanizado.

H. Instrumentos y Accesorios para Tableros

Lámpara y Portalámpara

Portalámpara redonda de 35 mm de diámetro de base metálica, con capuchón plástico, verde o rojo según se indique y lámpara de 220 V.

Interruptor para calentador

Bipolar con posiciones on-off, cuadrado de 30 mm x 30 mm, base metálica, 230 V, 15 Amperios.

Kilovatímetro

De cuadro de 100 mm x 100 mm, clase 1, escala de 0-150 kW., relación 200/5A y 230V.

Amperímetro

De cuadro de 96 mm x 96 mm, clase 1, escala de 0-200A, relación 200/5A.

Pulsador Botón pulsador, color negro cuadrado de 30 x 30 mm, base metálica, 230 V para cancelar alarmas.

TABLA DE DATOS TECNICOS

CELIDAS EQUIPOS DE 4,16 kV

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
INTERRUPTORES DE 4,16 kV			
Fabricante			
Tipo de interruptor			
Número de fases		3	
Tensión nominal	kV	4,16	
Tensión máxima de servicio	kV	12	
Corriente nominal	A	1,250	
Frecuencia nominal	Hz	60	
Método de cierre			
Método de disparo			
Potencia a tensión normal requerida para puentear las bobinas de disparo	W		
Corriente normal requerida para bobinas de cierre	A		
Capacidad de interrupción	kA	25	
Corriente de cortocircuito dinámica	kA pico		
Tiempo de apertura (hasta la separación de los contactos de arco)			
a: Sin corriente	ms		
b: a 100% de la corriente nominal de interrupción	ms		
Tipo total de interrupción	ms		
Tiempo total de cierre	ms		
Tipo de contactos principales			
Tipo de contactos de arco			
Peso del interruptor completo			
Número de contactos auxiliares			
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 4,16 kV			
Fabricante			
Tipo			
Tensión nominal	kV	4,16	
Tensión máxima de servicio	kV	7,2	
Relación de transformación		500/5/5A	
Consumo y clase de precisión de los arrollamientos para:			
- Protección		39 VA-5P10	
- Medición		30 VA-0,5	
Frecuencia nominal	Hz	60	
Capacidad térmica continua de corriente del primario	A		
Capacidad térmica de corriente momentánea	kA		
Capacidad dinámica de corriente momentánea	kA pico		
Resistencia de arrollamiento secundario a 75 °C			
- Para servicio de medición	Ohm		
- Para servicio de protección	Ohm		
Peso total del transformador	kg		

TABLA DE DATOS TECNICOS

CELDA EQUIPOS DE 4,16 kV

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
TRANSFORMADORES DE TENSION 4,16 kV			
Fabricante			
Tipo de conexión			
Tensión nominal	kV	4,16	
Tensión máxima de servicio	kV	7,2	
Relación de transformación	kV	$(4,16/\sqrt{3})/(0,12/\sqrt{3})$	
Consumo y clase de precisión de los arrollamientos		30 VA-0,5	
Frecuencia nominal	Hz	60	
Sobretensión admisible	kV		
Peso total	kg		
INTERRUPTOR SECCIONADOR DE POTENCIA 4,16 kV			
Fabricante			
Tipo			
Número de fases	3	3	
Tensión nominal	kV	12	
Comente nominal	A	400	
Poder de cierre	kA	500	
Cartucho fusible		3	
Tensión nominal del cartucho	kV	7,2	
Corriente nominal del cartucho	A	400	

TABLA DE DATOS TECNICOS

CABLES DE POTENCIA 4,16 kV

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
TIPO DE CABLE			
Tensión nominal del sistema	kV	4,16	
Tensión máxima del servicio	kV	4,37	
Tensión Uo/U	kV	3,6/6	
Sección del conductor	mm ²	1 x 95	
Corriente nominal	A	378	
Elementos de construcción			
- Conductor	Material	Cobre	
- Pantalla aislante	Material	XLPE	
- Pantalla protectora contra la humedad	Material	Semicond Extruido	
- Cubierta exterior	Material	PVC	
Resistencia ohmica del conductor a 20 °C (DC)	ohm/km	0,124	
Reactancia en triángulo	ohm/km	0,121	
Temperatura máxima permisible del conductor en forma continua	°C	90	
Diámetro interior y exterior del conductor	mm		
Espesor del aislamiento	mm		
Peso del cable	kg/km		
Radio mínimo de curvatura	mm		
Corriente de cortocircuito máximo admisible:			
- Dinámica	kA		
- Durante 0,2 seg	kA		
- Durante 0,5 seg	kA		
- Durante 1,0 seg	kA		
TIPO DE CABLE			
Tensión nominal del sistema	kV	4,16	
Tensión máxima del servicio	kV	4,37	
Tensión Uo/U	kV	3,6/6	
Sección del conductor	mm ²	1 x 35	
Corriente nominal	A		
Elementos de construcción			
- Conductor	Material	Cobre	
- Pantalla aislante	Material	XLPE	
- Pantalla protectora contra humedad	Material	Semi Cond. Extruido	
- Cubierta exterior	Material	PVC	
Resistencia ohmica del conductor a 20 °C (DC)	ohm/km		
Reactancia en triángulo	ohm/km	0,144	
Temperatura máxima permisible del conductor en forma continua	°C	90	
Diámetro interior y exterior de conductor	mm		
Espesor del aislamiento	mm		
Peso del cable	kg/km		
Radio mínimo de curvatura	mm		

TABLA DE DATOS TECNICOS

CABLES DE POTENCIA 4,16 kV

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
<p>Corriente de cortocircuito máxima admisible:</p> <ul style="list-style-type: none">- Dinámica- Durante 0,2 seg.- Durante 0,5 seg.- Durante 1,0 seg.	<p>kA kA kA kA</p>		

TABLA DE DATOS TECNICOS

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
Fabricante			
Lugar de fabricación			
Datos nominales y características			
Potencia nominal	kVA	180	
Número de fases		3	
Tensiones nominales			
- Arrollamiento primario	kV	4,16	
- Arrollamiento secundario	kV	0,44	
Derivaciones de regulación:			
- En carga nivel de 4,16 kV	%	$\pm 2 \times 2,5$	
Tolerancia a aplicar a la relación de tensiones en vacío, expresada en % de la regulación garantizada			
- Derivación principal	%		
- Otras derivaciones	%		
Frecuencia nominal	Hz	60	
Grupo de conexión		DYn5	
Corriente nominal			
- Arrollamiento primario	A	24,28	
- Arrollamiento secundario	A	236,18	
Corriente en vacío a través de:			
- Arrollamiento primario	A		
- Arrollamiento secundario	A		
Pérdidas garantizadas			
Pérdidas en vacío a la tensión y frecuencia nominal	kW		
Pérdida en carga a la tensión y frecuencia nominal y potencia nominal	kW		
Tolerancia a aplicar a las pérdidas de carga expresada en % del valor garantizado	%		
Pérdidas totales	kW		
Nivel de aislamiento			
Tensión nominal del sistema			
- Lado del primario	kV	4,16	
- Lado del secundario	kV	0,44	
Peso total del transformador	kg		

