

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRÓNICA**



**PROYECTO ELECTRICO DE INSTALACIÓN Y MONTAJE  
DE UNA PLANTA DE ACIDO BORICO EN AREQUIPA**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**GUILLERMO FRANCISCO VIÑAS TONGO**

**PROMOCION 1984 – I**

**LIMA – PERU**

**2009**

**PROYECTO ELECTRICO DE INSTALACIÓN Y MONTAJE  
DE UNA PLANTA DE ACIDO BORICO EN AREQUIPA**

**Dedicado:**  
**A mis hijos por ser mi principal motivación**  
**Agradecimiento**  
**A mi padre y amigos muy especiales**

## SUMARIO

El presente estudio se ha desarrollado a nivel de Proyecto y Ejecución, y en el se muestra una metodología de desarrollo que bien podría utilizarse en proyectos similares de plantas industriales, se pone especial énfasis en los estándares de calidad de servicio Existentes.

El estudio se ha desarrollado en siete capítulos que se exponen a continuación:

En el capítulo I se realiza una introducción al tema, se describe y define con claridad los objetivos y sus alcances.

En el capítulo II Se expone la operación del sistema, realizando un estudio de las diferentes cargas, calculando los valores de potencia instalada y máxima demanda.

En el capítulo III se diseñan los circuitos de fuerza incluyendo la subestación, se incluyen los diagramas unifilares de cada circuito.

En el capítulo IV Se hace una descripción del centro de control de motores, el enclavamiento de los mismos asegurando el proceso automático de la planta, especificando los tableros de control.

En el capítulo V se diseñan los circuitos de alumbrado y circuitos Secundarios.

En el capítulo VI se diseño el sistema de puesta a tierra con las especificaciones técnicas que la involucran.

En el capítulo VII se describe el montaje de equipos y las especificaciones técnicas de los materiales, confiabilidad de la instalación.

Cuadros y Anexos.

Anexo 1, conclusiones

Anexo 2, Bibliografía

Anexo 3, Planos.

## **TABLA DE CONTENIDO**

### **CAPITULO I**

#### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Ubicación Geográfica
- 1.3 Características Generales
- 1.4 Objetivo y Alcances del Proyecto

### **CAPÍTULO II**

#### **ESTUDIO DE CARGAS**

#### **DETERMINACION DE LA MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA Y CONSUMO DE ENERGIA.**

- 2.1 Consumo por sectores
  - 2.1.1 Sector de Motores
  - 2.1.2 Potencia y Máxima Demanda de Alumbrado y Tomacorrientes
  - 2.1.3 Potencia y Máxima Demanda de Cargas Especiales MDE
  - 2.1.4.- Potencia y Máxima Demanda de Oficinas Administrativas MD<sub>OA</sub>

### **CAPITULO III**

#### **DISEÑO DE ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DE MEDIA TENSION**

- 3.1 Cálculo y Selección de Circuitos en Media Tensión
  - 3.1.1 Cable Alimentador en Media Tensión
  - 3.1.2 Sección del Calibre del Conductor
  - 3.1.3 Condiciones de la Instalación
  - 3.1.4 Verificación de la Capacidad del Cable
  - 3.1.5. Cálculo de la Caída de Tensión
  - 3.1.6 Capacidad de Cortocircuito
  - 3.1.7 Corriente de Cortocircuito
  - 3.1.8. Calculo del Interruptor de Potencia
  - 3.1.9 Dimensionamiento de Barras en 10 Kv.
  - 3.1.10 Cálculo de Esfuerzo Térmico
- 3.2. Calculo de los Aisladores Portabarras
- 3.3. Ventilación de la Subestación
  - 3.3.1. Cantidad Necesaria de Aire

- 3.3.2. Selección de los Ventiladores
- 3.3.3. Renovación del Aire de la Subestación

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES**

- 4.1. Cálculo de Circuitos, Selección de Equipos
  - 4.1.1. Relación de Motores
  - 4.1.2. Cálculos Eléctricos y Selección
  - 4.1.3. Cálculo para Cables Alimentadores a Motores
  - 4.1.4. Sección del Calibre del Conductor
  - 4.1.5. Condiciones de la Instalación
  - 4.1.6. Verificación de la Capacidad del Cable

## **CAPITULO V**

### **DISEÑO DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CIRCUITOS SECUNDARIOS DE FUERZA**

- 5.1. Cálculos y Selección de Iluminación y Circuitos Secundarios
  - 5.1.1. Ejemplo de Cálculo para Cables Alimentadores a Circuitos Secundarios
  - 5.1.2. Sección del Calibre del Conductor
  - 5.1.3. Condiciones de la Instalación
  - 5.1.4. Verificación de la Capacidad del Cable
  - 5.1.5. Cálculo de la Caída de Tensión
  - 5.1.6. Cálculo y Selección Circuitos de Fuerza
- 5.2. Especificaciones para Instalación y Montaje de Circuitos de los Tableros y Sub-Tableros de Alumbrado
  - 5.2.1. Generalidades
  - 5.2.2. Objetivo
  - 5.2.3. Alcances

## **CAPITULO VI**

### **DISEÑO SISTEMA PUESTA A TIERRA**

- 6.1. Fundamento Y Cálculo Teórico
  - 6.1.1. Interpretación De Las Curvas De Resistividad Aparente
  - 6.1.2. Resistividad Equivalente del Terreno
- 6.2. Especificaciones para la Instalación y Montaje del Sistema de Puesta a Tierra
  - 6.2.1. Generalidades
- 6.3. Puestas a Tierra
  - 6.3.1. Ejecución de los Pozos a Tierra
  - 6.3.2. Distribución de los Pozos a Tierra
- 6.4. Conexión del Sistema de Puesta a Tierra

- 6.4.1. Puesta a Tierra de los Tableros Eléctricos
- 6.4.2. Puesta a Tierra del Sistema de Canalización
- 6.5. Protección y Puesta a Tierra de Instalaciones
- 6.5.1. Puesta a Tierra de Estructuras en General
- 6.5.2. Puesta a Tierra de Planta Industrial
- 6.5.3. Sistema de Pararrayos

## **CAPITULO VII**

### **ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN Y MONTAJE**

- 7.1. Instalación y Montaje en Media Tensión
  - 7.1.1. Objetivo
  - 7.1.2. Alcances
  - 7.1.3. Canalización
  - 7.1.4. Conexión
- 7.2. Instalación y Montaje de Circuitos Generales de Fuerza
  - 7.2.1. Generalidades
  - 7.2.2. Instalación de los Tableros Principales
  - 7.2.3. Instalación y Montaje de Acometidas a Tableros Principales
- 7.3. Instalación Y Montaje de Circuitos de Sub-Tableros de Fuerza
  - 7.3.1. Generalidades
  - 7.3.2. Instalación de los Subtableros de Fuerza
  - 7.3.3. Instalación y Montaje de los Circuitos Eléctricos de los Subtableros de Fuerza.
  - 7.3.4. Instalación de los Tableros Eléctricos y Equipos para Circuitos de Alumbrado.
  - 7.3.3. Instalación Y Montaje De Los Circuitos Eléctricos Delos Tableros Y Subtableros de Alumbrado

## **CAPITULO VIII**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES**

- 8.1. Especificaciones Técnicas de Materiales en Media Tensión
- 8.2. Especificación Técnica de Materiales de Circuitos de Fuerza
- 8.3. Especificación Técnica de los Materiales en Circuitos de Centro de Control de Motores – Ccms.
- 8.4. Especificación Técnica de los Materiales de Circuitos de Subtablero de Fuerza
- 8.5. Especificación Técnica de los Materiales para Circuitos de Tableros Y Subtableros de Alumbrado

**CAPITULO IX****ESPECIFICACIONES GENERALES DE MONTAJE**

9.1. Aspectos Preliminares

9.2. Especificaciones Generales de Montaje

9.2.1. Instalación de Ductos de Concreto

9.2.2. Tendido de Cables de Energía en Ductos de Concreto

9.2.3. Construcción de Buzones Eléctricos

9.2.4. Terminación para Cable de Energía en Baja Tensión

9.2.5. Instalación de Bandeja Metálica

9.2.6. Instalación de Tubería Conduit

9.2.7. Instalación de Conductores para Circuitos de Fuerza

**CONCLUSIONES****PLANOS****BIBLIOGRAFÍA**



## PRÓLOGO

Al presentar este proyecto eléctrico como tema de tesis, es mi deseo transmitir toda la experiencia vivida en el desarrollo del tema así como en la ejecución de la obra.

Además siendo la Planta Química de Producción de Acido Bórico la única en el país he considerado de interés presentarlo como el trabajo más destacado de mi carrera profesional.

Finalmente el tema considera todos los aspectos eléctricos involucrados en una planta industrial desde la alimentación en Media Tensión pasando por las cargas de Fuerza y control, terminando en el sistema de alumbrado.

## **CAPITULO I MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1. Introducción**

El objeto del presente trabajo es diseñar y calcular las instalaciones eléctricas para el PROYECTO ELECTRICO DE INSTALACIÓN Y MONTAJE DE LA PLANTA DE ACIDO BORICO EN RIO SECO, ubicada en la Ciudad de Arequipa.

Como se conoce el ácido bórico, es un compuesto químico, ligeramente ácido. Es usado como antiséptico, insecticida, retardante de la llama, y es empleado como precursor de otros compuestos químicos. Es usado como ingrediente en muchos abonos. Existe en forma cristalina (polvo de cristales blancos) que se disuelve fácilmente en agua. Su fórmula química es  $H_3BO_3$ . La forma mineral de este compuesto se denomina sassolita.

El presente trabajo abarca el diseño y cálculo de los equipos de media tensión de la sub-estación eléctrica, red de fuerza, mando, control y alumbrado de la planta, de tal forma que el sistema eléctrico sea moderno y eficiente, es decir preparar planes para cubrir, modificar adecuar y/o ampliar los requerimientos eléctricos a venir haciéndolos fácilmente adaptables a los adelantos tecnológicos evitando así que en poco tiempo queden obsoletos.

Este estudio se ha desarrollado a nivel de ejecución, teniendo en cuenta las experiencias ganadas en el diseño e instalaciones eléctricas de otras Plantas Industriales existentes en la ciudad de Arequipa, basándonos en la última edición del Código Nacional de Electricidad y en las normas aprobadas por la Dirección General de Electricidad, en todos los casos los problemas se han analizado aplicando criterios de Ingeniería.

Se ha optimizado el sistema eléctrico logrando una buena calidad y un eficiente uso de la energía eléctrica.

### **1.2 Ubicación Geográfica**

La planta de Ácido Bórico se encuentra ubicada en el Parque Industrial de Río Seco Manzana H, Lotes 1, 2, 3 y 4 del Distrito de Cerro Colorado – Arequipa, con una altitud promedio de 2300 m.s.n.m.

### **1.3 Características Generales**

Las características Generales geográficas de la zona es de una topografía de terreno regularmente plano, el distrito de Cerro Colorado en el Parque Industrial de Río Seco, se encuentra entre dos vías principales de acceso y salida para la ciudad, una nos conduce a la Panamericana Sur y la otra al distrito de Yura y ciudades del interior, ambas carreteras están unidas por una nueva vía denominada de Evitamiento que es la que nos conduce a la zona del terreno. Para mayor detalle del lugar ver plano de Ubicación.

### **1.4 Objetivos y Alcances del Proyecto**

El proyecto tiene por objeto poner en operación una Planta de Procesamiento de Ácido Bórico en Arequipa, con una capacidad estimada de 40 TM por día.

El conjunto de las obras eléctricas comprende los siguientes proyectos:

- Instalación y montaje en media tensión
- Instalación y montaje de Circuitos Generales
- Instalación y montaje de centro de Control de Motores
- Instalación y montaje de circuitos de Subtableros de Fuerza
- Instalación y montaje de Circuitos, Tableros y Subtableros de Alumbrado.

Instalación y montaje del Sistema de Puesta a Tierra.

**CAPÍTULO II  
ESTUDIO DE CARGAS  
DETERMINACION DE LA MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA  
Y CONSUMO DE ENERGIA**

**2.1 Consumo por sectores**

- Motores
- Alumbrado
- Cargas Especiales
- Oficinas Administrativas

**2.1.1 Sector de Motores**

Está determinada por los siguientes equipos, presentaremos la relación de motores que se emplearan en el proceso de Producción de la Planta.

CCM (Centro Control de Motores).

**LISTADO DE MOTORES POR TABLERO  
ALIMENTADOS CON EL CCM 1-4**

<b>MOTOR</b>	<b>EFICIENCIA</b> $\eta$	<b>POTENCIA</b> <b>(KW)</b>	<b>CORRIENTE</b> <b>(A)</b>	<b>FACTOR DE</b> <b>POTENCIA</b>
MME10A	83	2.2	3.61	0.80
MME10B	83	2.2	3.61	0.80
MP10	85	4	6.32	0.83
MME220	87	9	14.23	0.83
MME221	85	3.5	5.74	0.80
MP203	86	5.5	8.70	0.83
MME212	79	1.1	1.80	0.80
MK200	85	4	6.32	0.83

MP200	86	5.5	8.70	0.83
MME204	90	30	46.31	0.85
MME205	83	2.2	3.61	0.80
MP204	85	4	6.32	0.83
MP205	88	19	29.33	0.85
MME206	79	1.5	2.46	0.80
MME207	79	1.5	2.46	0.80
MP206	85	4	6.32	0.83
MP207	88	11	16.98	0.85
MME210	87	9.2	14.54	0.83
MP14	85	4	6.32	0.80
MP210	85	4	6.32	0.80
MP211	88	11	16.98	0.85
MP213	87	7.5	11.86	0.83

## CCM 2-4

MOTOR	EFICIENCIA $\eta$ (%)	POTENCIA (KW)	CORRIENTE (A)	FACTOR DE POTENCIA
MMC212	79	1.5	2.46	0.80
MP22	88	17.9	27.63	0.85
MMS221	83	2.2	3.61	0.80
MMC220	79	0.37	0.61	0.80
MMC221	83	2.23	3.66	0.8
MMC222	79	1.2	1.97	0.80
MK221	88	22	33.96	0.85
MK220	91	37	56.45	0.86
MMC211	79	0.55	0.90	0.80
MMS210	92	110	162.18	0.89
MMC210	83	2.2	3.61	0.80
MP202	87	7.5	11.86	0.83
MC205	79	0.5	0.82	0.80
MC206	79	[ 2	0.82	0.80
MMC209	85	4	6.32	0.83
MK209	83	2.3	3.77	0.80
MP209	87	7.5	11.86	0.83
MME201	83	4	6.32	0.83
MME208	83	2.2	3.61	0.80
MMS201	79	1.5	2.46	0.80
MP201	79	0.21	0.34	0.80
MP21	92	75	113.11	0.87
MME200	88	11	16.98	0.85
MMC202	83	2.2	3.61	0.80

**CCM 3-5**

<b>MOTOR</b>	<b>EFICIENCIA <math>\eta</math> (%)</b>	<b>POTENCIA (KW)</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>	<b>FACTOR DE POTENCIA</b>
MK 11A	87	7.5	11.86	0.83
MK 23	90	30	46.31	0.85
MP 20B	85	3	4.92	0.80
MK 21	88	11.2	17.29	0.85
MK 11B	87	7.5	11.86	0.83
MK 24	90	30	46.31	0.85
MP 11	92	45	67.07	0.87

**CCM-4-5**

MP 07	79	0.75	1.23	0.80
MP 08	79	0.75	1.23	0.80
MP 01A	85	3	4.92	0.80
MP 01B	85	3	4.92	.80
MP 20	85	2.5	4.10	0.80
ROB	90	27	41.68	0.85
MP 03 A	91	35	53.40	0.86
MK 02	88	13.5	20.84	0.85
MP 02	79	0.75	1.23	0.80
R 02	90	25	38.59	0.85
MK 06	85	3.5	5.74	0.80

Realizando la sumatoria de consumo de Potencia de cada maquina del respectivo Centro de Control de Motores (CCM), obtendremos su Potencia Instalada. La Máxima Demanda (MD) se obtiene multiplicando un Factor de Servicio (F.S.) de los Equipos o Maquinas que se emplean en el Proceso de Producción.

**A.1.- PARA EL CCM 1-4.- La potencia Instalada es:**

Potencia Instalada ( $PI_{m1}$ )

$$PI_{m1} = 145900 \text{ W}$$

Máxima Demanda ( $MD_{m1}$ )

$$MD_{m1} = PI_m \times FS$$

Si  $FS = 1.00$ .

Reemplazando tenemos:

$$MD_{m1} = 145900 \times 1.00 = 145900\text{W}$$

<b><math>MD_{m1} = 145900\text{W}</math></b>
--

**A.2.- PARA EL CCM 2-4.- La potencia instalada es:**

Potencia Instalada ( $PI_{m2}$ )

$$PI_{m2} = 315.560\text{W}$$

Máxima Demanda ( $MD_{m2}$ )

$FS = 1.00$

$$MD_{m2} = 315560 \times 1.00 = 315560\text{W}$$

<b><math>MD_{m2} = 315560\text{W}</math></b>
--

**A.3.- PARA EL CCM 3-5.- La potencia instalada es:**

Potencia Instalada ( $PI_{m3}$ )

$$PI_{m3} = 134200\text{W}$$

Máxima Demanda ( $MD_{m3}$ )

$$MD_{m3} = 134200 \times 1.00 = 134200\text{W}$$

<b><math>MD_{m3} = 134200\text{W}</math></b>
--



**A.4.- PARA EL CCM 4-5.- La potencia instalada es:**Potencia Instalada ( $PI_{m4}$ )

$$PI_{m4} = 114,750 \text{ W}$$

Máxima Demanda ( $MD_{m4}$ )

$$MD_{m4} = 114750 \times 1.00 = 114750\text{W}$$

$MD_{m4} = 114750 \text{ W}$
------------------------------

Luego la máxima demanda para motores es MDm:

$$MD_M = MD_{m1} + MD_{m2} + MD_{m3} + MD_{m4} =$$

$MD_M = 710410 \text{ W}$
---------------------------

**2.1.2. Potencia y Máxima Demanda de Alumbrado y Tomacorrientes**

Esta determinada por el área de trabajo de la planta para la cual emplearemos la tabla 3-IV, del Código Nacional de Electricidad tomo V, parte 1.

**B.1 CÁLCULO DE POTENCIA INSTALADA (Alumbrado Tomacorrientes)**Alumbrado Edificación:  $20\text{W}/\text{m}^2$ 

$$\text{Área} = 1763\text{m}^2$$

$$PI_1 = 1763\text{m}^2 \times \frac{20\text{W}}{\text{m}^2} = 35260 \text{ W}$$

Oficinas Administrativas y Garita ( $25\text{W}/\text{m}^2$ )

$$\text{Área} = 979\text{m}^2$$

$$PI_2 = 979\text{m}^2 \times 25 = 24475\text{W}$$

Almacenamiento ( $2,5\text{W}/\text{m}^2$ )

$$\text{Area} = 2818 \text{ m}^2$$

$$PI_3 = 2818\text{m}^2 \times \frac{2,5\text{W}}{\text{m}^2} = 7045\text{W}$$

$$PTA = PT_1 + PT_2 + PT_3$$

$$PTA = 35260 + 24475 + 7045$$

$$PTA = 66780 \text{ W}$$

**B.2. MÁXIMA DEMANDA, ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES (MDA)**

$$MD_1 = 20000 \times 1,00 = 20000$$

$$15260 \times 0,70 = 10682$$

$$\begin{aligned} MD_2 &= 20000 \times 1,00 &= 20000 \\ &4475 \times 0,70 &= 3132,5 \end{aligned}$$

$$MD_3 = 7045 \times 1,00 = \underline{7045}$$

$$MDA = 60859,5 \text{ W}$$

$$MD_A = 60\,860 \text{ W}$$

### 2.1.3 Potencia y Máxima Demanda de Cargas Especiales MDE

Se está considerando una Carga de:

Potencia Instalada ( $PI_E$ )

$$PI_E = 20\,000 \text{ W}$$

Máxima Demanda ( $MD_E$ )

Si  $FS = 0.5$

$$MD_E = 20\,000 \times 0.50 = 10\,000 \text{ W}$$

$$MD_E = 10\,000 \text{ W}$$

### 2.1.4.- Potencia y Máxima Demanda de Oficinas Administrativas $MD_{OA}$

Se está considerando una Carga de:

Potencia Instalada ( $PI_{OA}$ )

$$PI_{OA} = 50\,000 \text{ W}$$

Máxima Demanda ( $MD_{OA}$ )

Si  $FS = 0.8$

$$MD_{OA} = 50\,000 \times 0.80 = 40\,000 \text{ W}$$

$$MD_{OA} = 40\,000 \text{ W}$$

Luego la Máxima Demanda Total del Proyecto es MDP:

$$MD_P = MD_M + MD_A + MD_E + MD_{OA} = MD_P = 821\,270 \text{ W}$$

**SE UTILIZARA UN TRANSFORMADOR DE 1000KVA**

## CAPITULO III DISEÑO DE ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DE MEDIA TENSION

### 3.1 Cálculo y Selección de Circuitos en Media Tensión

El cálculo y selección de los conductores así como el equipamiento eléctrico en media tensión para el presente proyecto se detalla a continuación.

#### 3.1.1 Cable Alimentador en Media Tensión

La capacidad de corriente de los cables de acometida a ser instalados en ductos de concreto se establece en base a las condiciones normales de operación especificadas en el Código Eléctrico del Perú según las cuales se establece lo siguiente:

- Temperatura de suelo	: 20°C
- Resistividad térmica del suelo	: 180°C.cm/W
- Profundidad de tendido	: 1.20 m
- Resistividad térmica del material que constituye el ducto de concreto	: 100°C.cm/W

Para el cable seco la temperatura de operación del conductor será de 75°C y la de cortocircuito 250°C.

Por otro lado, la corriente nominal se calculará en base a la potencia nominal de los transformadores de potencia a ser instalados en la subestación en el corto y mediano plazo, así tenemos:

$$\text{Potencia Nominal} * \text{Transformador} = 1000 \text{ KVA}$$

La capacidad del conductor se determina en base a la siguiente expresión :

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} V}$$

Donde:	I	= Corriente de diseño en A.
	S	= Potencia aparente nominal en KVA.
	V	= Tensión nominal en KV.

Reemplazando:

$$I = \frac{1000}{\sqrt{3} (10)} = 57,73 \text{ A.}$$

Debido a futuras ampliaciones a las que estará sujeta la subestación de QUIOSA S.A., consideremos un incremento de carga futura del 100%, (un transformador más de la misma potencia), entonces:

$$I_{\text{diseño}} = 2 \times 57,73 = 115,46 \text{ A.}$$

### 3.1.2 Sección del Calibre del Conductor

Debemos considerar un conductor con una capacidad mayor a 115.46A. Seleccionando de tablas tenemos que el cable seco Voltenax 3 x 70 mm<sup>2</sup>. con capacidad de 269 A.

### 3.1.3 Condiciones de la Instalación

El cable de energía tripolar, será tendido en ducto de concreto, enterrado a 1.20 m. De profundidad, la resistividad térmica del terreno es de 180°C cm/W y la temperatura del terreno 20°C. Estos parámetros dan los siguientes factores de corrección:

Factor por temperatura del suelo ( $f_t$ )	= 1.00
Factor por resistividad térmica de terreno $f_r$	= 0.83
Factor por resistividad térmica de ducto $f_m$	= 1.00
Factor por profundidad $f_p$	= 0.95
Factor por arreglo de cables (cable tripolar)	= 0.80

### 3.1.4 Verificación de la Capacidad del Cable

$$I = 269 \times 0,83 \times 1,00 \times 0,95 \times 0,80$$

$$I = 169,68 \text{ A.}$$

Este valor es mayor al de la corriente de diseño (115,46 A), por lo que el cable seleccionado es el más óptimo.

### 3.1.5. Cálculo de la Caída de Tensión

De acuerdo al CNE tomo IV, el porcentaje de caída de tensión debe ser menor a 3.5% es decir a 350 V.

La caída de tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$V = \sqrt{3} R I \cos \varnothing$$

Donde:

V	= Caída de tensión en V
R	= Resistencia del conductor 3x70 mm <sup>2</sup> (0,343 Ω/Km)
L	= Longitud del cable (0,115 Km)

$I =$  Corriente de diseño (115,46 A)

$\text{Cos}\phi = 0,9$

Reemplazando valores y parámetros indicados en el catálogo de cables Voltenax de Pirelli, tenemos:

$$V = \sqrt{3} \times 0,343 \times 0,115 \times 115,46 \times 0,9$$

$$V = 7,09 \text{ V}$$

En consecuencia la caída de tensión es menor al 3.5%, (350 V) por lo cual el cable cumple con los requerimientos de instalación.