TABLA DE DATOS TECNICOS

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
<p>Dimensiones</p> <p>Espacio total previsto en el suelo</p> <p>Longitud</p> <p>Ancho</p> <p>Esquemas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dibujo detallado de las dimensiones exteriores - Esquema detallado de los arrollamientos - Esquema detallado de los circuitos auxiliares 	<p>mm</p> <p>mm</p> <p>Nº</p> <p>Nº</p> <p>Nº</p>		

TABLA DE DATOS TECNICOS

PUENTE GRUA DE LA NUEVA ESTACION DE BOMBEO

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
PUENTE GRUA			
Cantidad		1	
Capacidad	t	10	
Luz	m	9,3	
Recorrido de grúa	m	31,2	
Velocidad de elevación del mecanismo principal			
a) Nomal	m/min	4	
b) Lento	m/min	1,2	
Velocidad de desplazamiento			
a) Puente	m/min	20/6	
b) Polipasto	m/min	20/6	
Flexión máxima del puente con carga estática de ensayo de 12 t	mm	11	
Distancia de frenado con carga nominal de: 10 t y a la velocidad normal:			
a) Gancho	mm		
b) Puente	mm		
c) Polipasto	mm		
Número de ruedas			
Cargas dinámicas transmitidas sobre los rieles por cada rueda:			
a) Vertical	kN		
b) Longitudinal	kN		
c) Transversal	kN		
Número y potencia de los motores:			
a) Mecanismo de elevación principal	kW		
b) Desplazamiento de polipasto	kW		
c) Desplazamiento del puente	kW		
Altura de elevación:			
a) Gancho	m	6,9	
Masa total de puente grúa	kg		
Masa de la parte más pesada para el transporte	kg		
Masa de la parte más pesada para el montaje	kg		
Material eléctrico incluido:			
- Tensión			
- Panel eléctrico para intemperie	V	440	
- Tipo de alimentación eléctrica principal (barras o cable)			
- Cable de control y pulsadores			

TABLA DE DATOS TECNICOS

GRUA MONORIEL

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
GRUA MONORIEL			
Cantidad		2	
Pais de fabricación			
Capacidad nominal	t		
Accionamiento		Manual	
Masa total del polipasto	kg		

TABLA DE DATOS TECNICOS

BOMBA DE DRENAJE

DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
BOMBA DE DRENAJE			
BOMBA			
- Tipo		Engranajes	
- Fluido		P. Residual 6	
- Capacidad	gpm	10	
- Altura dinámica total	psi	20	
- Diámetro de succión	mm		
- Diámetro de descarga	mm		
- Base común con motor			
MOTOR			
- Tensión	V	440	
- Tipo de corriente		Trifásica	
- Potencia	kW		

4.2 Especificaciones Técnicas de Montaje

4.2.1 Especificaciones Técnicas de Montaje de Trabajos Mecánicos

A. Aspectos Generales

Esta especificación técnica cubre los requisitos de mano de obra, equipos y materiales, requeridos para la fabricación de componentes mecánicos y la instalación de todos los equipos relacionados con el funcionamiento del sistema de alimentación eléctrica, tales como: tuberías, válvulas, bombas, motores, etc.

B. Montaje e Instalación de Equipos Mecánicos

De preferencia, la bomba y el motor, se instalarán primero en su respectivo bastidor, completamente alineados con su respectivo acoplamiento. Seguidamente se colocará el conjunto sobre la base de concreto la cual se habrá construido, dejando una luz de 1' aproximadamente, para permitir el empleo de Laminas para una adecuada nivelación.

Posteriormente, se rellenará el espacio vacío con una mezcla de arena-cemento y aditivo.

Ubicada la bomba, se procederá a presentar el manifold tanto en la succión como en la descarga, a fin de lograr un ensamble preciso de los componentes del sistema.

B1. Condicionantes

◆ Calidad del trabajo

El montaje de los equipos, su conexión con los sistemas de tuberías y eléctrico, las pruebas y puesta en servicio serán realizados por el Contratista en estricto acuerdo a las instrucciones del fabricante de cada equipo, a las indicaciones de estas especificaciones y usando medios, procedimientos y reglas del arte propios de buena ingeniería y trabajos de primera categoría

◆ Planos de referencia

La colocación y nivelación de todos los equipos será hecha de acuerdo a las ubicaciones y elevaciones mostradas en los planos del Proyecto. En los casos en los que haya divergencia entre los planos de Ingeniería Civil y los planos de instalación de tuberías eléctrico u otros, deberá consultarse con la supervisión.

B2. Actividades

e incluye a continuación una relación no limitativa de trabajos que realizará el Contratista:

◆ Manipuleo

- a) La carga, descarga, manipuleo y transporte de todo el material hasta las instalaciones del contratista en el sitio.
- b) Estos trabajos deberán ser hechos por el Contratista utilizando sus propios medios de izaje y transporte.

El Contratista tendrá la total responsabilidad del almacenamiento de todos los equipos, materiales e insumos.

- c) Todos los costos que se generen en esta operación serán por cuenta del Contratista.

◆ Montaje, conexión y nivelación de los aparatos y equipo .

- a) La instalación de los equipos será hecha de acuerdo con las indicaciones del fabricante de los equipos. En el caso de discrepancias con lo indicado en estas especificaciones será la Supervisión quien dará las instrucciones finales.
- b) El Contratista ejecutará el desembalado del material pequeño en el almacén de obra. Esto concierne en particular a los accesorios ligados a los equipos necesarios para su montaje e instalación.

- c) El Contratista será responsable de cualquier deterioro que pudiera ocurrir a las piezas por él manipuladas y serán a su cargo los costos de reparación de las piezas dañadas.
- d) El Contratista deberá verificar las dimensiones de los macizos de anclajes, de la ubicación de los pernos de anclajes indicados en los planos del Proyecto, con referencia a aquellos correspondientes a los equipos que deben montar; cualquier discrepancia deberá ser transmitida a la Supervisión.
- e) El Contratista deberá verificar, antes de cualquier operación de montaje, que la ubicación de los pernos de anclaje sea conforme a los planos del equipo y que la disposición de elevación y gradiente de los macizos de apoyo sea conforme con los planos de Ingeniería Civil.
- f) Limpiezas de todas las zonas útiles de los macizos de concreto por medio de aire comprimido o agua.
- g) El Contratista limpiará las superficies de apoyo y aplicará una capa de protección de grasa grafitada sobre las platinas y sobre las superficies de apoyo del material.
- h) Antes de la colocación en sitio de los aparatos y equipos, el Contratista verificará que no subsista ningún depósito de agua en los forros de los pernos de anclaje y efectuará la limpieza con aire comprimido.
- i) El Contratista colocará los aparatos o partes de aparatos sobre sus apoyos o soportes definitivos.
- j) El Contratista efectuará la limpieza de todos los elementos a montar de manera de remover todos los cuerpos extraños que pudieran tener adheridos tales como: soldaduras, etiquetas, etc.
- k) El Contratista hará el alineamiento y nivelación definitiva mediante lánas

metálicas. Las lanas serán dimensionadas de manera de evitar cualquier fenómeno de punzoamiento en los macizos, soportes o en los equipos.

El espesor máximo de las lanas será de 35 mm y el número máximo será de 3

El posicionamiento de los equipos será de la siguiente manera:

1) Nivelación de las planchas de apoyo.

La fijación de las mismas será efectuada en presencia de la Supervisión.

2) Alineamiento definitivo.

3) Aplicación de grasa grafitada en los pernos de fijación. El alineamiento y nivelación de los equipos se efectuará con instrumentos, teodolitos y niveles, adecuados para estas tareas:

La Supervisión podrá exigir al Contratista el cambio de los equipos de posicionamiento empleados, si a su juicio no son adecuados para el trabajo.

4) Colocación de Grouting, según instrucciones en el anexo H.

l) El Contratista efectuará la verificación del posicionamiento de nivel y de la verticalidad de los equipos con el levantamiento de una acta firmada por la Supervisión y el Contratista.

Esta verificación se hará siguiendo las reglas del arte. Todos los requerimientos de materiales de equipo y de protección que sean necesarios para esta verificación serán suministrados por el Contratista y serán a su cargo.

En los casos en que las instrucciones de montaje provistas por el fabricante de los equipos no especifiquen tolerancias de colocación, las tolerancias de horizontalidad, verticalidad y la dirección de los equipos por montar serán aquellos del aparato de medición utilizados para la verificación con un error máximo, debido a asentamientos diferenciales de $\pm 0.15\%$.

- m) El Contratista efectuará la limpieza interior de todos los recipientes antes de su puesta en servicio con la eliminación de todo el material extraño, resanes de la pintura de fábrica y pintura final de acabado en acuerdo con las especificaciones del Proyecto.
- n) Fraccionamiento y ensamblaje de los elementos y equipos con el propósito de facilitar la operaciones de montaje, siempre y cuando haya una aprobación por escrito de la supervisión.

◆ **Montaje trabajos relativos a bombas y motores**

El montaje comprenderá:

- a) Para los equipos entregados armados.
 - 1) Verificación de las cotas de posición y nivel de los tubos.
- b) Equipos entregados por partes.
 - 1) Verificación de las cotas de posición y de nivel de los tubos.
 - 2) Perforación del chasis para la colocación del motor.
 - 3) Montaje previsorio del conjunto de desmontaje.
- c) Para los motores y bombas
 - 1) Protección de las bridas de aspiración y de descarga para juntas ciegas de planchas de 0.8 mm y de acuerdo a la necesidad, colocación de su dispositivo de protección de las bombas.
 - 2) Colocación en sitio de acuerdo a planos.
 - 3) Nivelación previa, la presentación se efectúa por medio de pernos de anclaje.
 - 4) Pre-alineamiento.
 - 5) Presentación de los tubos. Las placas de protección de las bridas no deben ser retiradas hasta después de que la limpieza de la línea haya sido

determinada.

- 6) Ejecución de calentamiento si fuera necesario, de acuerdo a las instrucciones del fabricante del equipo, para suprimir las tensiones al nivel de las bridas de las bombas.
- 7) Ajuste de las bridas.
- 8) Alineamiento definitivo.
- 9) Llenado del dispositivo de engrasado.
- 10) Verificación del sentido de rotación y de la protección del motor.
- 11) Verificación de las juntas a presión.
- 12) Colocación de los acoplamientos.
- 13) Verificación y montaje de todos los órganos y accesorios diversos que son suministrados con la maquinaria del fabricante.
- 14) Verificación de los niveles de aceite, agua, etc. y su relleno en caso necesario.

Todas estas actividades serán realizadas en presencia de la Supervisión.

◆ Equipos eléctricos

- a) Transporte o izaje del transformador y colocación sobre sus rieles.
- b) Transporte, izaje y colocación de los tableros eléctricos y armarios de control.
- c) La nivelación, alineamiento, fijación y conexión serán hechos de acuerdo a las especificaciones de montaje eléctrico.

B3. Observaciones generales

El Contratista será responsable por todos los deterioros causados por trabajos de izaje transporte y montaje.

Todas las operaciones serán efectuadas por el Contratista por medios propios de equipos, materiales y personal.

Las operaciones no deberán causar deformaciones permanentes en los elementos estructurales o de los equipos.

Cualquier daño a estructuras terminadas o en proceso de construcción será responsabilidad exclusiva del Contratista, quien reparará a su costo y reemplazará las piezas o elementos dañados. Cualquier daño o deterioro deberá ser reportado a la supervisión antes de su reparación.

Ninguna estructura existente aún cuando por su característica parezca adecuada, será utilizada como punto de apoyo, izaje o manipuleo sin el acuerdo de la Supervisión.

Para lograr el acuerdo el Contratista deberá entregar una nota de cálculo en la que demuestre que los esfuerzos y deformaciones introducidas en las estructuras no excedan los refuerzos admisibles de los materiales.

Los refuerzos eventuales de las estructuras no podrán ser ejecutados sin el acuerdo de la Supervisión; la provisión y ejecución de estos refuerzos será por cargo del Contratista.

Queda entendido que las notas de cálculo y verificaciones hechas por el Contratista y las aprobaciones que dé la Supervisión no libera en absoluto al Contratista por todos los trabajos a su cargo, quien asumirá la responsabilidad.

La coordinación de los trabajos incluidos en este capítulo con aquellos de Ingeniería Civil, tuberías y en general todos los trabajos dentro del Contrato será responsabilidad exclusiva del Contratista de obra.

B4. Límites del servicio

serán de responsabilidad del Contratista, la realización de todos los trabajos necesarios para la terminación de la obra. En particular, deberá tomar nota de lo siguiente:

◆ Estudios de coordinación

Estudios detallados de las condiciones de ejecución de las operaciones de izaje, manipuleo, comprendiendo en particular la comunicación a la supervisión de:

- a) Los emplazamientos eventuales por reservar para las operaciones de izaje, con indicación de dimensiones y cargas;
- b) Los planos y croquis mostrando la organización general de la obra;
- c) Las posibilidades de izaje y principio de la colocación de los equipos pesados.

El Contratista verificará que los elementos de fijación y apoyo sean colocados en su correcta ubicación durante la construcción antes del montaje. Antes del montaje verificará nuevamente que la ubicación de sus elementos sea la correcta.

Si por razones de facilidad de montaje y a juicio del Contratista se requiere la colocación de orejas o insertos de izaje, el Contratista solicitará la autorización de la Supervisión, la cual irá acompañada de croquis, indicando la ubicación y dimensiones de estos insertos.

La demanda del Contratista no podrá ser imperativa y sólo podrá ejecutar esos trabajos con autorización de la Supervisión.

◆ **Planos y documentos exigidos por los reglamentos en vigencia**

El Contratista presentará a la Supervisión los certificados de control y verificación periódica de todo el material y equipo de izaje en las oportunidades reglamentarias.