### 3.1.6 Capacidad de Cortocircuito

La potencia de cortocircuito del cable se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P_{cc} = \frac{V^2}{\frac{V^2 + ZL}{M}}$$

Donde :

$V =$  Tensión en el lado de alta tensión 10 KV

$M =$  Potencia de ruptura en la Subestación 350 MVA, (Dato obtenido de SEAL).

$Z =$  Impedancia del cable 3 x 70 mm<sup>2</sup>, 0,368  $\Omega$ /Km.

$L =$  Longitud de la línea (0,115 Km).

Reemplazando:

$$P_{cc} = \frac{(10)^2}{\frac{(10)^2 + (0,368)(0,115)}{350}}$$

$$P_{cc} = 304.84 \text{ MVA}$$

### 3.1.7 Corriente de Cortocircuito

La corriente de cortocircuito se calcula mediante:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} V}$$

$$I_{cc} = \frac{304,84 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ KV}}$$

$$I_{cc} = 17,59 \text{ KA}$$

Por otro lado, la corriente de cortocircuito admisible o máxima en el cable se obtiene del catálogo del fabricante (Pirelli), de la relación siguiente:

$$I_{CC \text{ MAX.}} = \frac{110 S}{1000 \sqrt{\tau}}$$

$I_{CC \text{ MAX}}$  = Corriente de Cortocircuito

S = Área del conductor

$\tau$  = Tiempo de apertura del interruptor 0,05 seg.

Reemplazando:

$$I_{CC \text{ MAX.}} = \frac{110 \times 70}{1000 \sqrt{0.05}}$$

$$I_{CC \text{ MAX.}} = 34,43$$

Entonces, se tiene que 17,59 KA < 34.43 KA, por lo que concluimos que al ser menor la corriente de cortocircuito calculada para la subestación, que la admisible para el cable de acometida 3 x 70 mm<sup>2</sup>, éste calibre es técnicamente aceptable.

### 3.1.8. Calculo del Interruptor de Potencia

Para el diseño del interruptor de potencia se deberá considerar que éste debe soportar una corriente continua de 2 I<sub>N</sub>, por lo tanto:

$$I_{\text{ interruptor}} = 2I_N = 2 \times 115,46 = 230,92 \text{ A}$$

En régimen de falla tendremos la siguiente corriente de cortocircuito:

$$I_{CC} = \frac{350 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ KV}} = 20,23 \text{ KA}$$

La máxima corriente que presentará durante un corto circuito ha de ser:

$$I_{\text{ choque}} = \sqrt{2} \cdot \tau \cdot I_{CC}$$

Donde  $\tau$  depende de la relación R/X, y como valor práctico se considera igual 1,8; así tenemos:

$$I_{\text{ choque}} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 20,23 = 51.34 \text{ KA}$$

Entonces se elegirá un interruptor de potencia que deberá cumplir con las siguientes características:

$$I_N = 230,92 \text{ A.}$$

$$I_{cc} = 20,23 \text{ KA.}$$

$$I_{ch} = 51,34 \text{ KA.}$$

$$V_N = 10,00 \text{ KV.}$$

### 3.1.9 Dimensionamiento de Barras en 10 Kv.

Para la selección de barras de cobre, usaremos las de sección rectangular de 50 x 5 cm. Cuya capacidad de corriente es de 700 A. (Barras pintadas).

Los parámetros bajo los cuales se realiza el cálculo son:

$$\text{Corriente Nominal } I_N = 115,46 \text{ A.}$$

$$\text{Corriente de cortocircuito, } I_{cc} = 20,23 \text{ KA}$$

$$\text{Corriente de choque, } I_{ch} = 51,34 \text{ KA}$$

La distancia mínima entre barras según el CNE es de acuerdo a la siguiente relación:

$$d = 10 + 1 \text{ cm/KV}$$

$$d = 10 + 1 (10)$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

La distancia recomendada para la separación entre barras y que comúnmente es utilizada a nivel industrial oscila entre 35 a 40 cm.

Para efectos de cálculo de momento flector y de resonancia, definiremos la distancia entre barras en 35 cm. y longitud entre apoyos en 1,20 m.

### Cálculo del Momento Flector y Momento Resistente

Calculamos primero la fuerza sobre las barras debido al esfuerzo electrodinámico.

$$F = 2,04 \frac{L (I_{ch})^2}{d}$$

Donde:

$$I_{ch} = \text{Corriente de choque, } 51,34 \text{ KA.}$$

$$L = \text{Longitud entre apoyos } 1,20 \text{ m.}$$

$$d = \text{distancia entre barras, } 35 \text{ cm.}$$

Reemplazando:

$$F = 2.04 \frac{(1,2) (51,34)^2}{35} \text{ Kgf}$$

$$F = 184.35 \text{ Kg-f}$$

El momento flector para las barras colectoras (viga continua) será:

$$M = \frac{F \times L}{16} [\text{Kg.cm}]$$

$$M = \frac{(184,35 \text{ Kg}) (120 \text{ cm})}{16}$$

$$M = 1,382.62 \text{ Kgf-cm}$$

El momento resistente ( $W_b$ ), calculado será:

$$W_b = \frac{M \times b}{K}$$

Donde K es la carga admisible en la barra de cobre y tiene un valor entre 1000 y 1200 Kg/cm<sup>2</sup>s

Tomaremos como valor el mínimo, es decir 1000 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$W_b = \frac{1382.62}{1000} = 1,382 \text{ cm}^3$$

Para las barras elegidas de 50 x 5 mm. instaladas horizontalmente, su momento resistente se calcula mediante la ecuación:

$$W_{\text{barra}} = \frac{b \times h^2}{6}$$

Donde h = altura y b = base, en cm.

$$W_{\text{barra}} = \frac{(0,5)(5)^2}{6}$$

$$W_{\text{barra}} = 2,083 \text{ cm}^3$$

Entonces como  $W_b < W_{\text{barra}}$ , la selección de la barra y su posición es la correcta.

El coeficiente de seguridad será:

$$C.A. = \frac{W_{\text{barra}}}{W_b} = \frac{2,083}{1,382} = 1,507$$



Lo que significa que tenemos 50% adicional de seguridad para la disposición elegida para las barras.

### Cálculo de Resonancia

La ecuación para el cálculo de resonancia mecánico es la siguiente :

$$f = \frac{112}{L^2} \frac{(E \times J)^{1/2}}{G}$$

Donde:

- f = frecuencia
- E = Módulo de elasticidad del cobre ( $1,25 \times 10^6$  Kg/cm<sup>2</sup>)
- L = Longitud de la barra entre apoyos (120 cm).
- G = Peso lineal de la barra (0,0223 Kg/cm).
- J = Momento inercia  $\frac{b \times h^3}{12} = \frac{(0,5)(5)^3}{12} = 5,208$  cm<sup>3</sup>

Reemplazando:

$$f = \frac{112}{(120)^2} \frac{\sqrt{(1,25 * 10^6)(5,208)}}{0,0223}$$

$$f = 889,89 \text{ Hz.}$$

De este valor deducimos que no habrá esfuerzos mecánicos adicionales sobre la barra, a causa de la resonancia mecánica, pues la frecuencia obtenida no es múltiplo de la frecuencia de la red, ni se encuentra entre los rangos de +10% ó -10% de dicho múltiplo.

### 3.1.10 Cálculo de Esfuerzo Térmico

Empleamos la ecuación de incremento de temperatura

$$\Delta\theta = \frac{K \times I_{cc}^2}{A^2} \cdot (T + \Delta T) \times 100 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Donde:

- $\Delta\theta$  = Sobre elevación de la temperatura en  $^\circ\text{C}$ .
- K = Constante del material, para el cobre, 0,0058
- I<sub>cc</sub> = Corriente de corto circuito, 20,23 KA
- A = Sección de la barra, 250,00 mm<sup>2</sup>
- T = Máximo tiempo de apertura del relé + interruptor (1 seg.)

$\Delta T$  = Diferencial de tiempo para incluir el calentamiento de choque (1,3 seg).

Reemplazando:

$$\Delta\theta = \frac{(0,0058) (20,23)^2}{(2,50)^2} * (1 + 1,3) \times 100$$

$$\Delta\theta = 87,35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Asumiendo que la temperatura ambiente máxima en Arequipa como 20°C, entonces:

$$\theta_f = \theta_o + \Delta\theta$$

$$\theta_f = 20 + 87,35 \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

$$\theta_f = 107,35^\circ\text{C}$$

Lo que indica que la barra seleccionada no sobrepasará en caso de corto circuito, la temperatura máxima admisible para el cobre, es de 200 °C.

### 3.2. Calculo de los Aisladores Portabarras

El esfuerzo de ruptura en el aislador está dado por la fuerza F, en el caso más desfavorable será para el aislador intermedio, entonces:

$$P_t = 2 P$$

$$P_t = 2 ( 184,35 \text{ Kg - f})$$

$$P_t = 368,7 \text{ Kg - f}$$

Según esto y observando catálogos de aisladores, seleccionaremos el aislador de acuerdo a lo siguiente:

Tensión nominal = 12KV

Esfuerzo de ruptura = 750 Kg-f

Tipo = AI-12/750

### 3.3. Ventilación de la Subestación

#### 3.3.1. Cantidad Necesaria de Aire

La cantidad de calor que se deberá evacuar de la subestación estará dada por los KW de pérdidas totales, en los transformadores, los cuales se convierten en calor por el efecto de Joule.

Las pérdidas para un transformador de 1 MVA son:

$$\text{Pérdidas en el hierro } P_o = 1800 \text{ W}$$

$$\text{Pérdidas en el cobre } P_k = 13200 \text{ W}$$

Las pérdidas totales  $P_v$ , se calculan con la siguiente expresión

$$P_v = P_o + a^2 P_k$$

Donde,  $a = S/S_n$ , es la relación entre la carga de trabajo y la carga nominal del transformador. Entonces para 100 % de carga tenemos:

$$P_v = 1.80 + (1)^2 13,2 \text{ KW}$$

$$P_v = 15 \text{ KW}$$

Para esta primera etapa se considera un transformador de 1 MVA, entonces las pérdidas totales en la subestación serán 15 KW. La masa de aire para evacuar esta cantidad de calor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$m = \frac{P_v}{C_p (\Delta T)}$$

Donde:

$m$  = Masa de aire en Kg/s

$C_p$  = Calor específico promedio del aire en Arequipa 1,008 KW.s/Kg. °C

$\Delta T$  = Incremento de la temperatura del aire en el interior de la subestación, respecto a la temperatura promedio del ambiente, 18 °C

Reemplazando:

$$m = \frac{15}{(1,008)(12)}$$

$$m = 1,24 \text{ Kg/s}$$

Para un valor promedio de densidad del aire en Arequipa, de  $\rho = 0,781 \text{ Kg/m}^3$ , el valor, V, del flujo de aire será:

$$V = \frac{1,24 \text{ Kg/s}}{0,781 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V = 1,587 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 5,713.20 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

### 3.3.2 Selección de los Ventiladores

Del catálogo DELCROSA-MARELLI, seleccionamos dos ventiladores modelo VAV18, que tienen las siguientes características:

<b>VENTILADOR</b>		
Clase	:	axial
Tipo	:	VAV18
<b>MOTOR</b>		
Tipo	:	NV 80 a 4
Potencia	:	0,9 HP
Velocidad	:	1800 RPM
Tensión	:	220/440 V
Frecuencia	:	60 Hz.
<b>CAPACIDAD</b>		
8517 m <sup>3</sup> /hr		
<b>PESO</b>		
28 Kg.		
<b>DIMENSIONES DEL EQUIPO</b>		
Largo	:	590 mm
Altura	:	590 mm
Fondo	:	334 mm

### 3.3.3 Renovación del Aire de la Subestación

Las dimensiones de la subestación son las siguientes:

Largo	:	10,00 m
Ancho	:	4,75 m

Alto	:	4,00 m
Volumen	:	190 m <sup>3</sup>

El flujo del ventilador es  $8517 \text{ m}^3/\text{h} = 2,36 \text{ m}^3/\text{s}$ ; entonces el cambio total de volumen de aire de la subestación se realizará en:

$$\text{tiempo} = \frac{190 \text{ m}^3}{2,36 \text{ m}^3/\text{s}}$$

**tiempo = 80,50 segundos**

Lapso suficiente para evacuar la cantidad de calor radiado por los transformadores.

Para optimizar el funcionamiento de los ventiladores, se implementará un control termostático de bulbo, que controle la temperatura máxima y mínima de aire dentro de la subestación.

## **CAPITULO IV DISEÑO DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES**

### **4.1.-Cálculo de Circuitos, Selección de Equipos**

De acuerdo al problema se planteó un modelo operativo factible orientado a la optimización garantizando un servicio de calidad, con una minimización de costos, dicha minimización incluye estrategias oportunas, eficientes y eficaces para asegurar la continuidad del servicio eléctrico de manera satisfactoria.

#### **4.1.1. Relación de Motores**

Los motores se identifican en los planos del proyecto con la siguiente numeración:

- MMC 200	AL. MINERALE	2.2
- MMC 201	AL. MINERALE	4.1
- MMC 202	AL. R200	2.2
- MMC 209	FANGHIMS "01	4
- MMC 210	AL.AC. BORICO	2.2
- MMC 211	AL.AC. BORICO	0.55
MMC 212	AL.AC. BORICO	1.5
- MMC 214	FLOCULANTE	
- MMC 220	AL.AC BORICO	0.37
- MMC 211	AL.AC BORICO	2.5
- MMC 222	AL.AC BORICO	2.5
- MME 200	R200	11
- MME 201	FILTRO MS200	2.2
- MME 204	S204	2.2
- MM3	S205	4
- MME 206	S206	1.5
MME 207	S207	1.5
- MME	S208	2.2
- MME 210	CR200	9.2
- MME 212	S212	1.1

-	MME 214 A/B/C	DISOL.FLOC	1.2
-	MME 220	INSAC ABO	9
-	MME 221	BIG-BAG	3.5
-	MME 10 A	S10	2.2
-	MME 10 B	S10	2.2
-	MMS 201/MP	FIL.TORBIDA	2.2+0.16
-	MMS 210/MP	SEP.AC.BORI	95+1.5
-	MMS 221	AC. BORICO	2.2
-	MK 2*	BRUCIATORE	12/2/28*
-	MK 11 A	TORRE RAFFR.	7.5
-	MK 11 B	TORRE RAFF.	7.5
-	MK 200	ASP.VAP. R200	5.5
-	MK 21	ARIA SOF. FILTRO	11.2
-	MK 23	ARIA STRUMEN.	30
-	MK 24	ARIA STRUMEN.	30
-	MK 220	ESSICCAMENTO	37
-	MK 221	ESSICCAMENTO	22
-	MP 01A	H2SO4	3
-	MP 01B	H2SO4	3
-	MP 02	RESID. A E02	2
-	MP 03A	OLIO DIAT.	22
-	MP 03B	OLIO DIAT.	22
-	MP 05	DIESEL S6	1.25
-	MP 06	DIESEL GE	1.25
-	MP 07	RESID. A S8	1
-	MP 08	RESID. S08	1
-	R 08	RISCAL R500	27
-	MP 10	ACQ. MADRI	4
-	MP 11	ACQ. RAFFR.	45
	MP 12	ACQ. IND.	4
-	MP 13	ACQ. POT	4
-	MP 14	ACQ. CALDA	4
-	MP 20	OLIO DIAT AL	2
-	MP 21	VUOTO MS201	75
-	MP 22	VUOTO CR200	17.9
-	MP 200	SOL. S202	30
-	MP 202	AL CR200	7.5

- MP 203	LAV. MS201	5.5
- MP 204	AL. R200	19
- MP 205	AK. R200	19
- MP 206	AL. S205/204	4
- MP 207	AL. S203	11
- MP 208	ALIM. S10	3
- MP 209	FANGHI	7.5+2.3
- MP 210	AL. MS208	4
- MP 211	LAV. MS210	11
- MP 212	CELITE MS206	4
- MP 213	A.M. CR200	7.5
- MP 220	OLIO MS210	1.5

#### 4.1.2. Cálculos Eléctricos y Selección

El cálculo y selección de los conductores así como el equipamiento eléctrico en baja tensión para el presente proyecto se detalla a continuación.

#### 4.1.3 Cálculo para Cables Alimentadores a Motores

La corriente nominal se calcula en base a la potencia nominal del Motor Eléctrico a ser instalados en la Planta Industrial, así tenemos:

Para el Motor MP203 tiene como:

$$\text{Potencia Nominal} = 5,5 \text{ KW}$$

La capacidad del conductor se determina en base a la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \times \cos\phi}$$

Donde: I = Corriente de diseño en A.

P = Potencia activa nominal en KW.

V = Tensión nominal en KV.

cos $\phi$  = Factor de potencia promedio (0.85).

Reemplazando:

$$I = \frac{5,5 \text{ KW}}{\sqrt{3} (440)(0.85)} = 8.5 \text{ A.}$$

Según el Código Nacional de Electricidad, se considera 25% como factor de seguridad del cable entonces:

$$I \text{ diseño} = 1.25 \times 8,5 = 10,6 \text{ A.}$$



#### 4.1.4 Sección del Calibre del Conductor

Debemos considerar un conductor con una capacidad mayor a 10,6A. Seleccionando de tablas del fabricante tenemos que el cable SJTO 3x2,5mm<sup>2</sup> tiene una capacidad de 24 A.

El cable está dimensionado considerando sobrecargas y/o ampliaciones a futuro.

#### 4.1.5 Condiciones de la Instalación

El cable de energía tripolar, será tendido en canaleta. Las condiciones de instalación tienen los siguientes factores de corrección:

$$\text{Factor por resistividad térmica de ducto } f_m = 1.00$$

$$\text{Factor tendido de canaleta cerrada } f_c = 0.95$$

$$\text{Factor por arreglo de cables (cable tripolar)} = 0.80$$

#### 4.1.6 Verificación de la Capacidad del Cable

$$I = 24 \times 1,00 \times 0,95 \times 0,80$$

$$I = 18,24A.$$

Este valor es mayor al de la corriente de diseño (10,6A), por lo que el cable seleccionado es el más óptimo.

#### 4.1.2.5 Cálculo de la Caída de Tensión

De acuerdo al CNE tomo IV, el porcentaje de caída de tensión debe ser menor a 3.5% es decir a 15,4V.

La caída de tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$V = \sqrt{3} R I \cos \varnothing$$

Donde:

$$V = \text{Caída de tensión en V}$$

$$R = \text{Resistencia del conductor } 3x2,5\text{mm}^2 (7,41\Omega/\text{Km})$$

$$L = \text{Longitud del cable (0,020 Km)}$$

$$I = \text{Corriente de diseño (10,6A)}$$

$$\text{Cos}\varnothing = 0,85$$

Reemplazando valores y parámetros indicados, tenemos:

$$V = \sqrt{3} \times 7,41 \times 0,020 \times 10,6 \times 0,85$$

$$V = 4.19V$$

En consecuencia la caída de tensión es menor al 3.5%, (15.4V) por lo cual el cable cumple con los requerimientos del Código Eléctrico Nacional.

A continuación se presenta los diagramas unifilares de Circuitos de Centro de Control de Motores (CCMs.).

## CAPITULO V DISEÑO DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CIRCUITOS SECUNDARIOS DE FUERZA

### 5.1 Cálculos y Selección de Iluminación y Circuitos Secundarios

El cálculo y selección de los conductores así como el equipamiento eléctrico en baja tensión para el presente proyecto se detalla a continuación.

#### 5.1.1 Ejemplo de Cálculo para Cables Alimentadores a Circuitos Secundarios

La corriente nominal se calculará en base a la potencia nominal de las cargas secundarias instaladas en la Planta Industrial, así tenemos:

Para el Tablero STF1-1 tiene como:

Potencia Nominal = 8 KW

La capacidad del conductor se determina en base a la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \times \cos\phi}$$

Donde: I = Corriente de diseño en A.

P = Potencia activa nominal en KW.

V = Tensión nominal en KV.

cos $\phi$  = Factor de potencia promedio (0.85).

Reemplazando:

$$I = \frac{8,0 \text{ KW}}{\sqrt{3} (440)(0.85)} = 12,35A.$$

Según el Código Nacional de Electricidad, se considera 25% como factor de seguridad del cable entonces:

$$I \text{ diseño} = 1.25 \times 12,35 = 15,44 \text{ A.}$$

### 5.1.2. Sección del Calibre del Conductor

Debemos considerar un conductor con una capacidad mayor a 15.44A. Seleccionando de tablas del fabricante tenemos que el cable SJTO 3x6mm<sup>2</sup> tiene una capacidad de 41A.

### 5.1.3 Condiciones de la Instalación

El cable de energía tripolar, será tendido en canaleta. Las condiciones de instalación tienen los siguientes factores de corrección:

Factor por resistividad térmica de ducto $f_m$	= 1.00
Factor tendido de canaleta cerrada $f_c$	= 0.95
Factor por arreglo de cables (cable tripolar)	= 0.80

### 5.1.4 Verificación de la Capacidad del Cable

$$I = 41 \times 1,00 \times 0,95 \times 0,80$$

$$I = 31,16A.$$

Este valor es mayor al de la corriente de diseño (15,44A), por lo que el cable seleccionado es el más óptimo.

### 5.1.5 Calculo de la Caída de Tensión

De acuerdo al CNE tomo IV, el porcentaje de caída de tensión debe ser menor a 3.5% es decir menor a 15,4V.

La caída de tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$V = \sqrt{3} R I \cos \varnothing$$

Donde:

V	= Caída de tensión en V
R	= Resistencia del conductor 3x6 mm <sup>2</sup> (3,08Ω/Km)
L	= Longitud del cable (0,040 Km)
	= Corriente de diseño (15,44A)
Cos $\varnothing$	= 0,85

Reemplazando valores y parámetros indicados, tenemos:

$$V = \sqrt{3} \times 3,08 \times 0,040 \times 15,44 \times 0,85$$

$$V = 2.80V$$

En consecuencia la caída de tensión es menor al 3.5%, (15.4V) por lo cual el cable cumple con los requerimientos de instalación.

### 5.1.6 Cálculo y Selección Circuitos de Fuerza

El cálculo y selección de los conductores así como el equipamiento eléctrico en baja tensión para el presente proyecto se detalla a continuación.

#### Ejemplo de Cálculo para Cables Alimentadores en Baja Tensión

La capacidad de corriente de los cables de acometida a ser instalados en ductos de concreto se establece en base a las condiciones normales de operación especificadas en el Código Eléctrico del Perú según las cuales se establece lo siguiente:

- Temperatura de suelo : 20°C
- Resistividad térmica del suelo : 180°C.cm/W
- Profundidad de tendido : 1.20 m
- Resistividad térmica del material  
que constituye el ducto de concreto : 100°C.cm/W

Para el cable NYY la temperatura de operación del conductor será de 75°C y la de cortocircuito 250°C.

Por otro lado, la corriente nominal se calculará en base a la potencia nominal del Tablero Eléctrico a ser instalados en la subestación en el corto y mediano plazo, así tenemos:

Para el Tablero General TG1-1 y su carga TA1-1

Potencia Nominal : 50 KW

La capacidad del conductor se determina en base a la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \times \cos\phi}$$

- Donde:
- I = Corriente de diseño en A.
  - P = Potencia activa nominal en KW.
  - V = Tensión nominal en KV.
  - cosφ = Factor de potencia promedio (0.85).

Reemplazando:

$$I = \frac{50 \text{ KW}}{\sqrt{3} (440)(0.85)} = 77,27 \text{ A.}$$

Según el código Nacional de electricidad, se considera 25% como factor de seguridad del cable entonces:

$$I \text{ diseño} = 1.25 \times 77,27 = 96.58 \text{ A.}$$

### Selección del Calibre del Conductor

Debemos considerar un conductor con una capacidad mayor a 96.58A. Seleccionando de tablas C.N.E. tenemos que el cable 2NYY 3X16mm<sup>2</sup> tiene una capacidad de 170 A.

### Condiciones de la Instalación

El cable de energía tripolar, será tendido en ducto de concreto, enterrado a 1.20 m. De profundidad, la resistividad térmica del terreno es de 180°C cm/W y la temperatura del terreno 20°C. Estos parámetros dan los siguientes factores de corrección:

$$\text{Factor por temperatura del suelo } (f_t) = 1.00$$

$$\text{Factor por resistividad térmica de terreno } f_r = 0.83$$

$$\text{Factor por resistividad térmica de ducto } f_m = 1.00$$

$$\text{Factor por profundidad } f_p = 0.95$$

$$\text{Factor por arreglo de cables (cable tripolar) } = 0.80$$

### Verificación de la Capacidad del Cable

$$I = 170 \times 0,83 \times 1,00 \times 0,95 \times 0,80$$

$$I = 107,24A.$$

Este valor es mayor al de la corriente de diseño (96,58A), por lo que el cable seleccionado es el más óptimo.

### Cálculo de la Caída de Tensión

De acuerdo al CNE tomo IV, el porcentaje de caída de tensión debe ser menor a 3.5% es decir a 15.4V.