Los equipos para los cuales no se presenten estos certificados, no serán autorizados a ingresar a la obra.

Podrá exigirse los certificados de pruebas de ganchos de izaje, cables palancas con la indicación de la fecha de su puesta en servicio.

◆ **Medios a disposición de la obra**

El Contratista deberá poner a disposición de la obra todos los medios en personal y materiales suficientes para que los trabajos de montaje se desenvuelvan de una manera normal y se terminen dentro de los plazos previstos.

◆ **Materiales que deberán ser suministrados a la obra por el Contratista**

El Contratista suministrará todos los materiales para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos y proveerá todos los materiales consumibles tales como carburantes, lubricantes para los motores de las máquinas, el aire comprimido, oxígeno, acetileno, piedras de esmeril, la grasa de protección de los elementos mecánicos que forman parte del equipo del Contratista, equipos de soldadoras, electrodos, cortadora y biseladora de tubos, etc.

◆ **Almacén**

Deberán tener en almacén todos los elementos requeridos para las operaciones y para el buen funcionamiento de los equipos.

◆ **Instalaciones de la obra**

Será responsabilidad del Contratista:

- 1) La carga, transporte, descarga, manipuleo al interior de la obra de todo el material necesario para la buena ejecución de los trabajos de este Contrato así como por su transporte y entrega de la obra.
Los equipos y materiales a ser suministrados por REI.APA serán entregados al contratista en los almacenes de la Refinería.
- 2) El montaje y ensamblaje total de los equipos de izaje.
- 3) Los trabajos para la puesta en operación de todos los equipos y las transformaciones eventuales que sean necesarios en ellos para su buena operación.
- 4) La provisión de un tablero de distribución eléctrica comprendiendo una caja de corte general, un interruptor con fusibles para cada salida.
- 5) Estas instalaciones deberán ser efectuadas de conformidad con las normas de seguridad vigentes y considerando la clasificación de las áreas peligrosas.

B5. Inspección y recepción de los trabajos

Los trabajos estarán sujetos en todo momento a la inspección de la Supervisión, sin que esta inspección libere al Contratista de su total responsabilidad.

Luego de la ubicación final de cada equipo y después de la verificación por el Contratista se procederá, a su pedido, al control de posición y a su recepción por la Supervisión.

Esta operación de control se llevará a cabo en presencia del Contratista.

Todas las recepciones serán objeto de una acta firmada por la Supervisión y por el Contratista.

4.2.2 Especificaciones Técnicas de Montaje de Trabajos Eléctricos

A. Condiciones Generales

A1. Aspectos generales

Estas especificaciones técnicas cubren las principales actividades que debe ejecutar el contratista durante la construcción de la obra eléctrica.

Los trabajos que ejecutará el Contratista comprenden todas las actividades necesarias para la construcción, pruebas y puesta en servicio definidas en los planos del Proyecto e incluyen los suministros de materiales que se requieran para el completo término de la obra.

En estas especificaciones se describen algunas tareas específicas que deben ser ejecutadas por el Contratista. Debe entenderse, sin embargo, que tal descripción es solamente indicativa pero no limitativa; es decir, será responsabilidad del Contratista efectuar todas las operaciones y trabajos necesarios para la satisfactoria culminación de la obra eléctrica.

◆ Normas técnicas

Las diferentes actividades de montaje así como los requisitos de distancias mínimas, aislamientos, tiempos de operación, capacidades de corriente, etc. se regirán por las siguientes normas:

Código Nacional de Electricidad (CNE)

National Electric Code (NEC) de Estados Unidos de Norte América.

National Electrical Safety Code (NESC)

National Fire Protection Association (NFPA)

General Specification (PETROPERU)

Sólo con aprobación (por escrito) del propietario, podrán emplearse otras normas.

A2. Alcances de los trabajos eléctricos

A continuación se enumeran las principales tareas que el Contratista debe efectuar, algunas de las cuales se detallan más adelante, dentro de este capítulo. Sin embargo, será responsabilidad del Contratista ejecutar todo trabajo que sea necesario para la construcción, aunque tales trabajos no estén específicamente listados o descritos. Sin limitarse a lo enumerado, el Contratista ejecutará las siguientes tareas:

◆ Instalaciones Eléctricas

- a. Transporte, almacenamiento y conservación de todo material y equipo suministrado por el Contratista o entregado a él por el Propietario en los almacenes de la Refinería.
- b. Transporte de materiales y equipos, del almacén al lugar de instalación y viceversa.
- c. Replanteos topográficos.
- d. Excavaciones y rellenos, encofrados y vaciados con concreto de buzones, canaletas y lozas, pisos, paredes y techos.
- f. Tendido de tuberías (PVC y AoGo) y cableados.
- g. Acometidas a motores, válvulas motorizadas, medidor de flujo. Cableados.
- h. Instalación de Celdas, tableros, motores, y válvulas motorizadas
- i. Instalación de bancos de capacitores. Cableados.
- j. Instalación de instrumentos de control, medición, botoneras y lámparas.
- k. Pruebas y puesta en servicio.

A.3 Provisión de materiales, equipos y servicios

Para las labores de construcción, reparación y mantenimiento; el Contratista suministrará los equipos, herramientas y materiales que se indican a continuación, pero sin limitarse a:

- a. Concreto simple y armado, incluyendo: cemento, agregados, agua, aditivos, acero de refuerzo, encofrados, entubados, alambres de amarre. Además todas las herramientas y equipos que se requieran para mezclar, transportar, vaciar y curar el concreto.
- b. Equipos de construcción como: camiones, grúas, compresores de aire, caballetes portabobinas, camionetas, compactadores, grupo electrógeno, máquina de soldar, cables guías, etc.
- c. Herramientas y equipos tales como: megómetros, multímetros, amperímetro de pinza, equipos de radio portátiles, taladros, analizador de redes multifunción, medidor de resistencia de puesta a tierra, empalmadoras, pértigas y reveladores de 6 kV, guantes de alta tensión, etc.

A4. Permisos y licencias

Será responsabilidad del Contratista el tramitar y obtener los permisos y licencias que sean requeridas durante el transporte y la ejecución de los trabajos.

Los trámites deberán ser realizados con la debida anticipación para no detener, en ningún momento, el trabajo.

A5 Medidas de seguridad

◆ Plan de seguridad

En el plazo de quince (15) días calendario desde la firma del Contrato, el Contratista debe efectuar, bajo su responsabilidad, un plan de seguridad que aplicará durante la ejecución de la obra. Este plan comprenderá, entre otros:

- a. La seguridad del personal del Contratista, de la Supervisión, así como de terceros.
- b. Equipo de primeros auxilios.
- c. Higiene en las zonas de trabajo.

- d. Seguridad dentro de las instalaciones; contra agentes atmosféricos y acción de terceras personas.

Uso de cintas para indicación de equipos con energía, cartones o etiquetas indicativas para equipos en trabajos, reparación, operativas. Uso permanente de pértiga y revelador de tensión para 6 kV, y uso de guantes de alta tensión.

- e. Riesgos contra la electrocución del personal de obra.
- f. Medidas de seguridad comunes que pueden ser necesarios por la presencia de varios Contratistas en la zona de trabajo.

◆ **Prevención de accidentes**

El personal del Contratista deberá llevar permanentemente documentos de identificación que permitan controlar su presencia y estarán provistos de cascos, zapatos y otros elementos de seguridad. Durante los trabajos, el Contratista deberá tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes de su personal o de terceros.

Por lo menos uno (01) de cada seis (06) trabajadores, o uno (01) de cada cuadrilla, deberá ser entrenado para administrar primeros auxilios.

Todo el personal relacionado con las pruebas eléctricas deberá tener conocimiento sobre como interrumpir el suministro eléctrico y como auxiliar a víctimas de descarga eléctrica.

Los equipos de, hasta 20 kg deberán ser usados e instalados por lo menos por 2 operarios; cualquier otro aparato más pesado deberá ser manipulado mediante la ayuda de poleas, tecles o grúas.

Todos los mangos de las herramientas serán de madera dura y vendrán firmemente aseguradas a éstas. La cara de trabajo de los martillos y herramientas similares no

tendrán bordes mellados.

Los cinceles y herramientas cortantes similares no tendrán menos de 15 cm de longitud.

Sólo se usarán llaves de corona quedando prohibido el uso de tubos para aumentar el brazo de palanca.

- ◆ **Trabajos en equipo energizado**

Cuando sea necesario alternar, modificar, reemplazar, o realizar trabajos en circuitos o equipos existentes energizados, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión un programa escrito sobre el procedimiento propuesto mostrando, paso a paso, el método que se seguirá para llevar a cabo el trabajo requerido. Este trabajo no se iniciará hasta que el procedimiento propuesto haya sido aprobado por la Supervisión.

A6. Organización del trabajo

- ◆ **Horarios de trabajo**

El Contratista deberá coordinar con la Supervisión el horario de trabajo a adoptar, de tal manera que se permita el mejor control de los trabajos y no interfiera con los programas operativos de bombeo de residuales actualmente existentes en La Refinería

- ◆ **Programa del trabajo**

El Contratista entregará al Propietario, una vez firmado el Contrato y antes del inicio de la obra, un diagrama PERT-CPM de todas las actividades que desarrollará con indicación del personal que intervendrá.

Este diagrama será lo más detallado posible y tendrá estrecha relación con las partidas del presupuesto y el cronograma valorizado aprobado.

- ◆ **Dirección técnica del Contratista**

El Contratista mantendrá durante todo el tiempo que demande la ejecución de la

obra eléctrica un Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista quien tendrá a su cargo la dirección técnica de la obra eléctrica.

El Ingeniero deberá ser calificado para recibir todas las comunicaciones y observaciones de los representantes del Propietario.

◆ **Entrega de equipos y materiales**

El Propietario entregará los equipos y materiales que le compete en su almacén en la Refinería.

Al finalizar el trabajo, el Contratista deberá devolver por su cuenta en los almacenes que el Propietario indique, los materiales y equipos no utilizados, los retirados o cambiados, los que serán inventariados en presencia de la Supervisión. El Contratista compensará al Propietario, por aquellos materiales que haya perdido o inutilizado durante el montaje, reembolsando el monto que resulte de aplicar a las cantidades, el costo unitario pactado.

◆ **Embalaje**

Los embalajes, si fuera necesario, deberán estar cubiertos por una lona impermeable, tanto durante el transporte como durante el almacenamiento.

El embalaje de los equipos y materiales deberá ser de tal forma que no permita libertad de movimiento. El Contratista colocará marcas legibles en todos los embalajes mostrando la correcta posición en que deben ser transportados.

◆ **Transporte**

El Contratista será responsable del transporte de todos los equipos y materiales, tanto de los suministrados por el mismo, como de los entregados por el Propietario.

Los gastos de transporte serán enteramente a cargo del Contratista. Se precisa, entonces, que sus precios deben comprender:

- a. Recepción y verificación del material.
- b. Gastos de almacenaje.
- c. Gastos de carga y descarga en cualquier medio de transporte y con destino a cualquier punto de la obra o depósito.
- d. Gastos de transporte de cualquier naturaleza necesarias para la ejecución de la obra.

Los bultos deberán ser marcados consecuentemente con indicación muy clara de los lugares a los cuales están destinados a fin de evitar confusiones.

Los bultos deberán ser manejados con sumo cuidado durante todas las etapas de carga, descarga y transporte a fin de evitar daños en los equipos y materiales.

El Contratista deberá proveerse de los equipos necesarios y suficientes para las maniobras de cargas y descarga de los bultos en los sitios respectivos, tales como grúas, tecles, etc.

◆ **Almacenaje y guardianía**

El Contratista se encargará de mantener los equipos y materiales en sus almacenes antes de la instalación; siendo responsable de cualquier daño o pérdida.

El Contratista será responsable de los equipos y materiales que él suministre, desde la recepción en los depósitos del proveedor. Deberá asegurarse que el material por transportarse, comprendiendo los embalajes, esté en buen estado.

En caso de pérdidas o daños, serán de cuenta del Contratista las gestiones de reclamo ante los transportista y/o aseguradores.

El Contratista deberá vigilar el material recibido del Propietario o el suministrado por él mismo, hasta la recepción de las obras, siendo responsable de toda pérdida, deterioro o robo.

Al concluir el trabajo materia del Contrato, el Contratista efectuará un

inventario final y devolverá al Propietario todos los equipos y materiales sobrantes que éste haya suministrado, que hayan sido valorizados y que no hayan sido utilizados en la construcción.

B. Montaje

B1. Replanteo topográfico

◆ Entrega de Planos

El trazo, la localización de canaletas, buzones y lozas, así como los detalles que se emplearán en el proyecto, serán entregados al Contratista en los planos y láminas que forman parte del presente proyecto.

◆ Ejecución del replanteo

El Contratista será responsable de efectuar todos los trabajos de campo necesarios para replantear la ubicación de buzones, canaletas, lozas y equipos.

El replanteo será ejecutado por personal experimentado empleando teodolitos y otros instrumentos de medición de probada calidad y precisión para la determinación de distancias y ángulos.

El replanteo se materializará en el terreno mediante la colocación de estacas de madera pintadas en la ubicación y referencias necesarias.

B2. Cruce con instalaciones existentes

Antes de iniciar la actividad de excavaciones y tendido de cables y conductores en las proximidades o cruce de cables de energía o comunicaciones, el contratista se informará debidamente de la ubicación de éstos, a fin de no causar daños a las instalaciones existentes. De ocurrir tales daños, el Contratista será responsable de repararlos a su propio costo y a satisfacción del propietario.

B.3 Excavaciones, rellenos y concreto

◆ Excavación

El Contratista ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados no alterará la cohesión natural del terreno,

reduciendo al mínimo el volumen de terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación a ejecutar.

Cualquier excavación en exceso realizada por el Contratista, sin orden de la Supervisión, será rellena y compactada por el Contratista a su costo.