La caída de tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$V = \sqrt{3} R I \cos \varnothing$$

Donde :

V = Caída de tensión en V

R = Resistencia del conductor 3x16 mm<sup>2</sup> (1,150Ω/Km)

L = Longitud del cable (0,050 Km)

I = Corriente de diseño (96,58A)

Cos $\varnothing$  = 0,85

Reemplazando valores y parámetros indicados, tenemos:

$$V = \sqrt{3} \times 1,15 \times 0,050 \times 96,58 \times 0,85$$

$$V = 14,83 V$$

En consecuencia la caída de tensión es menor al 3.5%, (15.4V) por lo cual el cable cumple con los requerimientos de instalación.

A continuación se presenta los diagramas unifilares de Circuitos de Fuerza.

**CUADRO RESUMEN DE CABLES ALIMENTADORES DE DE CADA  
CIRCUITO DE FUERZA SECUNDARIA**

## **5.2 Especificaciones para Instalación y Montaje de Circuitos de los Tableros y Sub-Tableros de Alumbrado**

### **5.2.1 Generalidades**

#### **5.2.2 Objetivo**

El objetivo de ésta especificación es definir los criterios que se tendrá en cuenta para la realización de la Instalación y montaje de los circuitos de Tableros y Subtableros de alumbrado, lo cual incluye la especificación técnica de los materiales que se utilicen en su ejecución.

Al instalar se deberá cumplir con cada uno de los puntos referidos en ésta especificación.

#### **5.2.3 Alcances**

Las especificaciones para la Instalación y montaje de Circuitos de Tableros y Subtableros de Alumbrado se limitarán a normar la ejecución de:

-Instalación de todos los Tableros y Subtableros de Alumbrado y Tomacorrientes.

- \* Tablero de Alumbrado TA1-1
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-2
- \* Subtablero de Alumbrado STA2-2
- \* Subtablero de Alumbrado STA3-2
- \* Subtablero de fuerza STF1-2
- \* Subtablero de Alumbrado STA2-3
- \* Tablero de Alumbrado TA1-4
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-4
- \* Subtablero de Alumbrado STA2-4
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-5
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-6

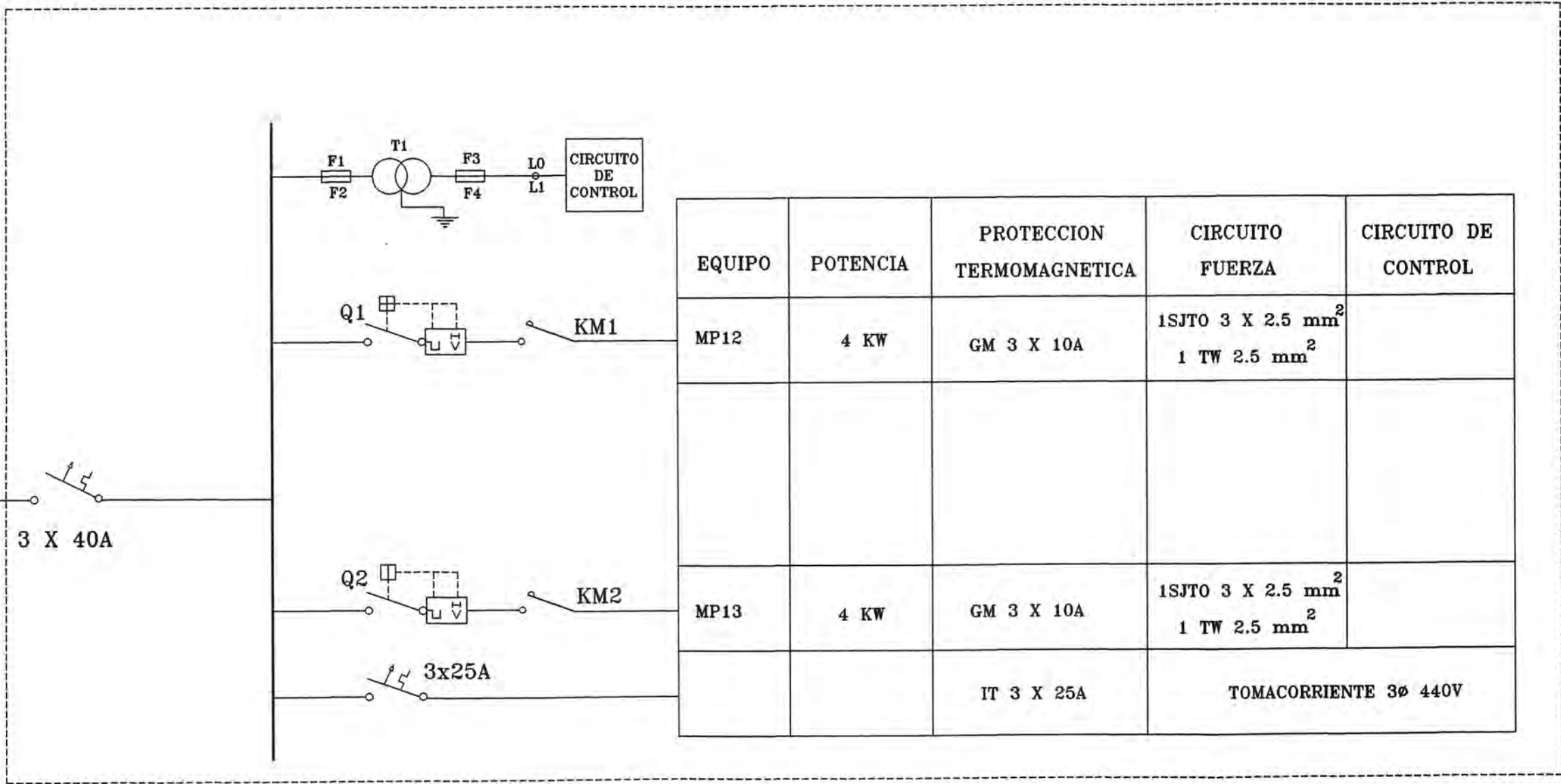
A continuación se presenta los diagramas unifilares de Circuitos Secundarios y Alumbrado.



VIENE DE TG1 - 1

1 (STO 3 X 6 mm<sup>2</sup>)  
1 (TW 4mm<sup>2</sup>)

MD = 8 KW



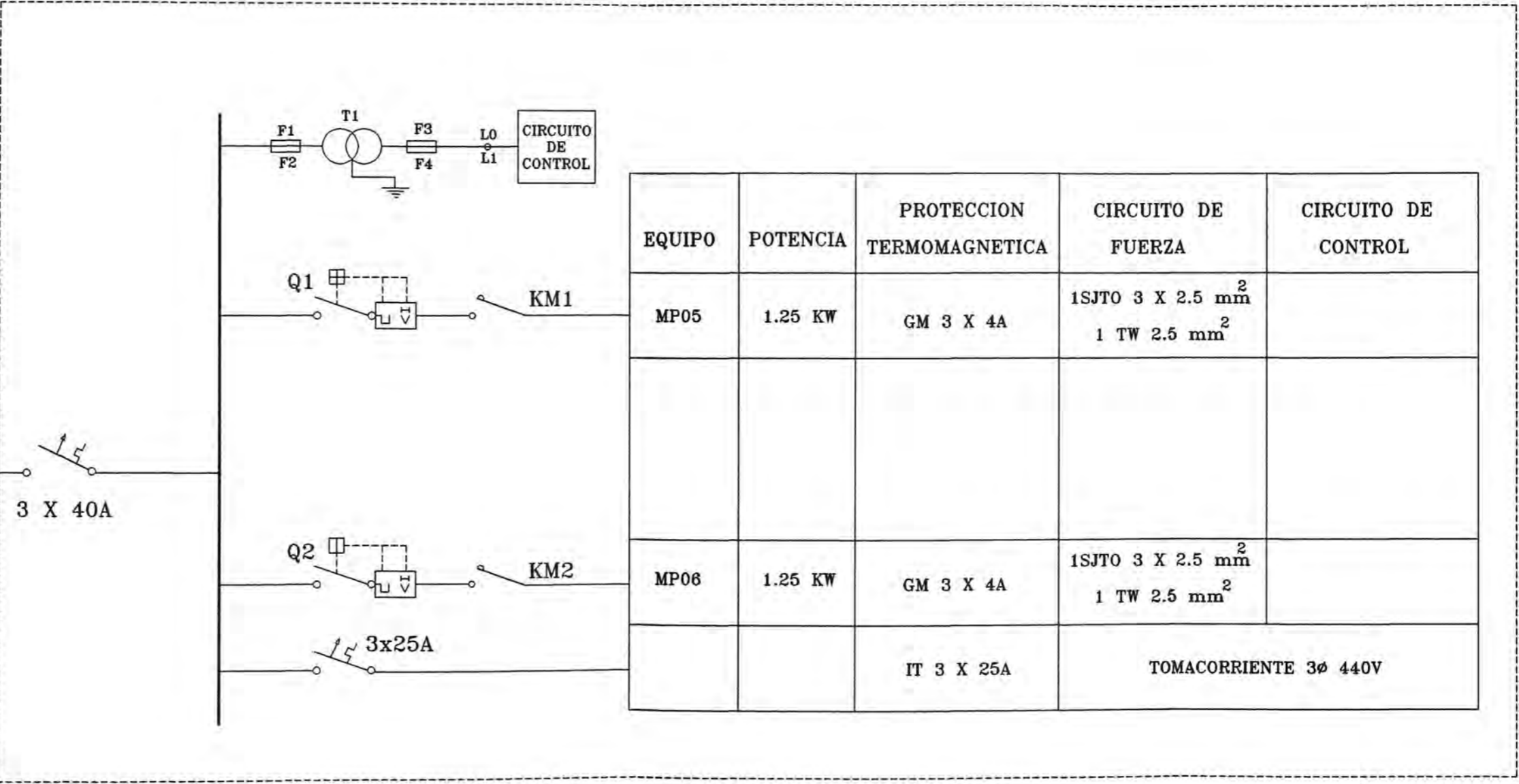
LEYENDA	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	GUARDAMOTOR
	CONTACTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED162	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SETIEMBRE 98	<b>ESQUEMA UNIFILAR</b> <b>SUBTABLERO DE FUERZA STF1-1</b>		
ESCALA : INDICADA			
FORMATO : A - 4			

VIENE DE TG 1 - 1

1 (SJTO 3 X 6 mm<sup>2</sup>)  
1 (TW 2.5 mm<sup>2</sup>)



MD = 2.5 KW

EQUIPO	POTENCIA	PROTECCION TERMOMAGNETICA	CIRCUITO DE FUERZA	CIRCUITO DE CONTROL
MP05	1.25 KW	GM 3 X 4A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	
MP06	1.25 KW	GM 3 X 4A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	
		IT 3 X 25A	TOMACORRIENTE 3Ø 440V	

LEYENDA	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	GUARDAMOTOR
	CONTACTOR

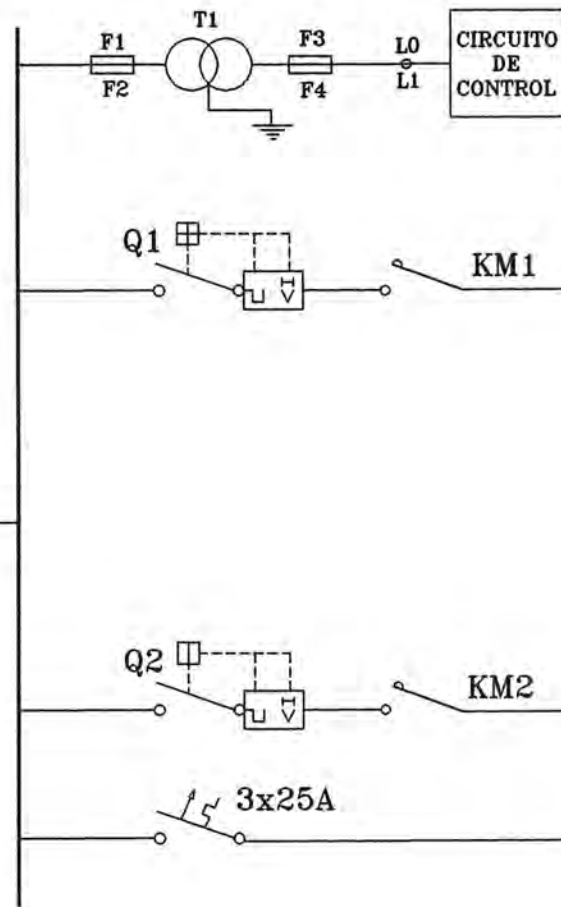
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED163	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SEPTIEMBRE 98	ESQUEMA UNIFILAR SUBTABLERO DE FUERZA STF2-1		
ESCALA : S / E			
FORMATO : A - 4			

VIENE DE TG 1 - 1

1 (SJTO 3 X 6 mm<sup>2</sup>)  
1 (TW 2.5 mm<sup>2</sup>)

3 X 40A

MD = 5.4 KW



EQUIPO	POTENCIA	PROTECCION TERMOMAGNETICA	CIRCUITO DE FUERZA	CIRCUITO DE CONTROL
MK03	2.7 KW	GM 3 X 6.3A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	
MK04	2.7 KW	GM 3 X 6.3A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	
		IT 3 X 25A	TOMACORRIENTE 3ø 440V	

### LEYENDA

	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	GUARDAMOTOR
	CONTACTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

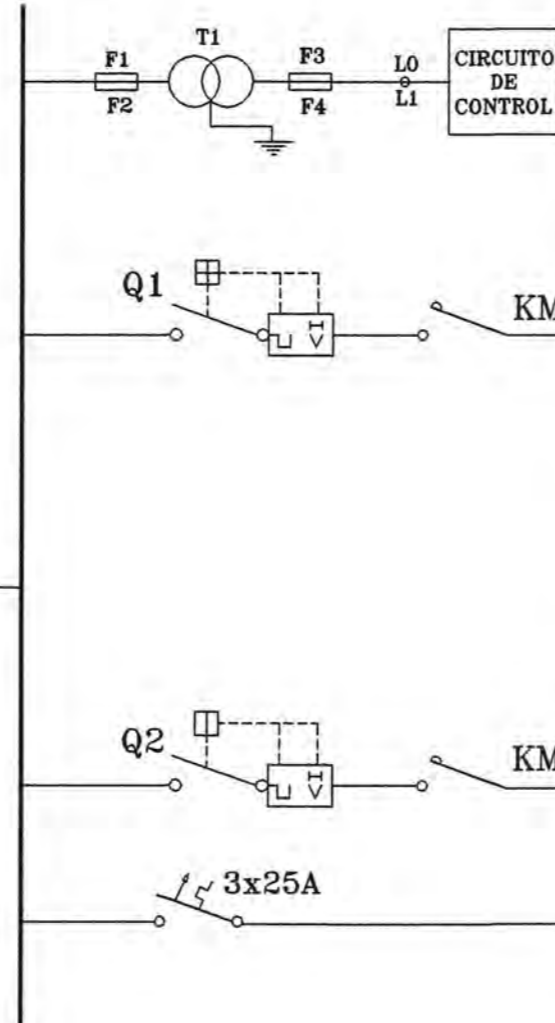
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED164	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.			
FECHA : SEPTIEMBRE 98	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 4			
			ESQUEMA UNIFILAR SUBTABLERO DE FUERZA STF3-1

VIENE DE TF 1-4

1 (STO 3 X 6 mm<sup>2</sup>)  
1 (TW 4 mm<sup>2</sup>)

3 X 25A

MD = 6.3 KW



EQUIPO	POTENCIA	PROTECCION TERMOMAGNETICA	CIRCUITO DE FUERZA	CIRCUITO DE CONTROL
MMC200	2.2 KW	GM 3 X 6.3A	1SJTO 3 X2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	
MMC201	4.1 KW	GM 3 X 10A	1SJTO 3 X2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	
		IT 3 X 25A	TOMACORRIENTE 3ø 440V	

### LEYENDA

	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	GUARDAMOTOR
	CONTACTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED165	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.		PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO	
FECHA : SEPTIEMBRE 98		DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO DE FUERZA STF 1-4	
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 4			

## **5.2 Especificaciones para Instalación y Montaje de Circuitos de los Tableros y Sub-Tableros de Alumbrado**

### **5.2.1 Generalidades**

#### **5.2.2 Objetivo**

El objetivo de ésta especificación es definir los criterios que se tendrá en cuenta para la realización de la Instalación y montaje de los circuitos de Tableros y Subtableros de alumbrado, lo cual incluye la especificación técnica de los materiales que se utilicen en su ejecución.

Al instalar se deberá cumplir con cada uno de los puntos referidos en ésta especificación.

#### **5.2.3 Alcances**

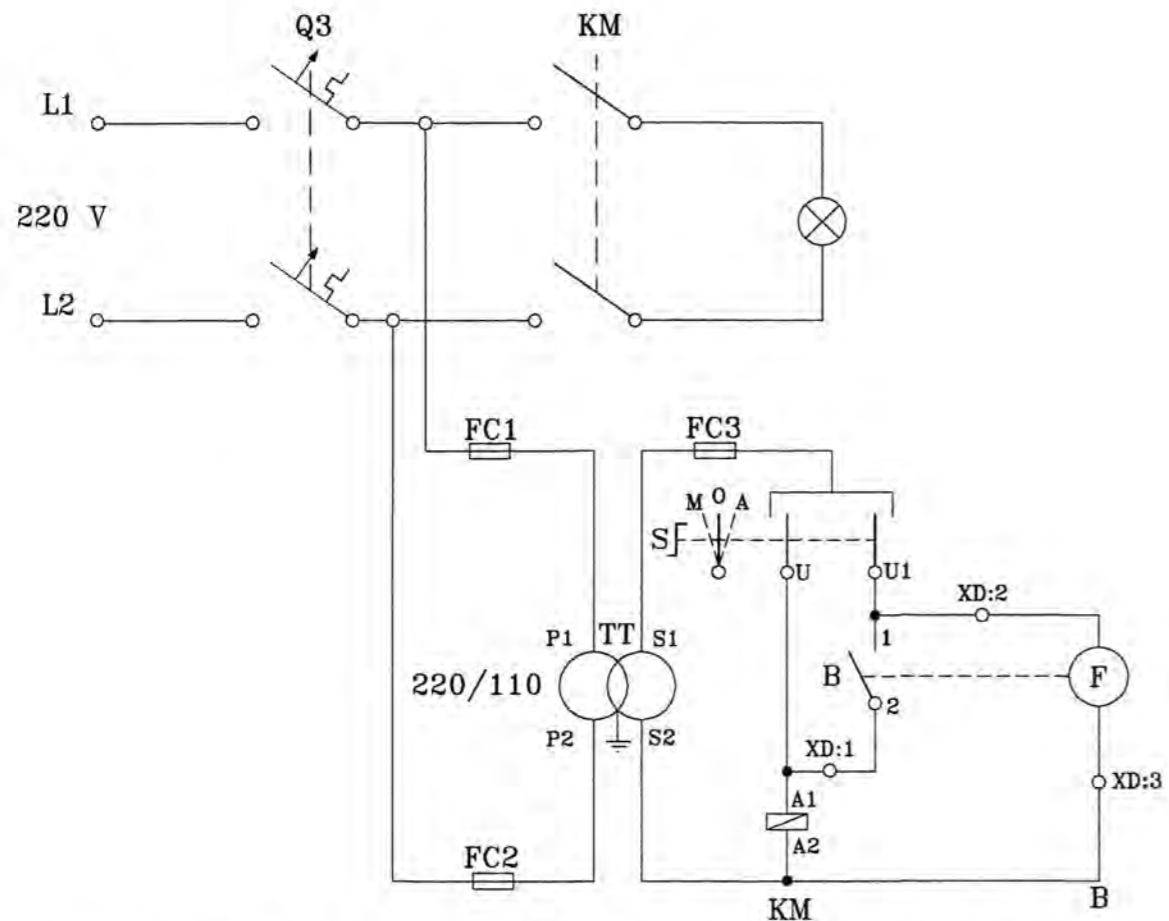
Las especificaciones para la Instalación y montaje de Circuitos de Tableros y Subtableros de Alumbrado se limitarán a normar la ejecución de:

-Instalación de todos los Tableros y Subtableros de Alumbrado y Tomacorrientes.

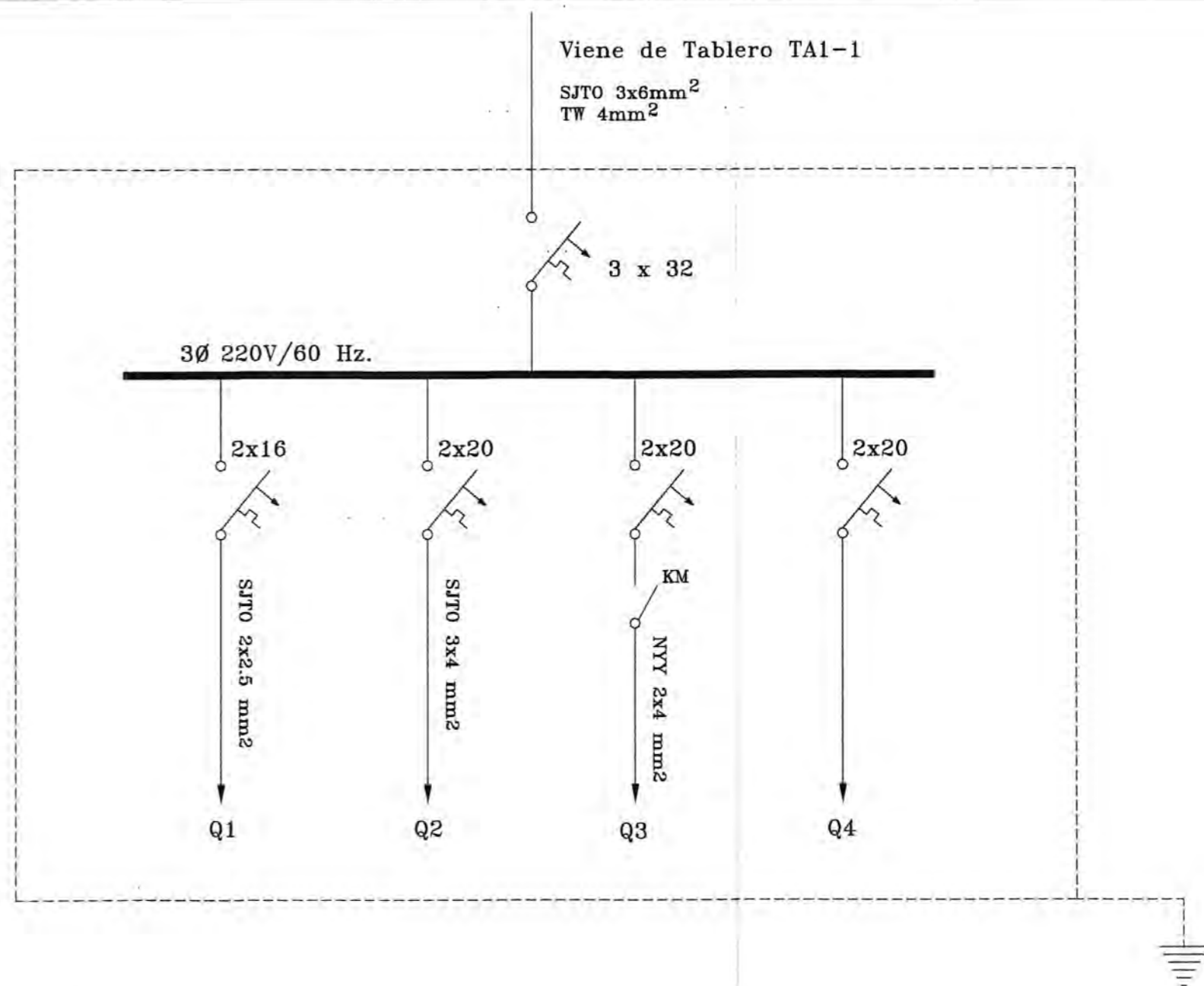
- \* Tablero de Alumbrado TA1-1
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-2
- \* Subtablero de Alumbrado STA2-2
- \* Subtablero de Alumbrado STA3-2
- \* Subtablero de fuerza STF1-2
- \* Subtablero de Alumbrado STA2-3
- \* Tablero de Alumbrado TA1-4
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-4
- \* Subtablero de Alumbrado STA2-4
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-5
- \* Subtablero de Alumbrado STA1-6

A continuación se presenta los diagramas unifilares de Circuitos Secundarios y Alumbrado.





CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL PARA ALUMBRADO EXTERIOR



LEYENDA	
	FOTOCELDA 110 V
	FUSIBLE
	LUMINARIA DE ALUMBRADO EXT.
	BOBINA DE CONTACTOR (KM)
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

- Q1 : ALUMBRADO PESAJE, OFICINA, GARITA
- Q2 : TOMACORRIENTES PESAJE, OFICINA, GARITA
- Q3 : ALUMBRADO EXTERIOR
- Q4 : RESERVA

NOTA : LAS CAPACIDADES DE CORRIENTE DE LOS INTERRUPTORES ESTAN DADOS EN AMPERIOS.

Viene de Tablero TA1-1

SJT0 3x6mm<sup>2</sup>  
TW 4mm<sup>2</sup>

3 x 32

3Ø 220V/60 Hz.

2x16

2x20

2x20

2x20

Q1

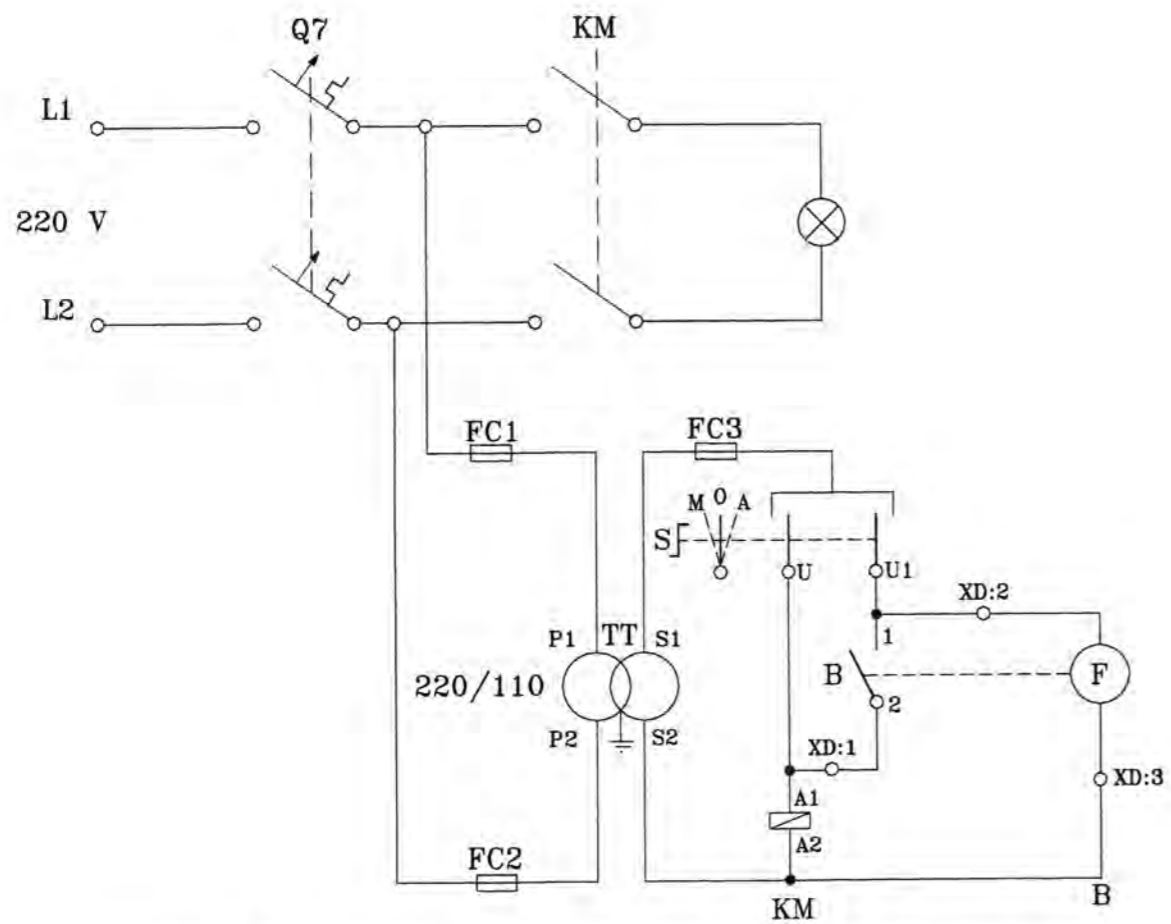
Q2

Q3

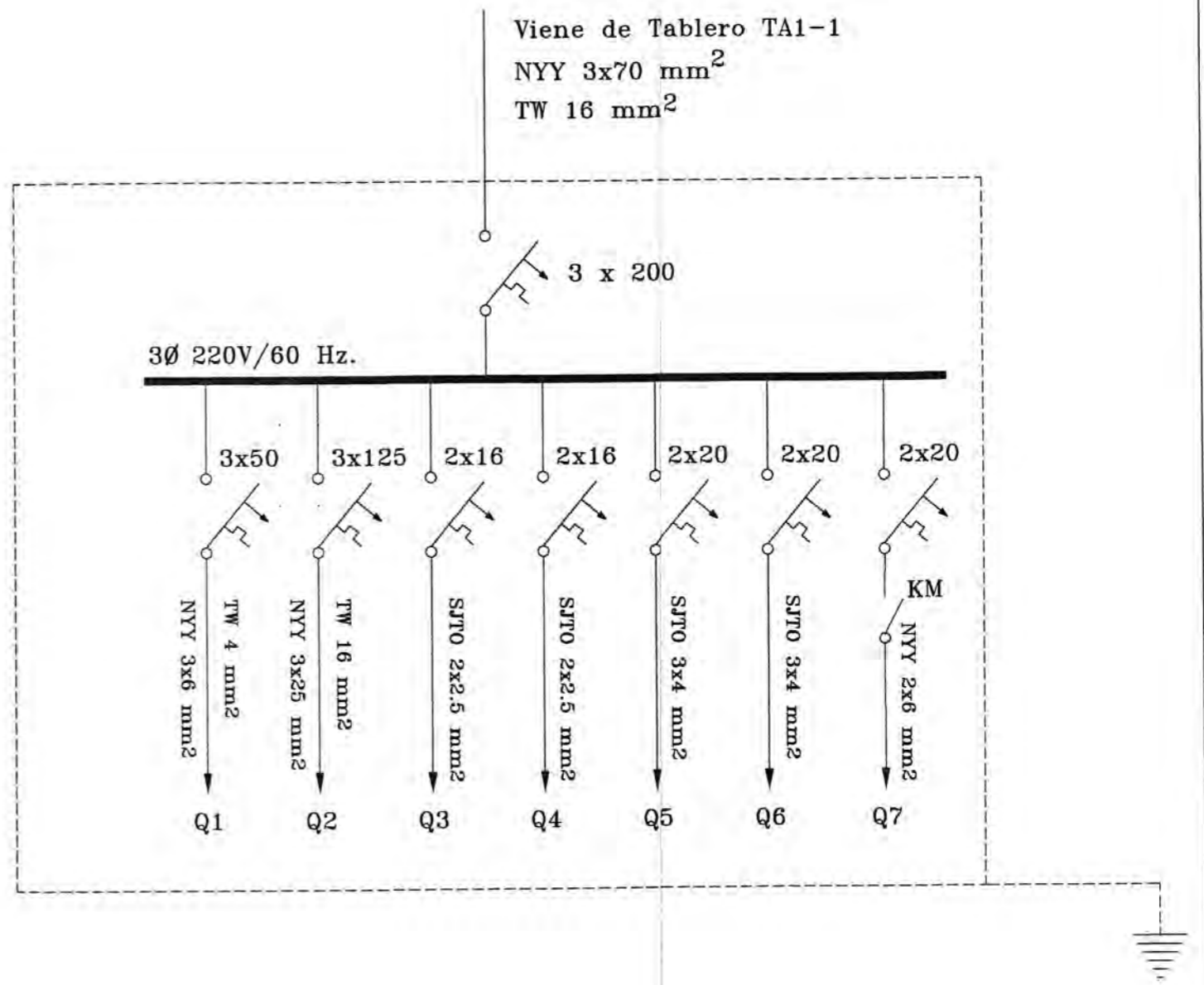
Q4

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED176	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SEPTIEMBRE 98	ESQUEMA UNIFILAR SUB-TABLERO DE ALUMBRADO STA1-3		
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 4			



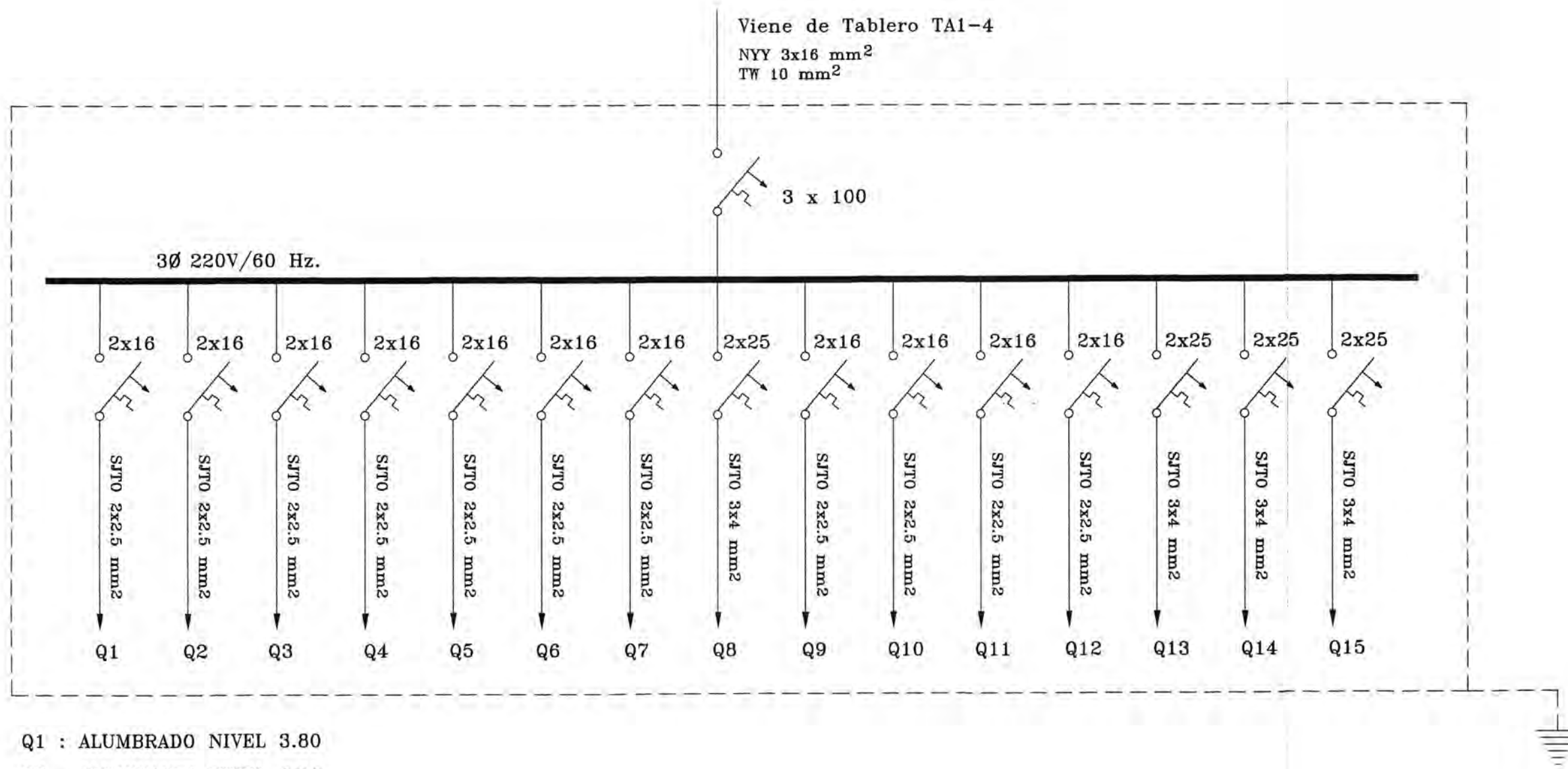
CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL PARA ALUMBRADO EXTERIOR



LEYENDA	
	FOTOCELDA 110 V
	FUSIBLE
	LUMINARIA DE ALUMBRADO EXT.
	BOBINA DE CONTACTOR (KM)
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

- Q1 : STA2-2
- Q2 : STA3-2
- Q3 : ALUMBRADO DE ALMACEN DE PASO Y OFICINA
- Q4 : ALUMBRADO DE ALMACEN GENERAL
- Q5 : TOMACORRIENTES, ALMACEN DE PASO Y OFICINAS
- Q6 : TOMACORRIENTES, ALMACEN GENERAL
- Q7 : ALUMBRADO EXTERIOR

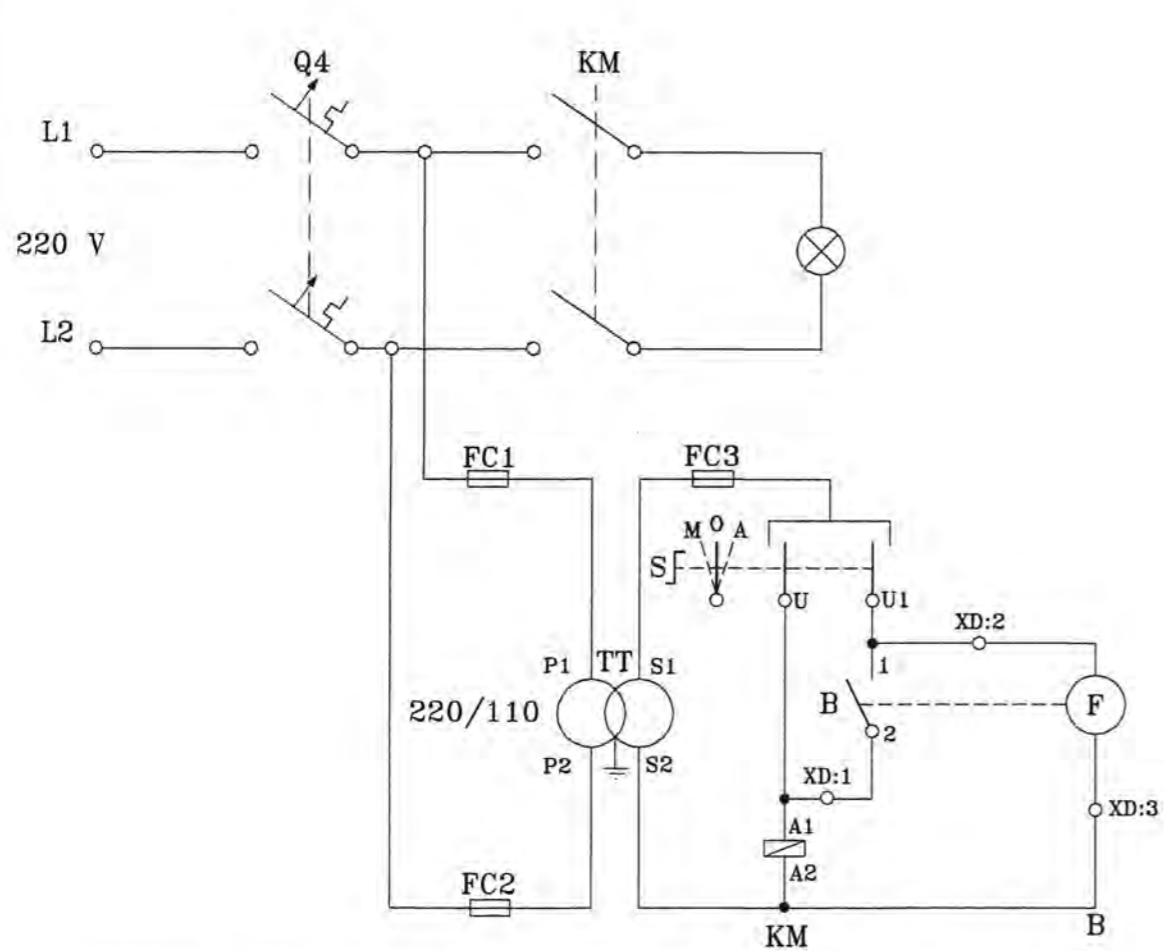
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED177	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SEPTIEMBRE 98	ESQUEMA UNIFILAR SUB TABLERO DE ALUMBRADO STA1-2		
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 4			



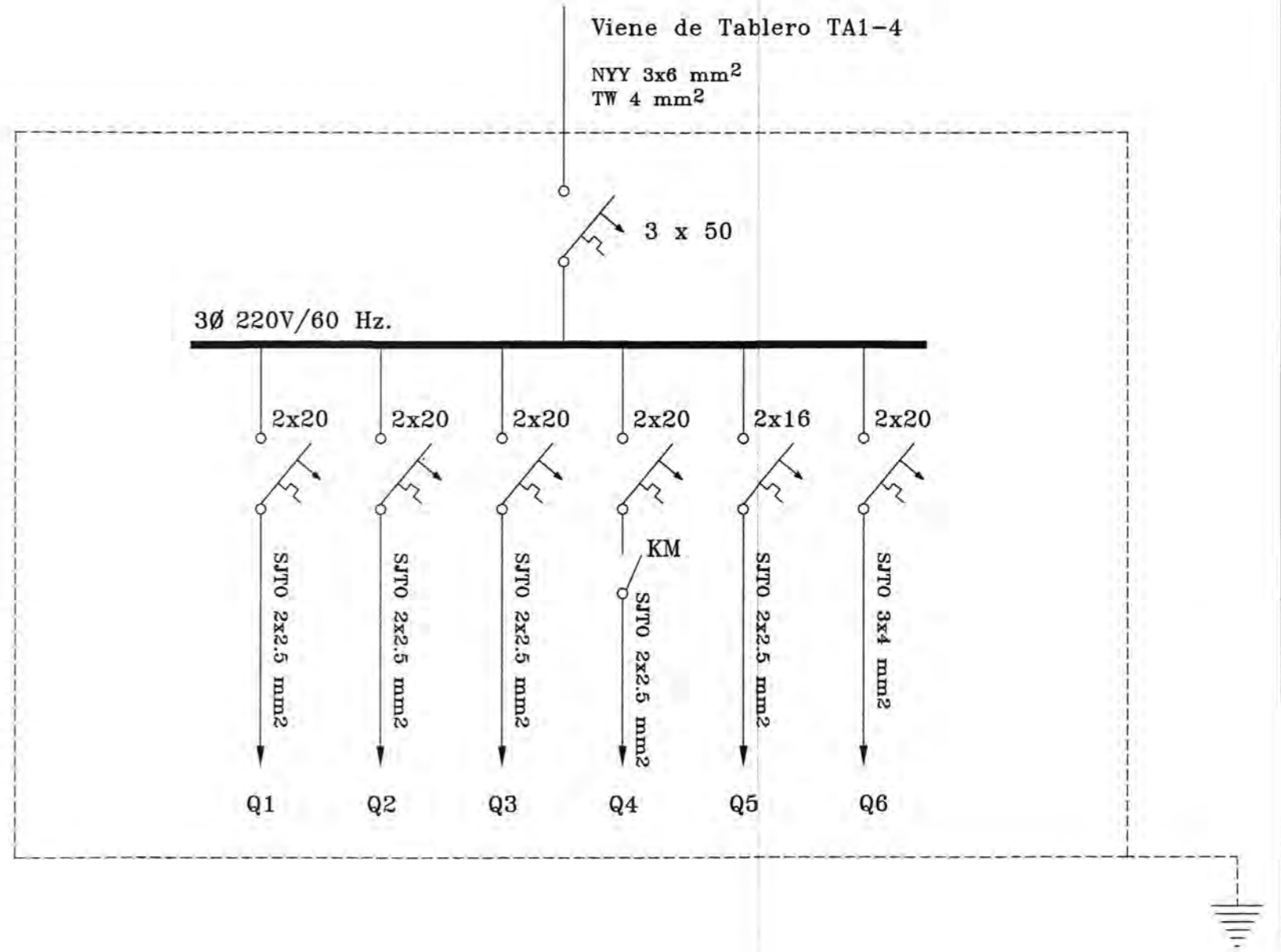
- Q1 : ALUMBRADO NIVEL 3.80
- Q2 : ALUMBRADO NIVEL 3.80
- Q3 : ALUMBRADO NIVEL 3.80
- Q4 : ALUMBRADO COMEDOR VESTUARIO NIVEL 3.80
- Q5 : LAMPARA CRISTALIZADOR
- Q6 : ALUMBRADO NIVEL 10.60
- Q7 : ALUMBRADO CUARTO DE CONTROL, LABORATORIO, OF. JEFE DE TURNO NIVEL 10.60
- Q8 : TOMACORRIENTES CUARTO DE CONTROL, LABORATORIO, OF. JEFE DE TURNO NIVEL 10.60
- Q9 : ALUMBRADO NIVEL 10.60
- Q10: ALUMBRADO NIVEL 14.00
- Q11: ALUMBRADO NIVEL 14.00
- Q12: ALUMBRADO NIVEL 14.00
- Q13: TOMACORRIENTES NIVEL 3.80
- Q14: LAMPARAS DE ENSACADO
- Q15: LAMPARAS DE EMERGENCIA NIVEL 0.00-3.80-10.60

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED181	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.		PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO	
FECHA : SEPTIEMBRE 98		ESQUEMA UNIFILAR SUB TABLERO DE ALUMBRADO STA1-4	
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 4			





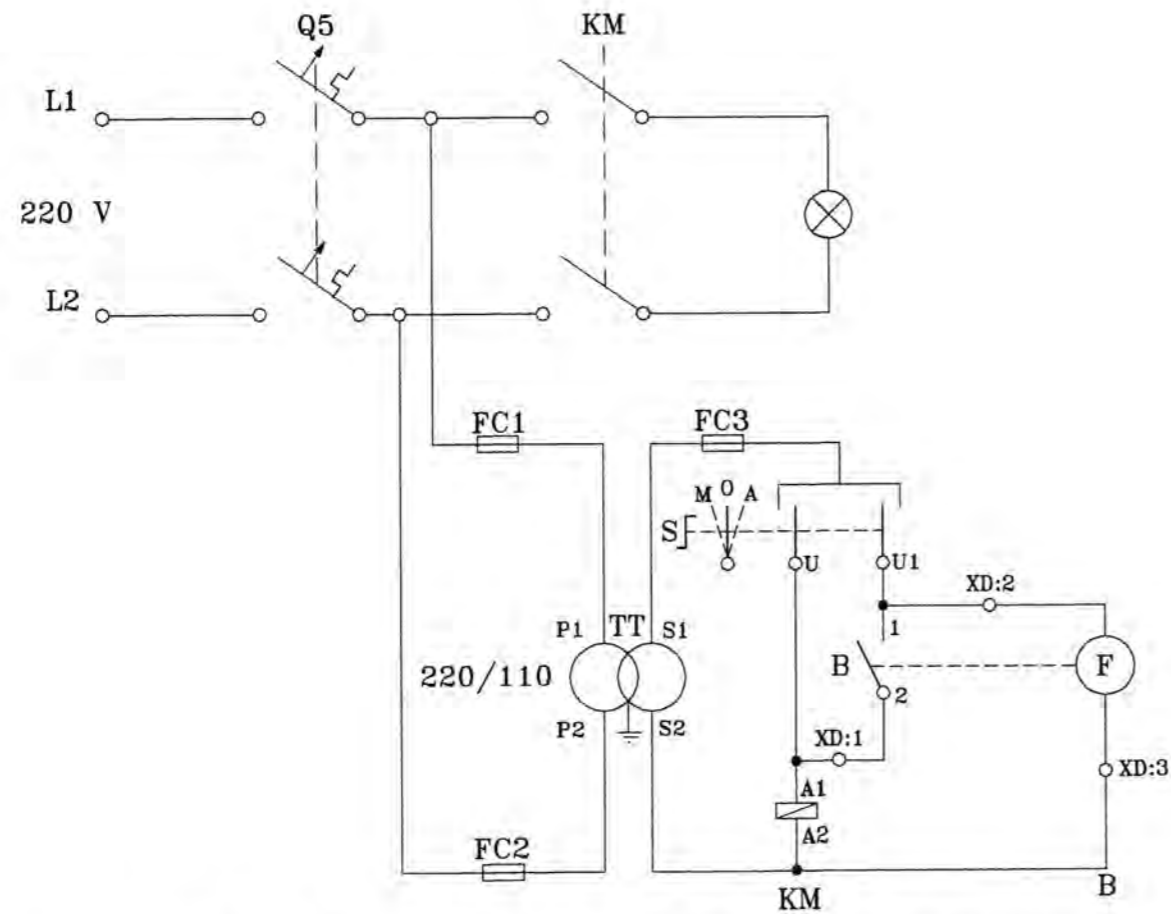
CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL PARA ALUMBRADO EXTERIOR