Las dimensiones de la excavación serán las que se muestran en los planos del proyecto.

Durante las excavaciones el Contratista tomará las medidas necesarias para evitar las inundaciones, pudiendo cumplir el método normal de drenaje mediante bombeo y zanjas de drenaje.

◆ **Relleno**

El material de relleno deberá tener una granulometría razonable y se puede utilizar el material proveniente de las excavaciones si es que reuniera las características adecuadas. Si el material de la excavación tuviera un alto porcentaje de piedra, se agregará material de préstamo menudo para aumentar la cohesión después de la compactación.

Si por el contrario, el material proveniente de la excavación estuviera conformado por tierra blanda de escasa cohesión se agregará material de préstamo con grava y piedras hasta de 10 cm de diámetro equivalente.

El relleno se efectuará por capas sucesivas de no más de 20 cm de espesor y compactadas por medios mecánicos. A fin de asegurar la compactación adecuada de cada capa se agregará suficiente agua para obtenerse la máxima compactación.

◆ **Acarreo**

El material sobrante será transportado fuera de la obra y depositado en un lugar autorizado por la Supervisión.

◆ **Nivelación del terreno**

El área de la construcción después del relleno, y del regado y apisonado, deberá tener el nivel indicado en planos.

◆ **Concreto**

Se ejecutarán trabajos de encofrado, preparación y vaciado de concreto de buzones, canaletas, lozas de cimentación de banco de condensadores, pisos, paredes y techos.

El Contratista deberá cumplir con lo siguiente:

Suministrar todos los materiales y equipos, preparar, transportar, colocar, acabar, proteger y curar el concreto vaciado.

Montar y desmantelar encofrados.

Dar las facilidades para la obtención de muestras a solicitud de la supervisión.

Se emplearán aditivos, siempre que sean autorizados por la Supervisión.

El agua empleada en la mezcla deberá ser limpia y no deberá contener residuos de aceites, ácidos, álcalis, sales, limos, materiales orgánicos u otras sustancias dañinas y estará exenta de arcilla y lodo.

Los agregados finos, provendrán de yacimientos conocidos de arena natural y deberá cumplir con la granulometría establecida en la norma C-33 de A TM.

Los agregados gruesos, provendrán de canteras de roca, triturada o grava, estará libre de materiales extraños y de acuerdo a lo establecido en la norma C-33 de la ASTM.

B4. Instalación de tuberías

En las instalaciones empotradas en piso o pared se usará tubería plástica pesada (PVC-SAP) o conduit de diámetros indicados en planos.

Todos los accesorios (uniones y curvas) serán del mismo material que la tubería, para las uniones en Tuberías plásticas se usará pegamento PVC.

En las entradas de tuberías a cajas de paso, canaletas, etc., ésta será roscada de manera que permitan la colocación de tuerca, contratuerca y bushing terminal según se indique en planos.

En las instalaciones expuestas, se usarán tuberías de conduit de acero galvanizado para instalaciones eléctricas, las uniones, curvas y accesorios serán también de acero galvanizado.

Todas las uniones de los componentes, serán roscadas, debiendo utilizarse universales que permitan el montaje y desmontaje de las tuberías.

Las acometidas a motores e instrumentos, se harán con tubería flexible metálica recubierta, del tipo “liquid light” (con cubierta plástica exterior).

Para el montaje de las tuberías metálicas deberá seguirse los siguientes pasos:

- * No se permitirá la formación de trampas o bolsillos para evitar así la acumulación de humedad.
- * Los ductos deberán estar enteramente libres de contactos con otros ductos. No se permitirá la instalación de ductos a menos de 15 cm de distancia de tuberías de agua o desagüe.
- * Todos los ductos que terminan en un tablero o gabinete, tendrán tuercas, contratuercas y empaquetaduras.
- * Cuando sean cortados los ductos, será a escuadra y los extremos escariados interiormente, se fabricarán las roscas con un mínimo de cinco hilos completos.
- * Todas las tuberías serán limpiadas interiormente antes de su instalación.
- * No son permisibles más de 3 curvas de 90° entre caja y caja.

- * Las curvas de tubería de más de 25 mm (1"Ø) serán de fábrica o hechas con máquina dobladora en la obra.
- * Todas las tuberías enterradas, estarán embebidas en concreto con recubrimiento mínimo de 50 mm alrededor.
- * Si las tuberías atraviesan fundaciones de equipos, lozas y/o pavimentos, estos sobresaldrán 150 mm libres por lo menos en cada extremo.
- * Todo el conjunto de tuberías deberá formar un sistema fijo y rígido unido de caja a caja o de accesorio a accesorio.
- * Las tuberías serán fijadas (a pared o piso) con abrazaderos de acero galvanizado de doble oreja, con tornillo autorroscante galvanizado en tarugo plástico embutido en pared o piso.
- * Todo extremo a tubería que emerge a canaleta, buzón o caja tendrá un "bushing" terminal de protección.
- * Tendrán tapas empernadas y empaquetaduras de goma o neopreno. Los tornillos de sujeción de la tapa serán galvanizados o cadmiados.

En los cambios de dirección se usarán curvas (no codos) del diámetro y calidad similar a la tubería. En el caso del PVC, las curvas se pegarán con pegamento PVC y en el caso de las metálicas, irán roscadas.

Se verificará antes de su instalación, que las curvas metálicas, en su interior quede libre de rebabas protuberancias que puedan dañar los conductores durante su instalación

B5. Instalación de cables y conductores

◆ Cables de fuerza

Cuando se instalen cables unipolares, todos los conductores de un mismo

Circuito (neutro incluso) serán instalados en el mismo ducto, excepto en el cable alimentador principal en el que se colocara un cable por cada ducto.

Los cables serán instalados sin empalmes de caja a caja o de tablero a tablero.

Donde se indique y en cruces de pistas, los cables estarán instalados en tuberías plásticas embebidas en concreto de $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, con recubrimiento mínimo de 50 mm alrededor del tubo.

- Los cables al ingresar a buzones y canaletas a través de ductos, se sellarán (entre cable y tubo) con resina.
- No se usará grasa ni aceites para el jalado de cables a través de ductos, podrá usarse talco o estearina.
- Todos los cables serán rotulados de manera clara y visible, en su salida y llegada en cajas, buzones o tableros.
- Los cables serán protegidos mediante manguitos (tramos pequeños de tubo) de PVC-SAP del diámetro apropiado, al atravesar buzones y canaletas.

◆ **Conductores**

Los conductores serán cableados (varios hilos) no sólidos y serán de una sola pieza, no se aceptará empalmes, excepto en las cajas de paso. Los empalmes serán eléctrica y mecánicamente seguros, protegiendo con cinta de jebe y luego con cinta plástica.

Los terminales se harán con conectores tipo “lug type”, que se fijará a platina o bornera con perno y arandela del tipo galvanizados.

No se usará grasas ni aceites para el jalado de conductores a través de ductos, podrá usarse talco o esterina.

Todos los conductores serán rotulados de manera clara y visible, en cajas, registros

y paneles.

◆ **Cableado de campo del Sistema Pak Scan**

El cableado del lazo incluye la conexión de las unidades de campo. El cable debe estar protegido por una pantalla a la que se le debe dedicar una atención especial. El cableado debe estar de acuerdo al plano ELG-04.

Debe tenerse en cuenta que el sistema es un lazo de corriente donde el puerto A Out (terminal 12) se conecta vía las unidades de campo al Puerto B In (terminal 16) El puerto B Out (terminal 15) se conecta al puerto A In (terminal 13) si son pares de colores por ejemplo rojo y azul, el resultado sería que el cable rojo estaría en los terminales 12 y 16 y el azul en 13 y 15 . El orden en los terminales es rojo, azul, azul rojo.

• **Conexión de la pantalla**

Los terminales 14 y 17 están interconectados internamente a la tierra de la alimentación y al chasis. Si no hay una tierra limpia se conectará a la de la alimentación o a la de seguridad.

• **La pantalla debe conectarse solo en un punto y en un extremo del cable**

Si se decide utilizar la tierra interna del terminal 14 o 17 asegúrese que la estación maestra esta conectada a una tierra segura conecte la pantalla en un solo extremo por ejemplo el puerto A al terminal 14. No se conectara a tierra los dos extremos del cable, si el lazo se pone a tierra en otro punto se degradaran las comunicaciones y el sistema estará en peligro.

B6. Secuencia de fases

Se deberá efectuar las conexiones eléctricas de forma tal, que se mantenga el mismo arreglo de fases en todo el sistema (R- -T o Verde - blanco- rojo), con la

secuencia R- -T y la fase R a la izquierda o arriba, visto desde el lado operativo del equipo o motor.

B7. Instalación de terminales en 4 160 Voltios

La instalación será efectuada por personal especialista calificado en montaje de terminales en cables secos, del tipo de cintas y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Se tendrá especial cuidado en la limpieza, durante los trabajos de montaje, y en el “aterrizaje” de las pantallas del cable, la conexión del cable de “aterrizaje” a la pantalla será fijada y soldada con estaño.

Todos los terminales serán instalados en presencia de la Supervisión.

B8. Puestas a tierra

Se pondrá a tierra todos los tableros, cajas, motores y válvulas motorizadas, de conformidad con los códigos aplicables, los detalles de conexión serán los que se indican en planos.

Deberá asegurarse un contacto bueno y permanente en todas las conexiones del terminal de cobre con la carcasa del equipo.

Los cables de tierra serán de cobre desnudo y con aislamiento del calibre indicado en los planos, y terminarán en orejas (terminales tipo “o”) cerradas de cobre y la conexión a carcasa, será hecha con perno, tuerca y arandelas de AoGo.

Todos los conductores de tierra serán protegidos de daños mecánicos y sostenidos rígidamente sobre estructuras mediante tuberías metálicas. Serán instalados dentro de tubos Conduit o de PVC y protegidos íntegramente cuando atraviesen estructuras de concreto o mortero.

B9. Pruebas

Todos los equipos de prueba serán suministrados por el Contratista. Se usará Megger de 1 000 V para probar aislamientos en 220 y 460 V y de 5 000 V para aislamientos en 4 160 V.

El Contratista elaborará y presentará a la supervisión el programa de pruebas con el debido tiempo de anticipación según cronograma. En estos se mostrarán los valores mínimos aceptables (rigidez dieléctrica, aislamientos, etc.).

Se elaborarán los protocolos correspondientes, al momento de ejecutar las pruebas en presencia de la supervisión. El protocolo será firmado por el supervisor de obra.

En el protocolo se indicará además, fecha de ejecución de la prueba, nombre del personal que la ejecutó y el equipo empleado.

La marca y tipo de aceite dieléctrico que se utilice, será aprobado antes por la Supervisión. Se efectuarán pruebas de rigidez dieléctrica elaborándose los protocolos correspondientes, y la Supervisión aprobará o no, el uso del dieléctrico.

- **Pruebas de aislamiento de cables y conductores**

Se efectuarán las pruebas:

- a. Fase a fase (3 mediciones para circuitos trifásicos)
- b. Fase a tierra (3 mediciones para circuitos trifásicos).

Alimentadores a motores

Se miden con los cables desconectados, desde el lado de carga de los contactores o interruptores.

Circuitos de control de motores

Con las botoneras conectadas, se mide de fase a tierra solamente.

Cables de energía enterrados

La medición se realizará antes y después del llenado de las zanjas.

- **Pruebas de tableros**

Antes de energizar en tableros se harán las pruebas de aislamiento siguientes:

Barras	De fase a fase y de fase a tierra (6 mediciones).
Circuitos de control	En todos los casos de fase a tierra.
Interruptores	De fase a fase y de fase a tierra, cerrándolos manualmente.

- * Cada relé de protección del tipo ajustable será ajustado y probado
- * Cada contactor será cerrado y abierto desde su control y/o botonera para chequear su correcta operación.
- * Chequear el disparo de los relés en la corriente y/o tiempo de ajuste y la operación a la alarma (luminosa/sonora) cuando dispare, y la cancelación al eliminar la falla.

- **Prueba de Motores**

- Todos los motores se probarán en vacío (desacoplados) por un período mínimo de 4 horas continuas.

Verificar el sentido de giro del motor antes de conectarlo definitivamente.

Cerciorarse del conexionado (Nº de terminales) en la caja de conexiones, según catálogos o instrucciones del fabricante.

Medir la corriente del motor en vacío y a plena carga, determinar la relación I medida versus la I nominal de placa (I medida/I nominal). Elaborar protocolo de mediciones a fin de ser entregado a la Supervisión.

CAPITULO V

METRADO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

5.1 Metrado y Presupuesto

El costo de la inversión del proyecto ha sido calculado teniendo en cuenta los costos de equipamiento y construcción vigentes al mes de Diciembre de 1 998.

Debido a que la mayor parte del equipamiento es importado, todos los costos estarán expresados en US\$.

Resumen del Presupuesto General

Fecha : 31/12/98

A)	COSTO DIRECTO	COSTO US\$
	1. OBRAS CIVILES	127 102,50
	2. EQUIPAMIENTO MECANICOS	527 030,01
	3. EQUIPAMIENTO ELECTRICO	188 515,60
	SUB TOTAL	842 648,11
B)	GASTOS GENERALES (15 % DE A)	126 397,22
C)	UTILIDADES 10% (A)	84 264,81
D)	TOTAL SIN I.G.V.	1 053 310,14
E)	I.G.V.	189 595,83
F)	TOTAL CON I.G.V.	1 242 905,97

5.2 Cronograma de Actividades

Es el tiempo en el cual se estima deberá ser ejecutada la obra, esta consta de 28 actividades, pudiendo existir entre ellas correlación una con respecto a la otra o simultáneamente varias de ellas, siguiendo una secuencia en las que alguna de ellas necesitarán de prerequisites para su realización, a cada una de estas actividades se ha estimado un número de días de acuerdo a la magnitud de la misma, tal como se aprecia en el cuadro N° 1.