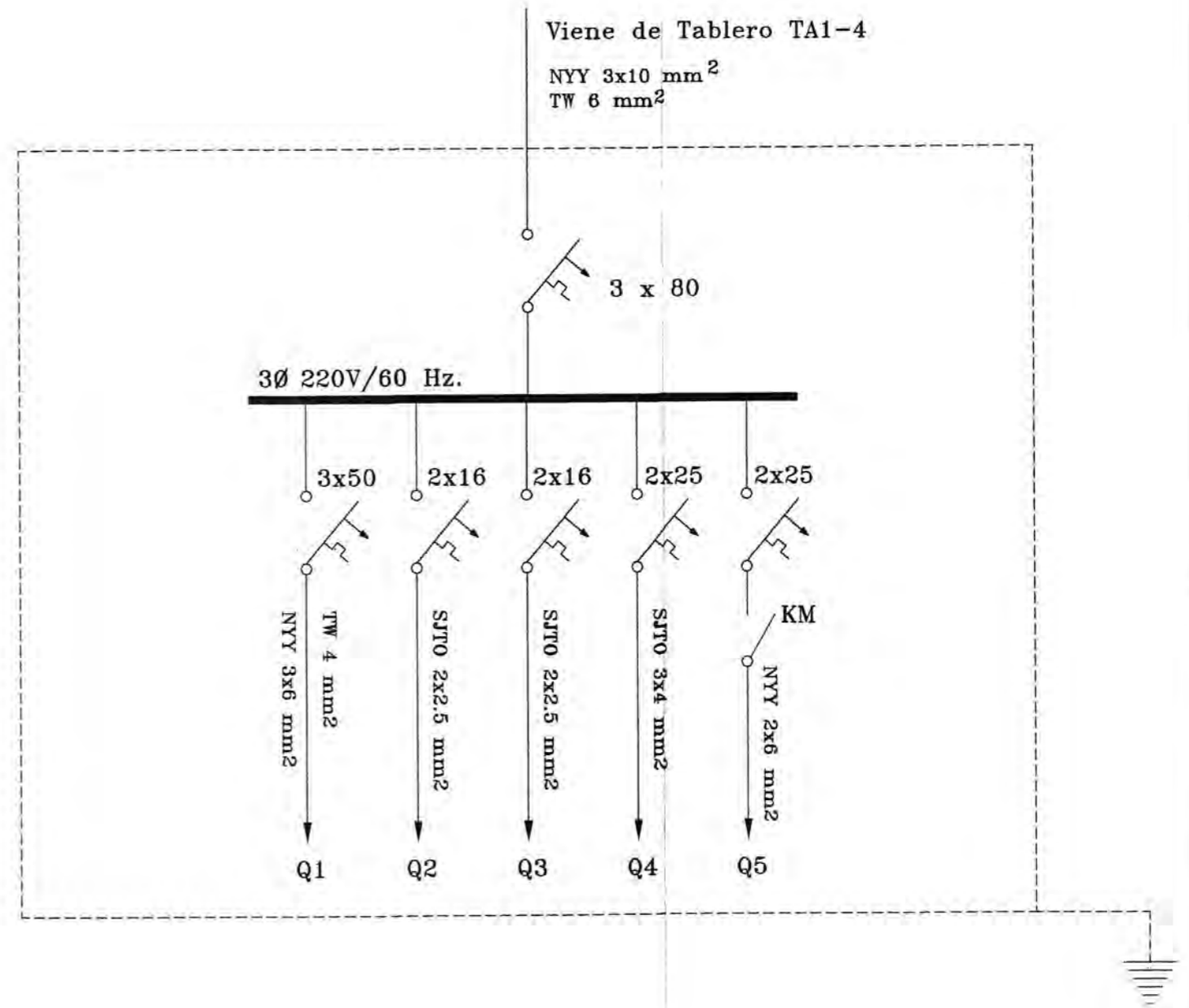
LEYENDA	
	FOTOCELDA 110 V
	FUSIBLE
	LUMINARIA DE ALUMBRADO EXT.
	BOBINA DE CONTACTOR (KM)
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

- Q1 : ALUMBRADO TORRE FARO
- Q2 : ALUMBRADO TORRE FARO
- Q3 : ALUMBRADO TORRE FARO
- Q4 : ALUMBRADO EXTERIOR
- Q5 : ALUMBRADO
- Q6 : TOMACORRIENTES

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
DISEÑADO : G.V.T. REVISADO : V.C.C. DIBUJADO : H.P.M.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.  DISEÑO No. ED182	REV. 3 HOJA : 1 de 1
FECHA : SETIEMBRE 98 ESCALA : S/B FORMATO : A - 4	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO <b>ESQUEMA UNIFILAR</b> <b>SUB TABLERO DE ALUMBRADO STA2-4</b>		



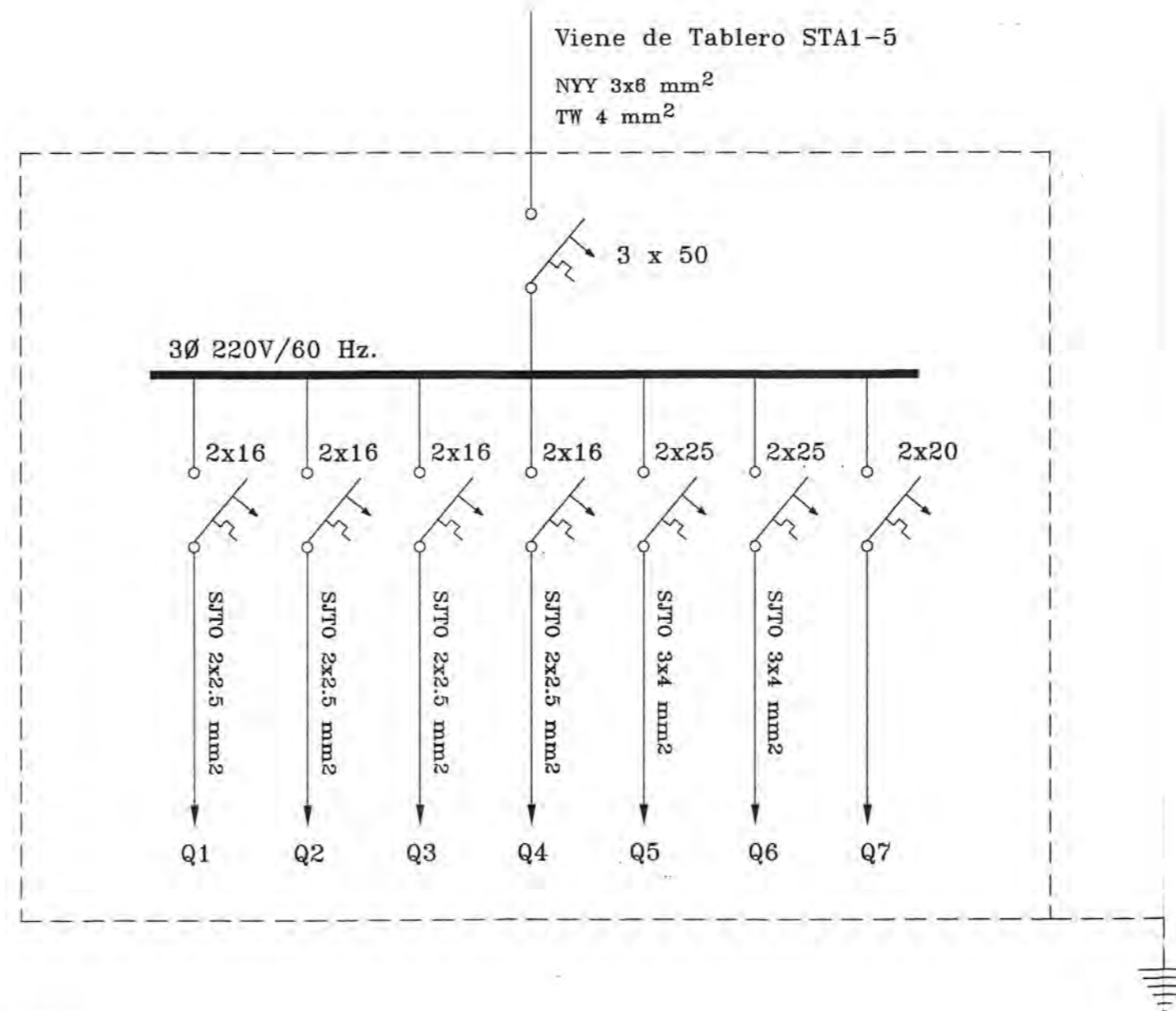
CIRCUITO DE FUERZA Y CONTROL PARA ALUMBRADO EXTERIOR



LEYENDA	
	FOTOCELDA 110 V
	FUSIBLE
	LUMINARIA DE ALUMBRADO EXT.
	BOBINA DE CONTACTOR (KM)
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

- Q1 : STA1-6
- Q2 : ILUMINACION COMPRESORES
- Q3 : ILUMINACION CALDERAS
- Q4 : TOMACORRIENTES COMPRESORAS, CALDERAS
- Q5 : ALUMBRADO EXTERIOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. ED183	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SEPTIEMBRE 98	ESQUEMA UNIFILAR SUB TABLERO DE ALUMBRADO STA1-5		
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 4			



- Q1 : ALUMBRADO ALMACEN DE ACIDO BORICO
- Q2 : ALUMBRADO ALMACEN DE ACIDO BORICO
- Q3 : ALUMBRADO ALMACEN DE ACIDO BORICO
- Q4 : ALUMBRADO ALMACEN DE ACIDO BORICO
- Q5 : TOMACORRIENTES ALMACEN DE ACIDO BORICO
- Q6 : TOMACORRIENTES ALMACEN DE ACIDO BORICO
- Q7 : RESERVA

NOTA : LAS CAPACIDADES DE CORRIENTE DE LOS INTERRUPTORES ESTAN DADOS EN AMPERIOS.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
DISEÑADO : <b>G.V.T.</b>	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. <b>3</b>
REVISADO : <b>V.C.C.</b>		DISEÑO No. <b>ED184</b>	HOJA : <b>1 de 1</b>
DIBUJADO : <b>H.P.M.</b>	PROYECTO : <b>PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO</b>		
FECHA : <b>SETIEMBRE 98</b>	ESCALA : <b>S/E</b>		
FORMATO : <b>A - 4</b>	<b>ESQUEMA UNIFILAR</b> <b>SUB TABLERO DE ALUMBRADO STA1-6</b>		

## **CAPITULO VI DISEÑO SISTEMA PUESTA A TIERRA**

### **6.1 Fundamento Y Cálculo Teórico**

#### **6.1.1. Interpretación De Las Curvas De Resistividad Aparente**

Método De Los Quiebres De Curvas De Resistividad.

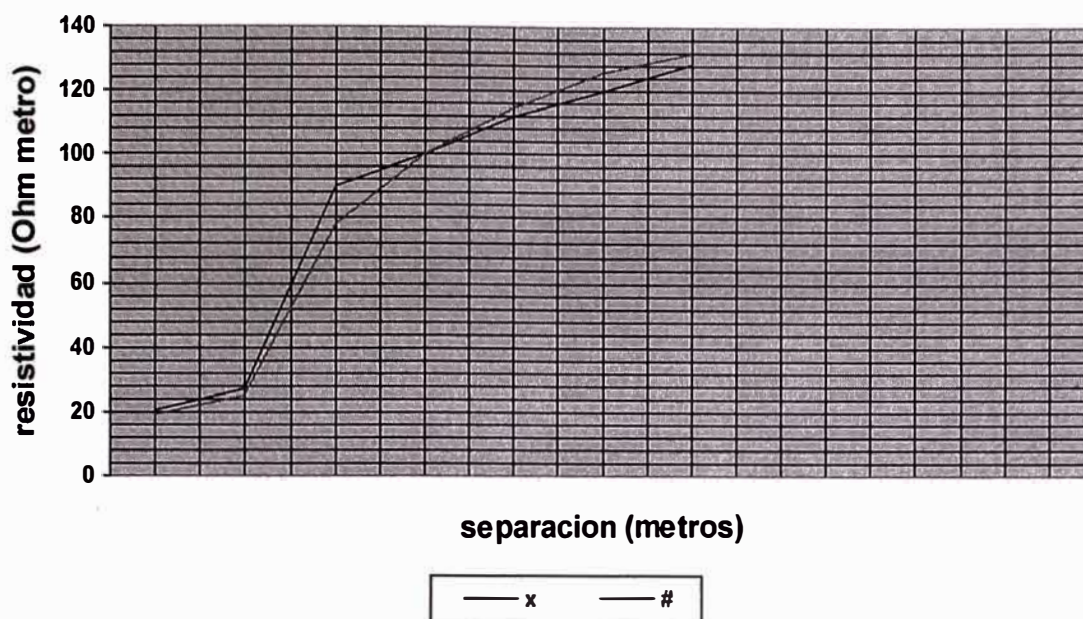
En general, las curvas de resistividad aparente se aproximan en forma asintótica a los valores de resistividad de la primera y última capa. El número de capas o estratos a que puede asimilarse el terreno se determina por el número de puntos de inflexión que posee la curva de resistividad aparente, aumentado en uno.

#### **Método de Curvas Patrón.**

La curva de sondeo eléctrico con una configuración electródica determinada, para un modelo geoelectrico definido, es una función analítica conocida y existen numerosas curvas teóricas de resistividad llamadas «Curvas Patrón», que contempla combinaciones de capas de diferentes resistividades y espesores.

El problema inverso, dada una curva de sondeo eléctrico vertical obtenida mediante medidas de campo. Deducir y conocer la estructura geoelectrica que la ha producido, no tiene solución única. En la práctica, suponiendo que a cada curva de campo le corresponde una única estructura, se compara la curva de campo con las curvas de resistividad aparente patrón. Si se obtiene un calce perfecto entre la curva de terreno y una curva patrón, se supone que la estructura del terreno es idéntica a la teórica. Las curvas se construyen en papel bilogarítmico y están normalizadas con el objeto de independizarse de las unidades y magnitudes de la medición, interesando sólo la forma de ella.

De estas curvas patrón las de mayor uso son las de Orellana y Mooney. También es posible representar computacionalmente estas curvas y efectuar el ajuste por pantalla, ingresando la curva de terreno, o bien proceder a un ajuste automático de los datos de terreno por algún método de adaptación de curvas.



**Figura 10**

Calce de curva de resistividad aparente por sondeo vertical con Curva Patrón

### 6.1.2. Resistividad Equivalente del Terreno

Los procedimientos simplificados de análisis y diseño de puestas a tierra, están basados en la suposición de terreno homogéneo. Para su aplicación, se debe reducir el modelo de terreno estratificado general, a un modelo práctico de terreno homogéneo equivalente, caracterizado por un sólo parámetro, la resistividad equivalente  $\rho_e$

El método de uso tradicional, propuesto por Burgsdorf-Yakobs, para reducir las  $n$  capas desde la superficie de un modelo de terreno estratificado, a un terreno homogéneo equivalente caracterizado por una única resistividad, emplea los siguientes parámetros y expresiones:

- $\rho_t$  : Resistividad del estrato «i», supuesto uniforme, en Ohm- metro
- $h_i$  : Profundidad desde la superficie al término del estrato «i», en metros
- $S$  : Área que cubre el perímetro del electrodo de tierra, en metros cuadrados
- $b$  : Máxima profundidad de conductor enterrado, medida desde la superficie, en metros; Incluye la profundidad de enterramiento de la malla y de las barras verticales si es el caso.

Para  $i = 1, 2, \dots, n$ :

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$



$$r_0^2 = r^2 - b^2$$

$$q_0^2 = 2r(r+b)$$

$$u_i^2 = q_0^2 + r_0^2 + h_i^2$$

$$v_i^2 = 0.5(u_i^2 - \sqrt{u_i^4 - 4q_0^2 r_0^2})$$

$$F_i = \sqrt{1 - v_i^2 / r_0^2}$$

Finalmente

$$\rho_{eq}(ln) = \frac{1}{\sum_{i=0}^n (F_i - F_{i-1}) / \rho_i}$$

[ohm\*metro], con  $F_0=0$

La programación de las ecuaciones anteriores es fácil y directa y constituye un método rápido para evaluar el modelo equivalente con calculadoras manuales.

Debe observarse que la resistividad equivalente de un terreno determinado es dependiente de las dimensiones y ubicación del electrodo y se modifica si cambia su área o profundidad. En un terreno de 3 capas con las siguientes características:

Capa	Resistividad (Ohm-metro)	Espesor (metros)
1	85.0	2,0
2	500.0	5,0
3	2.000,0	infinito

Una barra de 1,5 metros enterrada desde la superficie, tiene una resistividad equivalente de 85,34 Ohm-metro; en cambio, en el mismo terreno, una malla de 10x10m<sup>2</sup> tiene una resistividad equivalente de 234,9 Ohm-metro.

## 6.2. Especificaciones para la Instalación y Montaje del Sistema de Puesta a Tierra

### 6.2.1 Generalidades

#### Objetivo

El objetivo de esta especificación es definir los criterios que se tendrá en cuenta para la realización de la Instalación y montaje de todo el sistema de puesta a tierra.

El Instalador deberá cumplir con cada uno de los puntos requeridos en esta especificación.

## Alcances

Las especificaciones para Instalación y montaje del Sistema de Puesta a Tierra se limitaran a normar la ejecución de:

- Ejecución de los 15 Pozo a Tierra ubicados en la planta de Ácido Bórico
- Instalación de todos los equipos de pararrayos.
- Puesta a tierra de las instalaciones y edificaciones.
- Puesta a tierra de los tableros y celdas.
- Puesta a tierra del sistema de canalización.
- Puesta a tierra de los motores y cargas.

## Normas

Con la finalidad de garantizar una buena calidad de los Materiales así como una correcta ejecución de los trabajos a realizar, a lo largo de la especificación se hará referencia a normas y códigos como:

International Electrotechnical Comision	(IEC)
Comitato Electrotechnico Italiano	(CEI)
American Standard Testing Materials	(ASTM)
Verband Deutscher Electrotechniker	(VDE)
Código Nacional de Electricidad	(CNE)

## 6.3 Puestas a Tierra

### 6.3.1 Ejecución de los Pozos a Tierra

Para la realización de los pozos de tierra se realizara una excavación de 1.0 m de diámetro y de 2,6 m de profundidad. El electrodo principal será una varilla de cobre de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 2,4 de longitud. Como complemento se adaptara un espiral hecho de 10m de cable de cobre desnudo, temple blando, de 50mm<sup>2</sup> de sección. El que será unido a ambas punta del electrodo por conexiones hechas con soldadura Cadweld.

El relleno del pozo a tierra se realizará con tierra agrícola debidamente cernida para evitar el contenido de cascajo o piedras. Esta tierra será tratada con una dosis electrolítica no corrosiva para reducir la resistencia ohmica de la tierra. Este relleno se realizara por capas, debiéndose apisonar cada 30cm. Unos 60cm antes de acabar el relleno se aplicara la dosis electrolítica, siempre deberá tratarse de que esta dosis sea absorbida por la zona circundante a la barra.

Sobre el pozo deberá construirse un buzón de concreto con su respectiva tapa, la que debe dar acceso a la parte superior del electrodo. Deberá preverse en el buzón un ducto para la salida del cable.

Para ver detalles constructivos de Pozo de Tierra referirse al diseño EB024.

### **6.3.2 Distribución de los Pozos a Tierra**

#### **A) Planta Industrial**

En la planta Industrial se ubicaran 7 pozos de tierra los que formaran parte el sistema de puesta a tierra general de la planta, estos pozos serán interconectados entre ellos debiendo tener en conjunto una resistencia menor a los 3 ohm. Se ubicaran en la parte exterior cerca de la estructura metálica de la planta distribuidos en forma equidistante.

A parte de los 7 pozos se instalará un octavo pozo de tierra con 3 cables de contrapesos de 6 mts. de largo, pozo que se destinara para la protección de todos los equipos e instalaciones de instrumentación de la planta. Este pozo no será conectado directamente al sistema de puesta a tierra general, su valor será menor a 2 ohmios.

#### **B) Área de Servicios Auxiliares**

En el área de servicios auxiliares se ubicaran dos pozos de tierra, los que se localizaran cerca de los 2 CCMS ubicados en esa zona. Estos pozos deberán tener una resistencia menor a los 10ohm y formaran parte del sistema general de puesta a tierra, por lo que deberán estar interconectados.

#### **C) Subestación Eléctrica**

Para la subestación eléctrica se instalaran 2 pozos de tierra los que se encargarán de la protección del equipo en media y baja tensión, se ubicará un pozo cerca al buzón eléctrico de media tensión, este pozo deberá tener una resistencia máxima de 1ohm y no deberá conectarse directamente con el sistema de puesta tierra general.

El pozo de tierra para baja tensión deber tener una resistencia menor a los 10ohm y deberá interconectarse con el sistema de puesta a tierra general.

#### **D) Almacén de Acido Bórico**

Para la protección en la zona del almacén se instalara un pozo de tierra que deberá tener una resistencia menor a los 10ohm, este pozo se ubicará cerca al tablero de alumbrado de la zona, para una fácil conexión.



### **E) Depósito de Ulexita**

En esta zona se necesitara proteger las instalaciones de alumbrado y fuerza ubicados cerca al elevador de cangilones, para ello se instalará un pozo a tierra ubicado cerca de los tableros de alumbrado y fuerza de la zona, este pozo deberá tener una resistencia máxima de 10ohm y tendrá que interconectarse con el sistema de puesta a tierra general.

### **F) Almacén Y Talleres**

En Esta Zona Se Instalara Un Pozo De Tierra Con Un Resistencia Menor A 10 OHM. Se Ubicara Cerca Al Tablero De Alumbrado STA1-2 En La Parte Exterior A La Edificación. Este Pozo Será La Protección Para Todas Las Instalaciones De Alumbrado Y Tomacorrientes De La Zona, Y Deberá Interconectarse Con El Sistema De Puesta A Tierra General.

## **6.4 Conexión del Sistema de Puesta a Tierra**

### **6.4.1 Puesta a Tierra de los Tableros Eléctricos**

#### **a) Celdas en Media Tensión**

Las celdas de media tensión deberán estar conectadas con el pozo a tierra de media tensión a través de un conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>, el cual se conectará a la estructura metálica de cada celda por medio de un terminal de cobre prensado, este conductor deberá ser proporcionado en un solo tramo hasta el pozo a tierra donde se conectara el electrodo, esta conexión se realizara con soldadura Cadweld.

También se deberá de conectar a tierra la estructura metálica de los equipos que se ubiquen en las celdas, esta conexión se realizará con terminales prensados los que se fijarán en los terminales de tierra de cada equipo, la toma de tierra para esto equipos será derivada del conductor de 50mm<sup>2</sup> mediante abrazaderas y terminales de cobre.

#### **b) Tableros Generales de Fuerza**

Los tableros generales TG1-1 y TC1-1 se conectarán al pozo de tierra de baja tensión de la subestación eléctrica, y el TF1-4 al sistema de tierra de planta industrial. La estructura metálica de todos estos tableros se conectarán a tierra con conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>, dicho conductor deberá ser proporcionado en un solo tramo hasta conectarse con el electrodo de cobre, esta conexión se realizará con soldadura Cadweld.

En los tableros de distribución TG1-1 y TF1-4 también deber conectarse una barra de cobre para interconectar los tableros derivados al sistema general de puesta a tierra.

**c) Centros de Control de Motores**

Los CCMS deberán interconectarse, de la misma manera que los tableros generales, a los pozos de tierra más cercanos. Cada CCM tendrá una barra de cobre de donde partirán las tomas de tierra para cada uno de los motores y cargas que controla.

Cada CCM recibirá junto con su acometida un conductor de tierra desde el TF1-4, el que servirá para igualar el potencial a tierra en todos los puntos de la planta.

**d) Tableros y Subtableros de Fuerza y Alumbrado**

Los tableros y subtableros de alumbrado y fuerza recibirán un conductor de tierra junto con su acometida, el cual se distribuirá a las diferentes cargas que alimentan, los tableros principales también podrán conectarse a pozos a tierra de la misma forma que los tableros generales.

#### **6.4.2 Puesta a Tierra del Sistema de Canalización**

**a) Puesta a Tierra de Canaletas**

Las canaletas portacable llevarán en todo su recorrido un conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup> el que estará conectado al sistema de puesta a tierra, este conductor será fijado a la canaleta eléctrica y mecánicamente cada 3m mínimo. Esta conexión de la canaleta con el conductor de cobre se realizará con conectores de cobre de 50mm<sup>2</sup>, que serán fijados con pernos zincados de 10mm de diámetro por 25mm de largo con arandela planas y de presión también zincadas.

**b) Puesta a Tierra de Tuberías**

Una vez realizada la puesta a tierra de tuberías se deberá asegurar un buen contacto mecánico y eléctrico con la canaleta metálica y con la caja de bornes de los motores, los que estarán debidamente conectados a tierra. Todo el sistema de tuberías deberá tener continuidad eléctrica para lograr una correcta puesta a tierra.