Para efectos prácticos se elabora un cronograma resumido como se aprecia en el cuadro N° 2

CUADRO N° 1

POSICION	ACTIVIDADES	DURACION	ACTIVIDAD
1	TRAZO Y REPLANTEO GENERAL	2	---
2	OBRA CIVILES DE NUEVA SUBESTACION ELECTRICA	90	1
3	OBRA CIVILES ESTACION DE BOMBEO Y OBRA CONEXAS	90	1
4	SOPORTES DE CONCRETO EN AREA DE TANQUES	60	1
5	CERCOS CONTRA INCENDIO	60	3
6	ADQUISICIONES DE EQUIPAMIENTO	70	---
7	ADQUISICION DE MATERIALES	40	---
8	HABILITACION DE TUBERIAS Y FABRICACIONES ESPECIALES	30	---
9	HABILITACION DE PATINES Y ACCESORIOS	30	7
10	FABRICACION DE ESTRUCTURAS	30	7
11	FABRICACION DE PASARELAS	30	7
12	INSTALACION DE ESTRUCTURAS	30	3,10
13	INSTALACION DE GRUAS	15	6,12
14	MONTAJE DE BOMBAS	7	27
15	INSTALACION DE TUBERIAS Y VALVULAS	20	3,4,8
16	INSTALACION DE VENAS DE VAPOR Y AISLAMIENTO TERMICO	15	15
17	CONEXION A TANQUES	7	15
18	TRABAJOS EN SUBESTACION DE RECEPCION	10	6,7
19	INSTALACION DE CELDAS Y EQUIPOS EN NUEVA SUBESTACION	30	2,6,7
20	INSTALACION DE EQUIPOS EN ESTACION DE CONTROL	10	7
21	INSTALACION DE CABLES SUBTERRANEOS EN MEDIA TENSION	15	2,6,7
22	INSTALACION DE CABLES DE CONEXION A ESTACION DE CONTROL	15	2,6,7
23	INSTALACION DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL EN SU NUEVA ESTACION DE BOMBEO	15	3,7
24	INSTALACION DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL DE ACTUADORES DE VALVULA CERCA DE TANQUES	15	7,15
25	REVISION Y PRUEBAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS	7	18,19,20,21
26	INSPECCION Y PRUEBAS HIDRAULICAS EN SISTEMA DE TUBERIAS	7	13
27	PRUEBAS DE ESTRUCTURAS Y GRUAS		
28	PUESTA EN SERVICIO Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	15	5,25,26

**CUADRO N° 2
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

POSICION	ACTIVIDAD	DURACION (DIAS)	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
00	INICIO DE ACTIVIDADES	0						
01	TRAZO Y REPLANTEO GENERAL	2						
02	OBRAS CIVILES DE NUEVA S E ELECTRICA	90						
03	OBRAS CIVILES DE ESTACION DE BOMBEO Y OBRAS CONEXAS	90						
04	SOPORTES DE CONCRETO EN AREA DE TANQUES	60						
05	CERCOS CONTRAINCENDIO	60						
06	ADQUISICIONES DE EQUIPAMIENTO	70						
07	ADQUISICION DE MATERIALES	40						
08	HABILIT. TUBERIAS Y FABRICACIONES ESPECIALES	30						
09	HABILITACION DE PATINES Y ACCESORIOS	30						
10	FABRICACION DE ESTRUCTURAS	30						
11	FABRICACION DE PASARELAS	30						
12	INSTALACION DE ESTRUCTURAS	30						
13	INSTALACION DE GRUAS	15						
14	MONTAJE DE BOMBAS	7						
15	INSTALACION DE TUBERIAS Y VALVULAS	20						
16	INST. DE VENAS DE VAPOR Y AISLAMIENTO TERMICO	15						
17	CONEXIÓN A TANQUES	7						
18	TRABAJO EN SUBESTACION DE RECEPCION	10						
19	INSTAL. DE CELDAS Y EQUIPOS EN NUEVA S E	30						
20	INSTAL. DE EQUIPOS EN ESTACION DE CONTROL	10						
21	INSTAL. DE CABLES SUBTERRANEOS EN M T	15						
22	INSTAL. DE CABLES DE CONEXIÓN A ESTACION DE CONTROL	15						
23	INST. CABLE DE FUERZA Y CONTROL. NUEVA S E DE BOMBEO	15						
24	INST. CABLE DE FUERZA Y CONTROL. DE ACTUAD. DE VALVULAS CERCA DE TANQUES	15						
25	REVISION Y PRUEBA DE INSTAL. ELECTRICAS	7						
26	INSPECC. Y PRUEBAS HIDRAULICAS EN SIST. DE TUBERIAS	7						
27	PRUEBAS DE ESTRUCTURAS Y GRUAS	7						
28	PUESTA EN SERVICIO Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	15						

CONCLUSIONES

En el presente trabajo como aporte fundamental se debe destacar la descripción y el desarrollo de las especificaciones técnicas de suministro y montaje de motores eléctricos de media tensión en refinerías. Estos procedimientos que aplican a los materiales, equipos y el montaje de los mismos en este tipo de obras electromecánicas se plasman finalmente en la tabla de datos técnicos. Las especificaciones y las tablas de datos técnicos serán los documentos de referencia para el contratista de la obra y el supervisor designado.

En el diseño de las instalaciones se ha considerado las últimas tecnologías de control, protección y comunicación de motores eléctricos de media tensión que suelen utilizarse en procesos que requieren seguridad, confiabilidad y precisión; como lo es el bombeo de petróleo residual.

Se pone de manifiesto la conveniencia y ventajas de tener sistemas completamente integrados.

En el proyecto se ha determinado el equipamiento y los materiales necesarios, para la correcta, segura y eficiente operación de los motores eléctricos en media tensión. Debe destacarse los criterios utilizados en el diseño del cable alimentador, los análisis de los métodos de arranque para la obtención de los criterios de selección del sistema de arranque y la profundidad dada al cálculo de la compensación reactiva en el marco del sistema de EDELNOR

La inversión requerida para el proyecto motivo de la presente tesis asciende a 1 242 905,97 US \$ y el cronograma de actividades considera 171 días para el desarrollo de la obra, por lo que debido a la magnitud de la inversión se requiere de una compañía contratista con la suficiente experiencia en este tipo de proyectos.

BIBLIOGRAFIA

Manual de instalaciones de distribución de energía eléctrica	Otto Guthmann (BBC)
High and extra high voltages cables	Alcatel/Reproservices
Power Capacitors	Asea Brown Boveri
Catálogos de fabricantes:	
*Motores	General Electric
*Válvulas	Rotork
*Bombas	Worthington
*Arrancadores electrónicos	Allen-Bradley
*Relé de protección del motor	Multilin
*Equipos de instrumentación	Micro Motion

NORMAS Y CODIGOS

Código Nacional de Electricidad (CNE)
National Electric Code (NEC) de los Estados Unidos de Norte América
National Electric Safety Code (NESC)
National Fire Protection Association (NFPA).
General Specification (PETROPERU)