**c) Puesta a Tierra de Cargas**

**Motores Eléctricos**

Los motores eléctricos deberán recibir un conductor de puesta a tierra junto con su acometida. Este conductor estará conformado por un cable TW de sección adecuada de

color amarillo, el que se conectará a la caja de bornes del motor. La sección mínima del conductor de tierra será de 2,5mm<sup>2</sup>.

### **Equipos Tomacorrientes**

Todos los tomacorrientes que se utilicen deberán tener un terminal para tierra el que será conectado directamente de la barra de tierra de su respectivo tablero.

### **Equipo de Iluminación**

Los equipos de alumbrado deberán ponerse a tierra uniendo la carcasa metálica de la luminaria al cable de puesta a tierra más cercano. La unión deberá ser continua, utilizando terminales de cobre prensados y firmemente atornillados.

## **6.5.- Protección y Puesta a Tierra de Instalaciones**

### **6.5.1. Puesta a Tierra de Estructuras en General**

Para realizar una correcta protección de las instalaciones y edificaciones contra descargas atmosféricas, todas las estructuras metálicas que formen parte de ellas deberán ser conectadas a los pozos a tierra mediante conductores de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>. Esta unión se realizará sin empalmes y utilizando terminales de cobre prensado los que serán fijados con pernos y tuercas zincados.

### **6.5.2 Puesta a Tierra de Planta Industrial**

Para la planta industrial se preverá la construcción de una malla de conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>, de 2x2m la que se tenderá a lo largo de toda la planta a una profundidad de 0,6m. Esta malla será conectada a los pozos de tierra ubicados en la planta industrial.

Todas las estructuras de fierro serán conectadas a los pozos de tierra con conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>, así mismo las zapatas perimétricas deberán conectarse entre ellas con un conductor de platina de fierro de 120mm<sup>2</sup>, el que irá soldado en el fierro de la zapata.

### **6.5.3.-Sistema de Pararrayos**

El sistema de pararrayos estará conformado por puntas tetrapolares que se instalarán en la parte superior de las edificaciones a protegerse, serán fijadas sobre tubos de fierro a 1,5m sobre el nivel del techo. Estas puntas deberán conectarse a algún pozo de tierra mediante un conductor de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup>, el conductor deberá

proporcionarse en un solo tramo sin empalmes llegando hasta el electrodo de tierra, donde se conectará con soldadura cadweld.

En la planta industrial se instalarán 6 puntas tetrapolares, las que se fijarán equidistantemente sobre el techo de la estructura, estas puntas serán conectadas al sistema de puesta a tierra de la planta.

También se instalará una punta tetrapolar sobre la estructura metálica destinada para el elevador de cangilones, la que será conectada al pozo de tierra ubicado en el depósito de ulexita.

## **CAPITULO VII ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN Y MONTAJE**

### **7.1 Instalación y Montaje en Media Tensión**

#### **Generalidades**

##### **7.1.1 Objetivo**

El objetivo de ésta especificación es definir los criterios que se deberán tener en cuenta para la Instalación y montaje eléctrico de los circuitos en media tensión, lo cual incluye la especificación técnica de los materiales que se utilicen en su ejecución.

El Instalador deberá cumplir con cada uno de los puntos referidos en ésta especificación.

##### **7.1.2 Alcances**

Las especificaciones para Instalación y montaje en media tensión se limitará a normar la ejecución de:

- Acometida en media tensión.
- Instalación y Conexión de las celdas de media tensión.

#### **Normas**

Con la finalidad de garantizar una buena calidad de los Materiales así como una correcta ejecución de los trabajos a realizar, a lo largo de la especificación se hará referencia a normas y códigos como:

- International Electrotécnical Comisión (IEC)
- Comitato Electrotécnico Italiano (CEI)
- American Standard Testing Materials (ASTM)
- Verband Deutscher Electrotechniker (VDE)
- Código Nacional de Electricidad (CNE)

## **Ejecución de Acometida en Media Tensión**

### **7.1.3 Canalización**

La Canalización comprenderá la Instalación de ductos de concreto de 2 vías desde la subestación de SEAL hasta la Subestación eléctrica, los que serán enterrados a una profundidad no menor de 1 m.

Los ductos deberán ser instalados sobre una capa de concreto de 5 cm de espesor (La mezcla para el concreto deberá tener una proporción de 8:1), y en las uniones la parte interior de los ductos no deberá presentar puntas o protuberancias que puedan dañar al cable, también deberá evitarse la formación de curvas o desviaciones, debiéndose tender los ductos en línea recta.

Las zanjas donde se instalarán los ductos deberán ser rellenados con tierra cernida en una malla de  $\frac{3}{4}$  ", además deberá instalarse una cinta señalizadora de color rojo a 0,5 m de profundidad a lo largo de toda la canalización. La distancia de la canalización a estructuras o paredes será de 0,9 m como mínimo.

Esta canalización también comprende la construcción de 5 buzones de concreto que servirán para cambio de dirección o de paso, estos buzones serán hechos de concreto armado de 1,2 x 1,2 m de área interior, el acceso será a través de una tapa de fierro de 0,7 m de diámetro, deberán tener un drenaje para evitar la acumulación de agua.

Para ver detalles de canalización referirse al diseño EB023 y para ubicación de celdas ver diseño EB022.

### **Conductor Eléctrico**

El conductor eléctrico que se instalará será un cable tripolar 3x70 mm<sup>2</sup> con aislamiento de polietileno reticulado y cubierto exteriormente de PVC, tendrá una tensión nominal de servicio de 10 KV. Este cable partirá desde el seccionador ubicado en la subestación de SEAL y se conectará al interruptor de potencia en SF6 ubicado en la subestación tendrá una longitud aproximada de 128 m y deberá ser proporcionado en un solo tramo sin ningún empalme. Este cable deberá ser capaz de soportar una corriente de cortocircuito de 20 KA con temperaturas hasta 250°C, siendo su temperatura de trabajo de 90°C.

En el momento de su instalación el carrete del cable se colocará sobre un caballete giratorio de modo que sea fácil la extracción del cable. La instalación se realizará tirando de un extremo con un cable guía y abasteciendo por el otro. Durante ésta operación se deberá evitar curvaturas que puedan dañar la cubierta del cable, tampoco se deberá ejercer esfuerzos mecánicos que puedan dañarlo. Finalmente el cable quedará tendido en los ductos de concreto sin ninguna tensión mecánica a lo largo de su recorrido.

#### **7.1.4 Conexión**

El cable se conectará con el seccionador de SEAL y con el interruptor de potencia en SF6, por ello deberá contar con las terminaciones apropiadas para un nivel de tensión de 10 KV.

Las terminaciones deberán cumplir con lo siguiente:

Evitar el acceso de humedad al aislamiento del cable.

Soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos por corrientes de cortocircuito.

Soportar los efectos contaminantes del ambiente.

Para ello se instalarán 3 terminaciones con aislador de Goma Silicona para cable seco, con voltaje de aislamiento de 15 KV los que irán instalados en la punta de cada conductor, además contará con un sello de trifurcación que evitará el ingreso de polvo o agua en la parte final de la cubierta de PVC. Para la conexión de cada conductor se le deberá instalar terminales de cobre estañados electrolíticamente y de instalación por compresión para 70 mm<sup>2</sup>.

Todas las terminaciones una vez acabadas serán fijadas con abrazaderas metálicas a alguna estructura sólida, esto con la finalidad de evitar la transmisión de esfuerzos mecánicos hacia los terminales del Interruptor o seccionador. Esta estructura deberá estar conectada a la tierra del sistema.

### **Instalación y Conexión de las Celdas en Media Tensión**

#### **Instalación de las Celdas**

Las celdas serán instaladas sobre el canal de concreto en media tensión, ubicado en la subestación eléctrica.

En el momento del traslado deberán permanecer siempre en posición vertical, este traslado deberá realizarse mediante cuerdas de izamiento con una grúa o mediante rodillos, siempre evitando crear esfuerzos mecánicos en la estructura.

Deberá asegurarse que el piso donde se instale la celda este perfectamente nivelado, caso contrario podrá ser calzado con platinas de fierro, hasta conseguir una buena nivelación.

El anclaje de la celda se realizará con pernos de expansión de 3/8" x 2 1/2 " con sus Respectivas Tuercas, Los Que Se Distanciarán 24" Uno De Otro. Ver Diseño EB028

### **Conexión de las Celdas**

La conexión de las celdas se realizará mediante un sistema de barras de cobre de sección rectangular de 50x5mm los que serán fijados en el techo de la subestación mediante aisladores portabarra hechos de araldite.

Los parámetros que se deberán considerar en el diseño de todo este sistema de interconexión son:

El nivel de aislamiento

La resistencia mecánica al cortocircuito

Para garantizar el nivel de aislamiento la distancia de separación entre las barras será de 35 cm y serán fijas en aisladores portabarra con voltaje de trabajo de 12 KV y voltaje de prueba de 35 KV a 60HZ.

Para garantizar una resistencia mecánica de la instalación ante un cortocircuito, las barras deberán de ser instaladas paralelas y recostadas (altura = 5mm ancho = 50mm) con la finalidad de lograr un mayor momento de inercia ante fuerzas producidas por cortocircuitos. Los aisladores portabarra serán instalados a no mas de 1,2m de separación entre cada uno y deberán tener una resistencia mecánica a la ruptura mínima de 750 KgF.

Todo este sistema de interconexión eléctrico deberá tener las siguientes características generales:

Voltaje de aislamiento : 28 KV a 60H

Voltaje de operación : 10KV

Capacidad de cortocircuito nominal : 20 KA rms

Impulso de corriente admisible : 52 KA pico



## **Diseño de circuitos de fuerza**

### **7.2 Instalación y Montaje de Circuitos Generales de Fuerza**

#### **7.2.1 Generalidades**

##### **Objetivo**

El objetivo de ésta especificación es definir los criterios que se tendrá en cuenta para la realización de la Instalación y montaje eléctrico de los circuitos Generales de Fuerza, lo cual incluye la especificación técnica de los materiales que se utilicen en su ejecución.

Al instalar se deberá de cumplir con cada uno de los puntos referidos en ésta especificación.

##### **Alcances**

Las especificaciones para Instalación y montaje de Circuitos Generales de Fuerza se limitarán a normar la ejecución de:

- Instalación de los tableros principales:
  - \* Tablero General TG1-1.
  - \* Tablero de Compensación Reactiva TC1-1
  - \* Tablero de Fuerza TF1-4.
  
- Instalación y Montaje de acometidas a tableros principales.

##### **Normas**

Con la finalidad de garantizar una buena calidad de los Materiales así como una correcta ejecución de los trabajos a realizar, a lo largo de la especificación se hará referencia a normas y códigos como:

- International Electrotechnical Comisión (IEC)
- Comitato Electrotécnico Italiano (CEI)
- American Standard Testing Materials (ASTM)
- Verband Deutscher Electrotechniker (VDE)

- Código Nacional de Electricidad (CNE)

### **7.2.2 Instalación de los Tableros Principales**

Los tableros TG1-1 y TC1-1, serán instalados sobre el canal de baja tensión que se ubica en la subestación eléctrica, a espaldas de la celda de Transformación y Medida. El Tablero TF1-4 se instalará sobre un canal de concreto que se ubicará en sala designada para el CCM1-4 en la planta industrial nivel 0,00.

El traslado de los tableros se realizará manteniendo siempre su posición vertical, deberá realizarse con un montacargas o mediante el uso de rodillos, siempre evitando crear esfuerzos mecánicos en la estructura.

La fijación de los tableros se hará sobre ángulos de fierro de 2x2x3/16" las que estarán empotradas en el canal de concreto distanciados 50 cm entre ellos, dichos ángulos deberán estar situados al mismo nivel para que se distribuyan equitativamente el peso del tablero, caso contrario deberá procederse a nivelarlos usando platinas de fierro sobre cada ángulo. La fijación de la estructura se realizará mediante pernos zincados de 3/8 x 1" los que sujetarán la base del tablero sobre los ángulos empotrados.

Todas las estructuras metálicas que se usen en el montaje deberán ser tratadas contra la corrosión de acuerdo a la especificación de Pinturas..

Ver detalles de ubicación de tableros en diseño EB022 y para detalles de instalación, ver diseño EB028.

### **7.2.3 Instalación y Montaje de Acometidas a Tableros Principales**

#### **Acometida del Tablero General Tg1-1**

- **Acometida de SEAL.**

- **Canalización**

Esta acometida al Tablero General partirá desde los terminales de baja tensión del transformador de potencia ubicado en la celda de transformación C3-1, pasarán a través de la ventana ubicada en la pared de concreto e ingresará al tablero general por la parte posterior conectándose al interruptor de potencia de SEAL.

**- Conductor Eléctrico**

Esta acometida estará conformada por 4 ternas de cable NYY unipolar en conformación triple de calibre 3 x 185 mm<sup>2</sup>, los que conducirán una intensidad nominal de 1312 A a 440 V. Tendrán un voltaje de aislamiento de 1 KV y una intensidad nominal máxima de 1700A con temperatura de trabajo de 80°C, la longitud de ésta acometida será de 8 m.

**- Conexión**

Para su conexión se les instalará terminales de cobre de 185 mm<sup>2</sup> estañados electrolíticamente y aplicados por compresión en las puntas de cada conductor las que serán fijadas con pernos y tuercas zincadas a los terminales del transformador y del interruptor.

**• Acometida de Grupo Electrónico.****- Canalización:**

Esta acometida proviene de los terminales del generador del Grupo Electrónico que se ubica en la sala de grupo a 15 m de la subestación. La canalización comprenderá la instalación de 01 fila de ductos de concreto de 4 vías y otra de 2 vías, las que unirán el canal de baja tensión de la subestación con la canalización de concreto hecha en la sala de grupo.

Esta canalización también comprende la instalación de una bandeja metálica portacable de 600 x 100 mm en canales de concreto en la subestación y en sala de grupo, en ésta canaleta irán fijados los cables en forma ordenada. Para la protección, este canal deberá ser cubierto con tapa de plancha metálica estriada.

**- Conductor Eléctrico:**

La acometida estará conformada por 4 ternas de cable NYY Unipolar en conformación triple y calibre 3 x 185 mm<sup>2</sup>, los que conducirán una intensidad nominal de 1312 A a 440 V, tendrán un voltaje de aislamiento de 1 KV y una intensidad nominal máxima de 1700 A con temperatura de trabajo de 80°C. La longitud aproximada de ésta acometida es de 40 m.

Una vez tendidos, los cables deberán ser fijados con amarradores de material termoplástico a la bandeja metálica, esta fijación se realizará manteniendo cierta separación entre los cables no debiéndose fijar un cable sobre otro y evitando aglomeración.

**- Conexión:**

En la conexión se instalarán 24 terminales de cobre estañados electrolíticamente y aplicados por compresión en las puntas de cada conductor, las que serán fijadas con pernos y tuercas zincados en los terminales del Generador e interruptor.

• **Acometida del Tablero de Compensación Reactiva Tc1-1**

**- Canalización:**

Esta acometida será canalizada a través del mismo canal en baja tensión fijada en la canaleta metálica de 60 x 10 mm instaladas en la pared del canal.

**- Conductores Eléctricos:**

Esta acometida estará conformada por dos ternas de cable NYY unipolar en conformación triple y calibre 3x185 mm<sup>2</sup>, los que conducirán una intensidad nominal de 656A a 440V, tendrá un voltaje de aislamiento de 1 KV y una intensidad nominal máxima de 850 A con temperatura de trabajo de 80°C. La longitud aproximada de esta acometida es de 10 m.

Los cables deberán ser fijados con atacables de material termoplástico a la bandeja metálica, esta fijación se realizará manteniendo cierta separación entre los cables, no debiéndose fijar un cable sobre otro y evitando aglomeración.

**- Conexión:**

Este cable deberá conectarse a la barra de distribución del TG1-1 y al Interruptor General del TC1-1, para ello se utilizará 12 terminales de cobre estañados electrolíticamente de 185 mm<sup>2</sup> y aplicados por compresión los que serán fijos con pernos y tuercas zincados, a la barra de distribución y al interruptor.

• **Acometida del Tablero de Fuerza Tf1-4**

## **- Canalización:**

### **. Tendido de Bandeja Metálica:**

El tendido de bandeja metálica se realizará en el canal de concreto ubicado en la subestación eléctrica, allí se instalará una bandeja de 600x100mm, en la pared del canal, donde se fijarán los cables. Este canal de concreto será recubierto con una tapa de plancha metálica estriada, a excepción del tramo que une la subestación con el buzón eléctrico ubicado al frente, ésta parte será recubierta con tapas de concreto armado.

### **. Canalización con Ducto de Concreto:**

Esto comprende la instalación de ductos de concreto de 4 vías desde el buzón ubicado al frente de la subestación hasta la planta industrial. En un primer tramo, desde el buzón frente a subestación hasta llegar al depósito de Ulexita, se instalará 3 filas de ductos, continuando luego con 02 filas hasta la planta industrial. La distancia mínima de los ductos a cualquier estructura existente o futura será de 0,8m.

### **. Construcción de Buzones Eléctricos:**

Toda ésta canalización requerirá la construcción de 06 buzones eléctricos que servirán para cambiar de dirección y de paso, estos buzones serán hechos de concreto armado, el acceso será a través de una tapa de fierro de 0,7m de diámetro, deberán tener un drenaje para evitar la acumulación de agua que se pueda filtrar.

La construcción de este buzón se realizará de acuerdo a las especificaciones dadas en el Capítulo 7, y para ver detalles constructivos referirse a la planimetría EB023.

### **. Montaje de Bandeja Metálica Aérea:**

Para interconectar la canalización de Ductos de concreto con el canal ubicado en el ambiente de CCM1-4 se instalará una bandeja aérea de 300x100mm la cual partirá desde el buzón eléctrico donde terminan los ductos de concreto y subirá, pegada a la estructura metálica, desde el piso hasta una altura aproximada de 10 m por donde ingresará al edificio de planta industrial, extendiéndose hasta ubicarse sobre el ambiente del CCM1-4 y bajará nuevamente hasta el piso para interconectarse con el canal de concreto.

Para ver detalle de recorrido de bandeja referirse a la planimetría EB025 y para detalles de fijación a la estructura al diseño EC057 3/3.

### **Conductor Eléctrico**

La acometida eléctrica al TF1-4 estará conformado por tres ternas de cable NYY unipolar con conformación triple de calibre 3 x 185 mm<sup>2</sup>. Conducirá una intensidad nominal aproximada de 1150 A a 440 V, por ello tendrá un voltaje de aislamiento de 1 KV y una intensidad nominal máxima de 1280A operando a 80°C. La longitud aproximada de la acometida será 124 m.

#### **- Conexión**

El conductor eléctrico partirá desde los bornes del interruptor termomagnético ubicado en el Tablero general TG1-1 y se conectará a los terminales del interruptor general del tablero de fuerza TF1-4 a través de barras para facilitar su conexión.

Para su conexión se emplearán terminales de cobre estañados electrolíticamente de instalación por compresión y con calibre de 185 mm<sup>2</sup>, los que serán fijados mediante pernos y tuercas zincados.

## **7.3 Instalación Y Montaje de Circuitos de Sub-Tableros de Fuerza**

### **7.3.1. Generalidades**

#### **Objetivo**

El objetivo de ésta especificación es definir los criterios que se tendrá en cuenta para la realización de la Instalación y montaje de los circuitos de los Subtableros de Fuerza, lo cual incluye la especificación técnica de los materiales que se utilicen en su ejecución.

El instalador deberá cumplir con cada uno de los puntos referidos en ésta especificación.

#### **Alcances**

Las especificaciones para Instalación y montaje de Circuitos de Subtableros de Fuerza se limitarán a normar la ejecución de:

- Instalación de todos los Subtableros de Fuerza
  - \* Subtablero de Fuerza STF1-1.
  - \* Subtablero de Fuerza STF2-1.
  - \* Subtablero de Fuerza STF3-1.
  - \* Subtablero de Fuerza STF1-4.
  
- Instalación y Montaje de acometidas a Subtableros de Fuerza
  
- Instalación y montaje de acometidas a motores.

### **Normas**

Con la finalidad de garantizar una buena calidad de los Materiales así como una correcta ejecución de los trabajos a realizar, a lo largo de la especificación se hará referencia a normas y códigos como:

- International Electrotechnical Comisión (IEC)
- Comitato Electrotécnico Italiano (CEI)
- American Standard Testing Materials (ASTM)
- Verband Deutscher Electrotechniker (VDE)
- Código Nacional de Electricidad (CNE)

### **7.3.2 Instalación de los Subtableros de Fuerza**

Los Subtableros de Fuerza se instalarán adosados a alguna pared o estructura de concreto, a la cual serán fijados mediante 4 pernos de expansión de 1 ½" x ¼" con sus respectivas tuercas y volandas. En el momento de su instalación deberá tenerse cuidado de no ejercer esfuerzos mecánicos que puedan dañar la estructura del tablero o los equipos que éste contenga, si se necesitará hacer perforaciones al gabinete por motivos de fijación, estas deberán ser debidamente selladas para mantener el grado de protección del gabinete(IP65).

### **7.3.3 Instalación y Montaje de los Circuitos Eléctricos de los Subtableros de Fuerza.**

#### **Canalización**

La canalización que se utilizará tanto para acometidas a tableros como a motores será un sistema de tuberías, el que unirá los tableros principales de distribución (TG1-1 y TF1-4) con los subtableros de fuerza y a éstos con las cajas de borneras de sus respectivos motores. Este sistema de tuberías deberá tener las siguientes características:

- Resistencia a la corrosión y a los agentes químicos del ambiente
- Resistencia a los aceites.
- Continuidad eléctrica en todo su recorrido
- Grado de protección IP66.
- Una superficie interior sin filos ni puntas que puedan dañar al cable.

Para armar todo el sistema de tuberías se hará uso de diferentes tipos de ductos o accesorios, entre los que podemos considerar:

- Tubería Conduit Eléctrica.- Se utilizará para canalizar la acometida a los subtableros y a los motores. La conexión de la tubería con los subtableros de fuerza se realizará a través de orificios, en el gabinete, del mismo diámetro de la tubería y con el uso de boquillas y contratuerzas, dicha conexión deberá mantener el grado de protección del gabinete (IP65)

Para realizar derivaciones, cambios de dirección o empalmes se hará uso de cajas Condulet, las que se fijarán en los terminales roscados de las tuberías, estas cajas deberán contar con una tapa accesible y hermética. También se tolerará la realización de curvas o dobleces en las tuberías, siempre y cuando se realicen según la especificación Capítulo 8, sección 8.2.6.

Los diámetros normalizados de tuberías que se utilizarán son  $\frac{3}{4}$ " , 1  $\frac{1}{4}$ " y 2". La instalación y montaje de la Tubería Conduit Eléctrica se realizará según la especificación Capítulo 8, sección 8.2.6.



- Tubería Flexible.- Cuando se trate de la conexión a la caja de bornes de algún motor o de algún equipo que requiera ser movido se hará el uso de tubería flexible metálica con cubierta de PVC a prueba de chorro de agua, la que unirá la tubería conduit con el motor o caja a conectarse, para su conexión se utilizará terminales herméticos en ambas puntas de la tubería lo que garantizará el grado de protección de la instalación. En el momento de la instalación se deberá tener cuidado de no dañar la cubierta de PVC caso contrario deberá ser reemplazada, así mismo ésta tubería no deberá ser instalada en lugares donde este sometida a esfuerzos o daños mecánicos.

Para ver distribución del sistema de tuberías ver Diseño EB027.

### **Circuitos Eléctricos**

El cable que se utilizará para realizar la acometida a los Subtablero de fuerza y a los motores eléctricos será del tipo STO-SJTO, cableado flexible con aislamiento de cloruro de polivinilo PVC flexible, en conformación triple cubierta exterior común de PVC y relleno de PVC, tendrá un voltaje máximo de operación de 600V y temperatura de trabajo de 60°C..

El conductor eléctrico para las acometidas será proporcionado en un solo tramo, sin empalmes o derivaciones, e irán agrupados en forma ordenada, deberán estar debidamente marcados en los puntos de conexión, los que se realizarán con terminales prensados, toda conexión eléctrica del tablero al exterior se hará a través de borneras de Fuerza. Además de los 3 conductores de fuerza se instalara un conductor de tierra el que estará conformado por un cable de color amarillo y del calibre indicado.

- Instalación y Montaje de acometidas a tableros.
- Instalación y montaje de circuitos de alumbrado
- Instalación y montaje de circuitos de Tomacorrientes.

### **Normas**

Con la finalidad de garantizar una buena calidad de los Materiales así como una correcta ejecución de los trabajos a realizar, a lo largo de la especificación se hará referencia a normas y códigos como:

- International Electrotechnical Comisión (IEC)

- Comitato Electrotécnico Italiano (CEI)
- American Standard Testing Materials (ASTM)
- Verband Deutscher Electrotechniker (VDE)
- Código Nacional de Electricidad (CNE)

### **7.3.4 Instalación de los Tableros Eléctricos y Equipos para Circuitos de Alumbrado.**

#### **Instalación de los Tableros y Subtableros de Alumbrado**

Los Tableros y Subtableros de alumbrado y tomacorrientes se instalarán adosados a alguna pared o estructura de concreto, a la cual serán fijados mediante 4 pernos de expansión de 1½" x ¼" con sus respectivas tuercas y volandas. En el momento de sus instalación deberá tenerse cuidado de no ejercer esfuerzos mecánicos que puedan dañar la estructura del tablero o los equipos que éste contenga, si se requiriera hacer perforaciones al gabinete por motivos de fijación, éstas deberán ser debidamente selladas para mantener el grado de protección del gabinete (IP65).

Ver detalles de ubicación de tableros en diseño EB022.

#### **Instalación de los Equipos de Iluminación.**

##### **A) Equipo Fluorescente**

Los equipos fluorescentes serán luminarias que contendrán 2 fluorescentes de 40W con su respectivo equipo auxiliar. Su instalación será en el interior de ambientes donde las alturas de instalación no sobrepasen los 5m y requieran condiciones de servicio del tipo industrial.

Este equipo se conectará por medio de orificios en los costados o en la parte superior a la tubería conduit, ésta conexión deberá mantener el grado de protección del equipo (IP54). La fijación se hará a la misma tubería por los costados con una distribución en línea continua de los equipos o en forma colgante para la entrada de tubería por la parte superior.

**B) Luminaria para Alumbrado Interior.**

Este equipo de iluminación contendrá una lámpara de vapor de sodio a alta presión de 250W con su respectivo equipo auxiliar. Su instalación será en el interior de ambientes, donde las alturas de instalación sobrepasen los 5m o se requiera una mayor iluminación y requieran condiciones de servicio del tipo industrial.

Su conexión se hará por la parte superior a la tubería conduit, ésta conexión deberá mantener el grado de protección del compartimento eléctrico (IP31). La fijación se hará a la misma tubería en forma colgante por medio de una unión de 3/4" en la parte superior.

**C) Reflector para Alumbrado Interior y Exterior.**

Este equipo de iluminación contendrá una lámpara de vapor de sodio a alta presión de 400W con su respectivo equipo auxiliar. Su instalación será en el interior de ambientes, donde las alturas de instalación sobrepasen los 5m o se requiera una mayor iluminación y requieran condiciones de servicio del tipo industrial. También se utilizarán para el alumbrado exterior instaladas en postes o estructuras metálicas.

Este equipo recibirá la entrada directa del cable a través de una prensa estopa para mantener el grado de protección del equipo (IP55). La fijación se hará a alguna estructura metálica mediante pernos en la base de aluminio fundido del reflector.

**D) Luminaria Para Alumbrado Exterior.**

Este equipo de iluminación contendrá una lámpara de vapor de sodio a alta presión de 250W con su respectivo equipo auxiliar. Su instalación se hará en pastorales, los que se fijarán en postes metálicos o en la estructura de la Planta Industrial, a una altura de 9m.

Los postes serán cimentados en bloques de concreto a 1m de profundidad, ésta cimentación deberá sobresalir 30cm sobre el piso. Cada poste deberá tener una caja de registro a 1,8m de altura para la instalación de los portafusibles, de donde partirá la acometida al equipo de iluminación.

Los postes, pastorales y demás partes metálicas deberán ser protegidos contra la corrosión de acuerdo a la especificación de pinturas (Ciclo de pinturas epoxídico).

## **E) Lámparas de Emergencia**

Cada equipo de iluminación constará de una batería con su respectivo cargador y un par de luminarias con lámparas halógenas de 12W, adicionalmente tendrán unidades remotas conformadas por un par de luminarias con lámparas halógenas de 12W, el número de estas unidades remotas variará hasta un máximo de 6. Todo éste equipo deberá tener un tiempo de funcionamiento mínimo ante cortes de 90 minutos.

Estos equipos se instalarán en los interiores de ambientes adosados a alguna estructura metálica.

## **INSTALACIÓN DE LOS INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES**

### **A) Interruptores**

Los interruptores serán del tipo bipolar simple o doble, tendrán una intensidad nominal de 10A y voltaje de 220V. Se instalarán adosados a la pared, en lugares accesibles a una altura de 1,4m, donde se fijarán con pernos de expansión. La conexión a los interruptores se realizará con tubería conduit Eléctrica, a través de un conector a presión para mantener el grado de protección del equipo (IP54).

### **B) Tomacorrientes de Servicio Semipesado**

Estos tomacorrientes serán bipolares, con terminal de tierra, simples o dobles. Tendrán una intensidad nominal de 16A y voltaje de 220V. Se instalarán adosados a la pared, en lugares accesibles a una altura de 0,4m, donde se fijarán con pernos de expansión. La conexión a los tomacorrientes se realizará con tubería conduit eléctrica, el grado de protección de éste interruptor será IP40, por lo que se lo instalará en ambientes no industriales.

### **C) Tomacorrientes de Servicio Pesado**

Estos tomacorrientes serán bipolares-tripolares, con terminal de tierra. Tendrán una intensidad nominal de 32A y voltaje de operación de 440-220V. Se instalarán adosados a la pared, en lugares accesibles a una altura de 1,2m, donde se fijarán con pernos de expansión. La conexión a los tomacorrientes se realizará con tubería conduit eléctrica a través de un conector de presión para mantener el grado de protección del equipo (IP54).

Estos tomacorrientes se instalarán en ambientes con acumulación de polvo o donde pueda ser salpicado de líquidos, como en Planta industrial o en la zona de servicios.

Para mayores referencias sobre las características de los equipos ver sección 4 de ésta especificación.

Para ver detalles constructivos y de montaje de los equipos ver diseño EC058 1/2.

### **7.3.3 Instalación Y Montaje De Los Circuitos Eléctricos Delos Tableros Y Subtableros De Alumbrado**

#### **Canalización**

##### **A) Sistema de Canaleta Metálica**

El sistema de canalización para acometidas a tableros así como de circuitos de alumbrado y tomacorrientes, comprende la instalación de canaletas metálicas en los diferentes edificios y ambientes de la Planta de ácido Bórico. Estas canaletas serán hechas de plancha galvanizada y deberán tener perforaciones en la base para la ventilación. Para realizar su interconexión con los tableros de alumbrado se hará uso de tubería conduit eléctrica.

La instalación y montaje de las canaletas se realizará de acuerdo a la especificación del capítulo 8 sección 8.2.5. Para ver detalles constructivos y de montaje de la canaleta así como de sus accesorios ver diseño EC058 2/2.

Los ambientes en los que se instalará Canaletas Metálicas son:

##### **- Planta Industrial**

En Planta Industrial se instalarán bandejas de 150x100mm a lo largo de toda la planta en los 4 niveles, los sistemas de canaletas de los 4 niveles se interconectarán mediante una canaleta de 150x100mm que se instalará verticalmente desde el nivel 0.00 hasta el nivel 14.00. Además deberán de interconectarse con los Tableros de alumbrado TA1-4 y STA1-4. Para todo este sistema de canalización se requerirá de 281m de canaleta metálica de 150x100mm.

Para ver el recorrido de canaletas en la Planta Industrial referirse al diseño EB031 1/2 y 2/2.

### **- Área de Servicios Auxiliares.**

El sistema de canaletas estará conformado por una canaleta metálica de 150x100mm que se instalará horizontalmente por la parte exterior a los ambientes de sala de calderos y sala de compresores, a una altura aproximada de 4m, de la cual se derivarán las tuberías hacia los equipos de iluminación y tomacorrientes de la sala de calderos y de compresores.

Esta canalización se deberá de interconectar con el tablero de Alumbrado STA1-5, así como con una bandeja de 300x100mm que une las instalaciones de planta Industrial con el área de Servicios. Para todo este sistema de canalización se requerirá de 30m de canaleta metálica de 150x100mm.

Para ver detalles de la canalización ver diseño EB033.

### **Almacén de Ácido Bórico.**

En el almacén de Ácido Bórico se instalará una canaleta metálica de 150x100mm a lo largo del almacén a una altura aproximada de 4,5m, de la cual se repartirán las tuberías a los equipos fluorescentes y tomacorrientes ubicados en el almacén. Para todo este sistema de canalización se requerirá de 30m de canaleta metálica de 150x100mm.

Para ver detalle de ésta canalización ver diseño EB035.

### **Almacén y Talleres.**

Se instalará una canaleta metálica de 150x100mm por la parte interior de la edificación, la que se extenderá a todos los ambientes. Esta canalización deberá de interconectarse con los tableros de alumbrado STA1-2, STA2-2, STA3-2 que se ubican en la misma edificación. Para todo éste sistema de canalización se requerirá de 59m. de canaleta metálica de 150x100mm.

Para ver detalle de esta canalización ver diseño EB032.

## **B) Sistema de Canalización con Tubería**

La canalización con tubería complementará al sistema de canaletas metálicas instaladas en las diferentes edificaciones. Esta canalización se utilizará para interconectar la canaleta metálica con los equipos de iluminación y tomacorrientes así como también,

con los Tableros de alumbrado. En los ambientes donde no se instale canaletas metálicas, interconectará directamente los tableros de alumbrado con sus respectivos equipos de iluminación, tomacorrientes, o cargas.

El sistema de canalización con tubería comprende la instalación de Tubería conduit eléctrica la que se conectará a los gabinetes y canaletas a través de orificios con el uso de boquillas y contratueras que fijarán la tubería.

Para realizar derivaciones, cambios de dirección o empalmes se hará el uso de cajas Condulet, las que se fijarán en los terminales roscados de las tuberías, estas cajas deberán contar con una tapa accesible y hermética. También se tolerará la realización de curvas o dobleces en las tuberías, siempre y cuando se realicen según la especificación EA462105 sección 6.

Todo el sistema de tuberías deberá tener las siguientes características:

- Resistencia a la corrosión y a los agentes químicos del ambiente.
- Resistencia a los aceites.
- Continuidad eléctrica en todo su recorrido
- Grado de protección IP66.
- Una superficie interior sin filos ni puntas que puedan dañar al cable.

Los diámetros normalizados de tuberías que se utilizarán son  $\frac{3}{4}$ ", 1  $\frac{1}{4}$ " y 2". La instalación y montaje de la Tubería Conduit Eléctrica se realizará según la especificación Capítulo 8 sección 8.2.6.

## **Circuitos Eléctricos**

### **A) Acometidas a los Tableros y Subtableros de Alumbrado**

La acometida para los Tableros y subtableros de Alumbrado estará conformada por ternas de cable NYY Unipolar en conformación triple y calibre adecuado con voltaje de operación de 220V, voltaje máximo de 1KV y temperatura de operación de 80°C. Para subtableros que manejen bajas potencias se podrá usar cable del tipo STO, cableado flexible con aislamiento de cloruro de polivinilo PVC flexible, en conformación triple cubierta exterior común de PVC y relleno de PVC, además de las tres fases se deberá

llevar un conductor de puesta a tierra conformado por un cable TW de color amarillo y calibre adecuado.

El conductor eléctrico para ésta acometida será proporcionado en un solo tramo, sin empalmes o derivaciones, e irán agrupados en forma paralela, en el momento de su instalación deberá tenerse cuidado de no dañar su aislamiento. Una vez terminada su instalación deberán quedar tendidos en la canalización sin que se les ejerza algún esfuerzo mecánico.

Las acometidas para los Tableros de Alumbrado partirán desde los terminales de 220V de los Transformadores de 440/220V para alumbrado, los que a su vez serán alimentados directamente desde el Tablero General TG1-1. La alimentación para el resto de tableros y subtableros se detalla en el Diseño ED150.

## **B) Circuitos de Alimentación a Cargas**

### **- Tipos De Cable**

El cable que se utilizará para realizar la alimentación a los equipo de iluminación y tomacorrientes será del tipo SJTO-STO, cableado flexible con aislamiento de cloruro de polivinilo PVC flexible, en conformación triple y doble, cubierta exterior común de PVC y relleno de PVC, tendrá un voltaje máximo de operación de 600V y temperatura de trabajo de 60°C .Este cable se utilizará desde el calibre 3x2,5mm<sup>2</sup> hasta el de 3x6mm<sup>2</sup>.

Para cuando se requiera calibres mayores se utilizará cable NYY Unipolar en conformación triple y calibre adecuado con voltaje de operación de 220V, voltaje máximo de 1KV y temperatura de operación de 80°C. Se considerará también éste tipo de cable en conformación doble para las instalaciones directamente enterradas del alumbrado exterior.

Para ver los Esquemas Unifilares de cada Tablero y Subtablero, referirse a los siguientes diseños:

Tablero de Alumbrado TA1-1	:Diseño ED175
Subtablero de Alumbrado STA1-2	:Diseño ED177
Subtablero de Alumbrado STA2-2	:Diseño ED178



Subtablero de Alumbrado STA3-2	:Diseño ED179
Subtablero de fuerza STF1-2	:Diseño ED185
Subtablero de Alumbrado STA2-3	:Diseño ED176
Tablero de Alumbrado TA1-4	:Diseño ED180
Subtablero de Alumbrado STA1-4	:Diseño ED181
Subtablero de Alumbrado STA2-4	:Diseño ED182
Subtablero de Alumbrado STA1-5	:Diseño ED183
Subtablero de Alumbrado STA1-6	:Diseño ED184

#### **- Alimentación a Equipo de Iluminación y Tomacorriente**

##### **\* Equipo Fluorescente.-**

La alimentación a los equipos Fluorescentes se realizará con cable SJTO bipolar de calibre  $2 \times 2,5 \text{mm}^2$ , el que partirá desde el tablero de alumbrado respectivo, cada circuito contará con uno o más interruptores bipolares según la ubicación o el agrupamiento de los equipos. Para repartir los alimentadores a varios equipos fluorescentes, se hará uso de caja bornera, las que recibirán un alimentador y lo repartirán a todos los equipos, las conexiones a las borneras deberán estar debidamente marcadas, debiéndose usar terminales de punta en cada conductor. Por su parte las borneras deberán instalarse en rieles DIN los que irán fijos a la canaleta.

**\* Luminarias y Reflectores de alumbrado Interior.-** Estos Equipos de Iluminación serán alimentados directamente de su respectivo Tablero con cable SJTO bipolar de calibre  $2 \times 2,5 \text{mm}^2$ , Cada circuito agrupará 3 ó 4 equipos cada uno con alimentación independiente y directa desde el tablero, donde cada equipo contará con sus borneras propias, el agrupamiento de los equipos se realizará en las borneras del tablero. No deberá realizarse empalmes ni derivaciones en la canaleta.

**\* Luminarias y Reflectores de Alumbrado Exterior.-** La alimentación a los equipos de iluminación exterior se realizará con cable unipolar NYY en conformación doble de

calibre  $2 \times 6 \text{mm}^2$  el que será instalado directamente enterrado en zanjas. Para realizar el tendido del cable se deberá considerar lo siguiente:

- El cable será enterrado a una profundidad de 0,6m.
- El fondo de la zanja deberá contener tierra relativamente suave, cernida y compacta.
- El relleno de la zanja se hará con tierra cernida compactada por capas.
- No deberá aplicarse compactación antes de que el cable haya sido cubierto con una capa de tierra de unos 15cm.
- Se deberá instalar una cinta señalizadora a lo largo de la canalización es unos 20cm sobre el cable.

Una vez tendido el cable, las derivaciones hacia cada poste se realizarán con cable SJTO bipolar  $2 \times 25 \text{mm}^2$ , ésta derivación se realizará con conectores prensados y aislados con cinta vulcanizante. Cada luminaria deberá contar con una base portafusible como protección individual, la que se instalará en el mismo poste a 1,8m de altura.

Cuando las luminarias se instalen adosadas a alguna edificación, la alimentación se realizará con cable SJTO directamente desde el Tablero.

**\* Equipo de Iluminación en General.**-La alimentación a cualquier otro equipo de iluminación que no se haya mencionado antes se realizara con cable SJTO bipolar de calibre adecuado, el que partirá desde el tablero de alumbrado

**CAPITULO VIII  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES**

**8.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES EN MEDIA TENSIÓN**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE EN MEDIA TENSIÓN**

Normalizado según	:	ASTM B3-B8 IEC – 502, VDE 0271
Denominación según VDE 0271	:	N2YSY
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Ducto de concreto
Temperatura de trabajo	:	90° C máximo
Temperatura de corto- circuito máxima	:	250°C
Longitud aproximada	:	128m
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	3 x 70 mm <sup>2</sup>
Conformación	:	1 Cable tripolar
Voltaje nominal con respecto a tierra	:	8,7 KV
Voltaje nominal entre fases	:	15KV
Voltaje de operación	:	10 KV
Intensidad nominal	:	269 A
Intensidad de cortocircuito	:	30 KA
Detalles constructivos		

Conductor eléctrico suave.	:	Cobreelectrolítico
Pantalla interna	:	Capa semiconductora.
Aislamiento	:	Polietileno reticulado.
Pantalla externa	:	Capa semiconductora.
Protección externa Vinilo. PVC roja.	:	Cubierta policloruro de

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE DUCTO DE CONCRETO

Material	:	Concreto
Condiciones de instalación		
Tipo de instalación	:	Subterránea
Profundidad	:	1 m
Tipos de ductos	:	Ducto de 4 vías
	:	Ducto de 2 vías
	:	Ducto de 1 vía
Ducto de 2 vías		
Longitud	:	1 m
Diámetro de cada vía	:	0,09 m
Altura	:	0,15 m
Ancho	:	0,25 m
Resistencia a la rotura	:	1400 Kg/m

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE AISLADOR PORTABARRA

Material		
Cuerpo	:	Araldite
Bornes	:	Bronce
Tensión Nominal	:	10 KV

Tensión de Prueba	:	35 KV
Línea de fuga	:	127 mm
Uso	:	Interior
Resistencia mecánica	:	750 Kgf
Dimensiones		
Diámetro base	:	67 mm
Diámetro punta	:	50 mm
Longitud	:	120 mm

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICA DE BARRA DE COBRE

Norma de Fabricación	:	DIN 46433
Dimensiones		
Ancho	:	50 mm
Espesor	:	5 mm
Sección	:	249 mm <sup>2</sup>
Resistencia específica	:	0,0178 $\Omega$ mm/m
Módulo de elasticidad	:	11x10 <sup>4</sup> Nm
Carga Permanente a 60 Hz	:	697 A
Revestimiento	:	Esmalte

#### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TERMINACIÓN PARA CABLE

##### SECO DE 10KV

Tipo de aplicación en frío	:	Terminación encogible
Material		
Aislador	:	Goma silicona.
Conector de cobre	:	Cobre

Instalación	:	Interior
Control del esfuerzo eléctrico	:	Tipo K.
Conformación	:	Una terminación para conductor unipolar.
Voltaje de aislamiento	:	15 KV.
Sección del conductor	:	70mm <sup>2</sup>
Accesorios		
3 Terminales de cobre estañados 70mm <sup>2</sup>		
1 Sello de trifurcación		
4 Abrazaderas metálicas		

## 8.2 Especificación Técnica de Materiales de Circuitos de Fuerza

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE DE ENERGÍA

Normalizado según	:	CEI 20-14
	:	ASTM B-3 B-8, VDE 0271
Denominación según VDE 0271	:	NY Y
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Ductos de concreto canaleta metálica
Temperatura de trabajo	:	80°C
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	185mm <sup>2</sup>
Conformación	:	3 cables unipolares
Voltaje máximo de operación	:	1000 V
Voltaje de operación	:	440V
Intensidad nominal	:	425A

**Material**

Conductor eléctrico	:	Cobre electrolítico suave.
Aislamiento PVC.	:	Policloruro de vinilo
Protección externa PVC.	:	Policloruro de vinilo
<b>Detalles constructivos</b>		
Hilos por conductor	:	37
Forma del conductor	:	rm
Espesor del aislamiento	:	2mm
Espesor de la chaqueta	:	1,7mm
Diámetro exterior por cada conductor	:	23,5mm

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE DUCTO DE CONCRETO**

Material	:	Concreto
Condiciones de instalación		
Tipo de instalación	:	Subterránea
Profundidad	:	1 m
Tipos de ductos	:	Ducto de 4 vía
	:	Ducto de 2 vías
	:	Ducto de 1 vía
<b>Ducto de 4 vías</b>		
Longitud	:	1 m
Diámetro de cada vía	:	0,09 m
Altura	:	0,25 m

Ancho	:	0,25 m
Resistencia a la rotura	:	3000 Kg/m
<b>Ducto de 2 vías</b>		
Longitud	:	1 m
Diámetro de cada vía	:	0,09 m
Altura	:	0,15 m
Ancho	:	0,25 m
Resistencia a la rotura	:	1400 Kg/m

### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CANALETA METÁLICA**

Normado según	:	IEC 529
<b>Condiciones de Instalación</b>		
Humedad relativa a 45°C	:	95 %
Grado de contaminación según IEC 947	:	III Ambiente Industrial
Grado de Protección	:	IP30
Material	:	Plancha galvanizada de 1,5 mm de espesor
Sistema de ventilación	:	Perforaciones en la base de la canaleta.
<b>Dimensiones para 3 tamaños de</b>		
Bandeja	:	
Longitud (mm)	:	2400 2400 2400
Altura (mm)	:	100 100 100
Ancho (mm)	:	150 300 600



Fijación	:	Mediante pernos y Mordazas a perfiles C.
Accesorios	:	Ver diseños EC057 2/3 EC058 1 /2.

### 8.3. Especificación Técnica de los Materiales en Circuitos de Centro de Control de Motores – Ccms.

#### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE PARA ACOMETIDAS A CCMS

Normalizado según	:	CEI 20-14 ASTM B-3 B-8 VDE 0271
Denominación según VDE 0271	:	NY Y
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Ductos de concreto canaleta metálica
Temperatura de trabajo	:	80°C
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	Indicada
Conformación	:	3 cables unipolares
Voltaje máximo de operación	:	1000 V
Voltaje de operación	:	440V
Intensidad nominal	:	Indicada
Detalles constructivos		
Conductor eléctrico	:	Cobre electrolítico suave.

Aislamiento	:	Cloruro de Polivinilo PVC.
Protección externa	:	Cloruro de Polivinilo PVC.
<b>SECCIÓN NOMINAL</b>	<b>I nominal</b>	
3x1x35mm <sup>2</sup>		183 A
3x1x70mm <sup>2</sup>		272 A

### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE PARA CIRCUITOS DE FUERZA**

Normalizado según	:	ASTM B-3 B-174
	:	VDE
Denominación	:	CABLE STO
	:	CABLE SJTO
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Bandeja metálica Tubería Conduit
Temperatura de trabajo	:	60°C
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	Indicada
Conformación	:	Un cable tripolar
Voltaje máximo de operación	:	600 V
Voltaje de operación	:	440V
Intensidad nominal	:	Indicada
Detalles constructivos		
Conductor eléctrico	:	Hilos de cobre rojo suave.
Aislamiento Individual	:	Cloruro de polivinilo PVC.

Aislamiento general : Cloruro de polivinilo  
PVC.

Resistente a los aceites.

SECCIÓN NOMINAL I nominal

3x2,5 mm<sup>2</sup> 17 A

3x4 mm<sup>2</sup> 23 A

3x6 mm<sup>2</sup> 28 A

3x10 mm<sup>2</sup> 40 A

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE PARA CIRCUITO DE FUERZA

Normalizado según : CEI 20-14  
: ASTM B-3 B-8, VDE 0271

Denominación según VDE 0271 : NYY

Condiciones de Instalación

Canalización : Ductos de concreto  
canaleta metálica

Temperatura de trabajo : 80°C

Empalmes o derivación : NO

Sección nominal : Indicada

Conformación : 3 cables unipolares

Voltaje máximo de operación : 1000 V

Voltaje de operación : 440V

Intensidad nominal : Indicada

Detalles constructivos

Conductor eléctrico : Cobre electrolítico  
suave.

Aislamiento : Cloruro de Polivinilo  
PVC.

Protección externa : Cloruro de Polivinilo PVC.

SECCIÓN NOMINAL I nominal

3x1x6	67 A
3x1x10	90 A
3x1x16	123 A
3x1x25	151 A
3x1x35	183 A
3x1x70	272 A
3x1x185	180 A
95 mm <sup>2</sup>	215 A

#### ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS DE CABLE PARA PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS

Normalizado según : ASTM B-3 B-8

: VDE 0250

Denominación : CABLE TW

Condiciones de Instalación

Canalización : Canaleta metálica

Tubería conduit

Ducto de concreto

Temperatura de trabajo : 60°C

Empalmes o derivación : Solo con terminales y empernados.

Sección nominal : Indicada

Conformación : Un cable unipolar

Voltaje máximo de operación : 600 V

Voltaje de operación : 440 V

Intensidad nominal : Indicada

**Detalles constructivos**

Conductor eléctrico	:	Cobre electrolítico suave, sólido cableado.
Aislamiento	:	Cloruro de Polivinilo PVC, color amarillo.

**SECCIÓN NOMINAL****I nominal**

2,5 mm <sup>2</sup>	18 A
4 mm <sup>2</sup>	25 A
6 mm <sup>2</sup>	35 A
10 mm <sup>2</sup>	46 A
16 mm <sup>2</sup>	62 A
35 mm <sup>2</sup>	100 A

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CABLE DE CONTROL**

Normalizado según	:	ASTM B-3 B-174 VDE
Denominación	:	CABLE MULTIPLAST
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Canaleta metálica Tubería conduit
Temperatura de trabajo	:	60°C
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	1,5 mm <sup>2</sup>
Conformación	:	Un cable multiplast de 4 y 7 hilos
Voltaje máximo de operación	:	600 V
Voltaje de operación	:	110 V
Intensidad nominal	:	5 A máximo

**Detalles constructivo**

Conductores eléctricas : Hilos de cobre  
agentes químicos y aceites.

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE PARA CIRCUITOS DE MEDICIÓN**

Normalizado según : ASTM B-3 B-174  
VDE

Denominación : CABLE SVTO

Condiciones de Instalación

Canalización : Canaleta metálica  
Tubería conduit

Temperatura de trabajo : 60°C

Empalmes o derivación : NO

Sección nominal : 2,5 - 4 mm<sup>2</sup>

Conformación : Un cable bipolar

Voltaje máximo de operación : 300 V

Voltaje de operación : 0,1 V

Intensidad nominal : 5 A máximo

Detalles constructivos

Conductor eléctrico : Hilos de cobre  
electrolítico suave

Aislamiento individual : Cloruro de polivinilo  
PVC

Aislamiento general : Cloruro de polivinilo  
PVC resistente a los aceites.

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CANALETA METÁLICA

Normado según	:	IEC 529
Condiciones de Instalación		
Humedad relativa a 45°	:	95 %
Grado de contaminación según IEC 947	:	III Ambiente Industrial
Grado de Protección	:	IP30
Material	:	Plancha galvanizada de 1,5 mm de espesor
Sistema de ventilación	:	Perforaciones en la base de la canaleta.
Dimensiones para 3 tamaños de bandeja		
Longitud (mm)	:	2400 2400 2400
Altura (mm)	:	100 100 100
Ancho (mm)	:	150 300 600
Fijación	:	Mediante pernos y Mordazas a perfiles C.
Accesorios	:	Ver diseños 057 2/3 EC058 1/ 2

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍA CONDUIT ELÉCTRICA

Normalizado según	:	ANSI C-80-3
Material	:	Acero
Revestimiento exterior	:	Cubierta de galvanizado electrolítico.
Espesor de paredes	:	Uniforme
Empalmes roscadas.	:	Mediante uniones

Desviaciones	:	Con cajas de paso. cajas
LR, LB, LL, T.		CONDULET
Grado de protección del conjunto	:	IP66
Longitud de cada tubería	:	10 pies
Diámetro interior	:	3/4", 1 1/4", 2"

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍA FLEXIBLE

Normalizado según	:	CSA
<b>Material</b>		
Estructura	:	Lámina de acero enrollado sin costuras
Revestimiento exterior	:	Cubierta de PVC hermética
<b>Condiciones de instalación</b>		
Humedad relativa a 45°C	:	95%
Grado de contaminación según IEC 947	:	III ambiente industrial
Uniones	:	Mediante conectores de compresión
Grado de protección del conjunto	:	IP66
Longitud	:	Variada
Diámetro	:	3/4", 1 1/4", 2"

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LAS CAJAS CONDULET

Normalizado según	:	CSA
Material	:	Aluminio
<b>Condiciones de instalación</b>		
Humedad relativa a 45°C	:	95%
Grado de contaminación		



según IEC 947	:	III ambiente industrial
Desviaciones	:	Accesorios LL, LR, LB
Desviación	:	Accesorio T
Registro	:	Accesorio C.
Grado de protección	:	IP66
Medidas	:	3/4", 1 1/4", 2"

### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS CONECTORES PARA TUBERÍA FLEXIBLE**

Normalizado según	:	CSA
Condiciones de instalación		
Humedad relativa a 45 °C	:	95%
Grado de contaminación		
según IEC 947	:	III ambiente industrial
Material		
Cuerpo	:	Acero
Boquilla	:	Nylon
Grado de Protección	:	IP66
Medidas	:	3/4"
		1 1/4"
		2"

### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL GABINETE**

Normalizado según	:	IEC 529
		IEC 439, IEC 68
Condiciones de instalación		
Ambiente	:	Cálido húmedo
Temperatura de trabajo	:	0 a 40°C
Grado de contaminación	:	III ambientes

según IEC 947	industriales
Material	: Polyester
Grado de protección	: IP65
Dimensiones	
Altura	: 300 mm
Ancho	: 250 mm
Fondo	: 160 mm
Acceso	: Puerta frontal hermética
Cerradura	: 2 Unidades tipo T

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PULSADORES

Normalizado según	: IEC 337-1-2, VDE 0660
Temperatura de trabajo	: -5 a 55°C
Posición de montaje	: Cualquiera
Perforación en panel	: 22 mm de diámetro
Grado de Protección	: IP65
Material	: Base metálica
Voltaje de control	: 110 V
Voltaje de aislamiento	: 500 V
Capacidad máxima de contactos	: 10 A
Protección	: Contactos autolimpiantes
Tipo de actuador	: Pulsador rasante
Tipo de Contactos	
Pulsadores de arranque	: 1 Contacto NA*
Pulsadores de parada	: 1 Contacto NC**
Durabilidad Mecánica	: 1 Millón de ciclos

de maniobra

\* NA = Normalmente abierto

\*\*NC = Normalmente cerrado

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONMUTADORES MAN-O-AUT**

Normalizado según	:	IEC 337-1-2 VDE 0660
Temperatura de trabajo	:	-5 a 55°C
Posición de montaje	:	Cualquiera
Perforación en panel	:	22 mm de diámetro
Grado de protección	:	IP65
Material	:	Base metálica
Voltaje de control	:	110 V
Voltaje de aislamiento	:	500 V
Capacidad máxima de contactos	:	10 A
Tipo de actuador	:	Manija rotatoria
Tipo de contactos	:	1 Contacto NA* + 1 Contacto NC**
Durabilidad Mecánica	:	1 Millón de ciclos

de maniobra.

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL AMPERÍMETRO DE CUADRO**

Normalizado según	:	IEC 51 IEC 414 DIN 43780 DIN 43700
Grado de Protección	:	IP54
Montaje	:	Adosado vertical

Medida del Marco	:	96 x 96 mm
Longitud de escala	:	94 mm
Sistema de medida	:	Hierro móvil
Magnitud a medir	:	Intensidad de Corriente alterna
Clase de Precisión	:	1.5
Escala	:	Indicada
Transformador de corriente	:	Indicado
Sobrecarga admisible	:	1.5 I nominal
Tensión de aislamiento	:	2 KV durante 1 minuto a 60 Hz
Frecuencia de servicio	:	60 Hz
Potencia	:	0,33 VA
Temperatura de trabajo	:	10° a 30°C
Vibración admisible	:	0,25 mm de amplitud a 50 Hz durante 20 min

\* NA = Normalmente Abierto

\*\*NC = Normalmente cerrado

#### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LAMPARA DE SEÑALIZACIÓN**

Normalizado según	:	IEC 337-1-2 VDE 0660
Temperatura ambiente	:	-5 a 55°C
Posición de Montaje	:	Cualquiera
Grado de Protección	:	IP 65

Voltaje de control	:	110 V
Voltaje máximo	:	130 V
Lámpara		
Tipo	:	Neón
Potencia	:	2,4 W
Perforación en panel	:	22 mm de Diámetro
Colores		
Sobrecarga	:	ámbar

#### **8.4 Especificación Técnica De Los Materiales De Circuitos De Subtablero De Fuerza**

##### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE PARA CIRCUITOS DE FUERZA**

Normalizado según	:	ASTM B-3 B-174
Denominación	:	CABLE STO
	:	CABLE SJTO
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Bandeja metálica
		Tubería Conduit
Temperatura de trabajo	:	60°C
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	Indicada
Conformación	:	Un cable tripolar
Voltaje máximo de operación	:	600 V
Voltaje de operación	:	440V
Intensidad nominal	:	Indicada
Detalles constructivos		
Conductor eléctrico	:	Hilos de cobre rojo suave.

Aislamiento Individual	:	Cloruro de polivinilo PVC.
Aislamiento general	:	Cloruro de polivinilo PVC. Resistente a los aceites.

SECCIÓN NOMINAL	I nominal
3x2,5 mm <sup>2</sup>	17 A
3x4 mm <sup>2</sup>	23 A
3x6 mm <sup>2</sup>	28 A
3x10 mm <sup>2</sup>	40 A

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS DE CABLE PARA PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS

Normalizado según	:	ASTM B-3 B-8
	:	VDE 0250
Denominación	:	CABLE TW
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Canaleta metálica Tubería conduit Ducto de concreto
Temperatura de trabajo	:	60°C
Empalmes o derivación	:	Solo con terminales Y empernados.
Sección nominal	:	Indicada
Conformación	:	Un cable unipolar
Voltaje máximo de operación	:	600 V
Voltaje de operación	:	440 V
Intensidad nominal	:	Indicada
Detalles constructivos		
Conductor eléctrico	:	Cobre electrolítico

suave, sólido o cableado.

Aislamiento : Cloruro de Polivinilo PVC, color amarillo.

**SECCIÓN NOMINAL**

I nominal

2,5 mm<sup>2</sup>

18 A

4 mm<sup>2</sup>

25 A

6 mm<sup>2</sup>

35 A

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍA CONDUIT ELÉCTRICA**

Normalizado según : ANSI C-80-3

Material : Acero

Revestimiento exterior : Cubierta de galvanizado electrolítico.

Espesor de paredes : Uniforme

Empalmes : Mediante uniones roscadas.

Desviaciones : Con cajas de paso.  
cajas CONDULET  
LR, LB, LL, T.

Grado de protección del conjunto : IP66

Longitud de cada tubería : 10 pies

Diámetro interior : 3/4"

1 1/4"

2"

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍA FLEXIBLE

Normalizado según	:	CSA
Material Estructura	:	Lámina de acero enrollado sin costuras
Revestimiento exterior	:	Cubierta de PVC hermética
Condiciones de instalación		
Humedad relativa a 45°C	:	95%
Grado de contaminación según IEC 947	:	III ambiente industrial
Uniones	:	Mediante conectores de compresión .
Grado de protección del conjunto	:	IP66
Longitud	:	Variada
Diámetro	:	3/4" 1 1/4" 2"

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LAS CAJAS CONDULET

Normalizado según	:	CSA
Material	:	Aluminio
Condiciones de instalación		
Humedad relativa a 45 °C	:	95%
Grado de contaminación según IEC 947	:	III ambiente industrial
Desviaciones	:	Accesorios LL, LR, LB
Desviación	:	Accesorio T



Registro	:	Accesorio C.
Grado de protección	:	IP66
Medidas	:	3/4"
		1 1/4"
		2"

#### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS CONECTORES PARA TUBERÍA FLEXIBLE**

Normalizado según	:	CSA
Condiciones de instalación		
Humedad relativa a 45 °C	:	95%
Grado de contaminación		
según IEC 947	:	III ambiente industrial
Material		
Cuerpo	:	Acero
Boquilla	:	Nylon
Grado de Protección	:	IP66
Medidas	:	3/4"
		1 1/4"
		2"

#### **8.5 Especificación Técnica de los Materiales para Circuitos de Tableros Y Subtableros de Alumbrado**

##### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE PARA ACOMETIDAS A TABLEROS**

Normalizado según	:	CEI 20-14
	:	ASTM B-3 B-8, VDE 0271
Denominación según VDE 0271	:	NYY
Condiciones de Instalación		

Canalización	:	Ductos de concreto canaleta metálica
Temperatura de trabajo	:	80°C
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	Indicada
Conformación	:	3 cables unipolares
Voltaje máximo de operación	:	1000 V
Voltaje de operación	:	440V - 220V
Intensidad nominal	:	Indicada
<b>Detalles constructivos</b>		
Conductor eléctrico	:	Cobre electrolítico suave.
Aislamiento	:	Cloruro de Polivinilo PVC.
Protección externa	:	Cloruro de Polivinilo PVC.

**SECCIÓN NOMINAL**

I nominal

3x1x6mm <sup>2</sup>	67 A
3x1x10mm <sup>2</sup>	90 A
3x1x16mm <sup>2</sup>	123 A
3x1x25mm <sup>2</sup>	151 A
3x1x35mm <sup>2</sup>	183 A
3x1x70mm <sup>2</sup>	272 A

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL CABLE PARA CIRCUITOS DERIVADOS**

Normalizado según	:	ASTM B-3 B-174
	:	VDE
Denominación	:	CABLE STO
	:	CABLE SJTO

### Condiciones de Instalación

Canalización	:	Bandeja metálica Tubería Conduit
Temperatura de trabajo	:	60°C
Empalmes o derivación	:	NO
Sección nominal	:	Indicada
Conformación	:	Un cable tripolar Un cable bipolar
Voltaje máximo de operación	:	600 V
Voltaje de operación	:	220V-440V
Intensidad nominal	:	Indicada
Detalles constructivos		
Conductor eléctrico	:	Hilos de cobre rojo suave.
Aislamiento Individual	:	Cloruro de polivinilo PVC.
Aislamiento general	:	Cloruro de polivinilo PVC. Resistente a los aceites.

### SECCIÓN NOMINAL

SECCIÓN NOMINAL	I nominal
2,5 mm <sup>2</sup>	17 A
4 mm <sup>2</sup>	23 A
6 mm <sup>2</sup>	28 A
10 mm <sup>2</sup>	40 A

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS DE CABLE PARA PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS**

Normalizado según	:	ASTM B-3 B-8
	:	VDE 0250
Denominación	:	CABLE TW
Condiciones de Instalación		
Canalización	:	Canaleta metálica Tubería conduit Ducto de concreto
Temperatura de trabajo	:	60°C
Empalmes o derivación	:	Solo con terminales y empernados.
Sección nominal	:	Indicada
Conformación	:	Un cable unipolar
Voltaje máximo de operación	:	600 V
Voltaje de operación	:	220 V
Intensidad nominal	:	Indicada
Detalles constructivos		
Conductor eléctrico	:	Cobre electrolítico  suave, sólido o cableado.
Aislamiento	:	Cloruro de Polivinilo PVC, color amarillo.
<b>SECCIÓN NOMINAL</b>		<b>I nominal</b>
2,5 mm <sup>2</sup>		18 A
4 mm <sup>2</sup>		25 A
6 mm <sup>2</sup>		35 A
10 mm <sup>2</sup>		46 A
16 mm <sup>2</sup>		62 A

35 mm<sup>2</sup>

100 A

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CANALETA METÁLICA**

Normado según	:	IEC 529
Condiciones de Instalación		
Humedad relativa a 45°C	:	95 %
Grado de contaminación		
según IEC 947	:	III Ambiente Industrial
Grado de Protección	:	IP30
Material	:	Plancha galvanizada de 1 mm de espesor
Sistema de ventilación	:	Perforaciones en la base de la canaleta.
Dimensiones para 3 tamaños de bandeja	:	
Longitud (mm)	:	2400 2400 2400
Altura (mm)	:	100 100 100
Ancho (mm)	:	150 300 600
Fijación	:	Mediante pernos y Mordazas a perfiles C.
Accesorios	:	Ver diseños 62EC057 2/3 62EC058 ½

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TUBERÍA CONDUIT ELÉCTRICA**

Normalizado según	:	ANSI C-80-3
-------------------	---	-------------

Material	:	Acero
Revestimiento exterior	:	Cubierta de galvanizado electrolítico.
Espesor de paredes	:	Uniforme
Empalmes	:	Mediante-uniones roscadas.
Desviaciones	:	Con cajas de paso cajas CONDULET LR, LB, LL, T.
Grado de protección del conjunto	:	IP66
Longitud de cada tubería	:	10 pies
Diámetro interior	:	3/4", 1 1/4", 2"

#### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LAS CAJAS CONDULET**

Normalizado según	:	CSA
Material	:	Aluminio
Condiciones de instalación		
Humedad relativa a 45 °C	:	95%
Grado de contaminación según IEC 947	:	III-ambiente industrial
Desviaciones	:	Accesorios LL, LR, LB
Desviación	:	Accesorio T
Registro	:	Accesorio C.
Grado de protección	:	IP66
Medidas	:	3/4", 1 1/4" 2"

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO FLUORESCENTE

Normalizado según	:	IEC 529
Grado de contaminación	:	
según IEC 947	:	III Ambiente Industrial
Grado de protección	:	IP 54
Materiales del Gabinete	:	
Casco	:	Polyester reforzado con fibra de vidrio.
Pantalla portaequipo	:	Plancha de acero.
Tapa difusora	:	Plástico acrílico traslúcido
Juntas o uniones	:	Goma
Fijación de la tapa	:	
difusora	:	Mediante ganchos a presión
Fijación del equipo	:	Adosado colgante
Lámpara	:	
Cantidad	:	2
Tipo	:	Fluorescente
Potencia	:	33 W
Equipo auxiliar	:	2 balastos electronicos

Las pérdidas de potencia de los reactores electrónicos son mínimas ofreciendo una máxima eficiencia y un menor costo de energía por iluminación CELMA(Electrotechnical Components for luminaires in the European Union).

Por otra parte se anula posibilidad de efecto estroboscópico, como en la fábrica que tiene máquinas rotatorias, además el encendido frecuente no reduce la vida de la lámpara.

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LA LUMINARIA PARA ALUMBRADO INTERIOR

Normalizado según	:	IEC 529
		IEC 598
Grado de contaminación		
según IEC 947	:	III Ambiente industrial
Grado de protección		
Del compartimento eléctrico	:	IP31
Del compartimento óptico	:	IP65
Material del equipo		
Reflector	:	Aluminio abrigantado
Caja portaequipo	:	Plancha de fierro fosfatizado
Portaequipo	:	Aluminio
Tapa difusora	:	Vidrio templado
Juntas	:	Empaquetadura neumática
Fijación de tapa difusora	:	Con pernos tipo mariposa
Fijación del equipo	:	Mediante platina de aluminio fijada en la parte superior.
Lámpara		
Cantidad	:	1
Tipo	:	Vapor de sodio a alta presión.
Potencia	:	250 W
Equipo auxiliar	:	1 reactor de 250 W  1 cebador  1 portalámpara de



porcelana  
antivibratorio.

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE REFLECTOR PARA EXTERIOR E INTERIOR

Normalizado según	:	IEC 529 IEC 598
Grado de contaminación según IEC 947	:	III Ambiente industrial
Grado de protección	:	IP55
<b>Material del equipo</b>		
Cuerpo	:	Aleación de Aluminio colado
Reflector	:	Aluminio refinado, por oxidación anódica, martillado
Tapa difusora	:	Vidrio templado, con marco de Aluminio.
Juntas	:	Silicona.
Estribo móvil	:	Acero
Base de fijación	:	Aluminio fundido
Fijación de tapa difusora	:	Con ganchos de presión.
Fijación del equipo	:	Mediante pernos, adosado
<b>Lámpara</b>		
Cantidad	:	1
Tipo	:	Vapor de sodio a alta presión.
Potencia	:	400 W

Equipo auxiliar	:	1 reactor de 400 W
		1 arrancador
		1 portalámpara de porcelana antivibratorio.

### **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LUMINARIA PARA ALUMBRADO EXTERIOR**

Normalizado según	:	IEC 529
		IEC 598
Grado de contaminación según IEC 947	:	III Ambiente industrial
Grado de protección	:	IP65
Material del equipo		
Caja portaequipo	:	Aluminio fundido
Reflector	:	Aluminio abrillantado.
Cuerpo	:	Aluminio
Tapa difusora	:	Policarbonato inyectado (Vidrio plástico).
Juntas	:	Empaquetadura de hipalón
Fijación de tapa difusora	:	Con ganchos de presión.
Fijación del equipo	:	Mordaza para fijación en pastoral.
Lámpara		
Cantidad	:	1
Tipo	:	Vapor de sodio a alta presión.
Potencia	:	250 W
Equipo auxiliar	:	1 reactor de 250 W
		1 cebador

1 portalámpara de  
porcelana antivibratorio.

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE EQUIPO FLUORESCENTE CIRCULAR

Normalizado según	:	IEC 529
Ambiente de instalación	:	Comercial
Grado de protección	:	IP40
<b>Material del equipo</b>		
Soporte del equipo	:	Acero fosfatizado
Reflector	:	Plástico
Tapa difusora	:	Acústico blanco.
Juntas	:	Empaquetadura sintética.
Fijación de tapa difusora	:	Con ganchos de presión.
Fijación del equipo	:	Adosado al techo.
<b>Lámpara</b>		
Cantidad	:	1
Tipo	:	Fluorescente
Potencia	:	32 W
Equipo auxiliar	:	1 reactor de 32 W 1 cebador 1 porta lámpara de porcelana antivibratorio.

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LAMPARAS DE EMERGENCIA

Normalizado según	:	ULE 65048
Grado de contaminación	:	
del ambiente según IEC 947	:	III Ambiente industrial
Grado de protección	:	
Del compartimento eléctrico	:	IP41
Del compartimento óptico	:	IP54
Conformación	:	
Una unidad con dos reflectores y fuente de energía.		
Unidades remotas de dos reflectores alimentados desde una unidad central.		
Material del equipo	:	
Cuerpo	:	Metálico
Luminarias	:	Material termoplástico
Revestimiento parte metálica	:	Pintura epóxica al horno.
Fijación	:	Adosado mediante pernos
Luminarias	:	
Lámparas	:	Halógenas.
Potencia	:	12 W
Tapa difusora	:	De vidrio
Direccionamiento	:	80° Vertical 350°de Rotación
Cantidad	:	8 por cada conjunto.
Fuente de energía	:	
Potencia	:	117 W
Tiempo de duración	:	90 minutos

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA 440/220V**

Norma de fabricación	:	IEC 76
Condiciones de servicio		
Clima	:	Cálido
Temperatura ambiente	:	5° a 30°C
Humedad relativa	:	60%
Altitud	:	2500 msnm
Instalación	:	Interno
Datos Técnicos		
Potencia nominal	:	90 KVA
	:	70 KVA
Frecuencia nominal	:	60 Hz
Voltaje primario	:	440 V
Voltaje secundario a carga		
nominal y $\cos\phi$ 0,8 ind	:	220 V
Corriente nominal		
Para 90 KVA	:	118/236A
Para 70 KVA	:	92/184A
Servicio	:	Continuo
Tensión de aislamiento	:	2 KV a 60 Hz
Perdidas		
En vacío a voltaje nominal	:	350W
A plena carga y 75°C	:	1750W
Voltaje de cortocircuito	:	4%
Numero de fases	:	3
Grupo de conexión	:	Dd0

Sistema de refrigeración	:	AN
Conmutador de tensión		
Tipo	:	En vacío
Gradines	:	+/-2 x 2,5%

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL POSTE DE ALUMBRADO

Material	:	Tubo de Fierro célula 40
Conformación	:	3 cuerpos tubulares : 1 pastoral parabólico simple o doble.
Longitud de cada cuerpo	:	3 m
Diámetro de cuerpos		
Base	:	4"
Medio	:	3"
Punta	:	2 1/2"
Acometida del cable	:	subterránea
Recubrimiento	:	De acuerdo a la especificación QUIOSA
Instalación		
Modo	:	Enterrado con base de concreto
Profundidad	:	1 m
Altura de la punta	:	8 m snpt
Altura total	:	9 m snpt

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS INTERRUPTORES DE ALUMBRADO

Normalizado según	:	CEI 23-9 CEI 70-1
Conformación	:	Equipos interruptores Bases portaequipos
Número de polos	:	2
Voltaje de aislamiento	:	2 KV a 50 Hz durante 1 min.
Prueba de funcionamiento continuo a nominal	:	50000 ciclos de operaciones a 220 V
Intensidad nominal	:	10 A
Voltaje nominal	:	220 V
Frecuencia de trabajo	:	60 Hz
Conexión	:	Borneras 4 mm <sup>2</sup>
Bases portaequipos		
Material	:	Resina termoplástica
Grado de Protección	:	IP40
Instalación	:	Visible
Fijación	:	Mediante pernos y tuercas
Capacidad	:	1-2-3 Equipos de interrupción.

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TOMACORRIENTES SERVICIO PESADO

Normalizado según	:	CEI 23-12 IEC 309-1-2
Temperatura de trabajo	:	0 - 55°C
Grado de Protección	:	IP54
Voltaje de aislamiento	:	2 KV a 50 Hz durante 1 min.
Voltaje nominal	:	220V - 440V
Intensidad nominal	:	32 A
Distribución de polos		
Para 440 V	:	3P + T
Para 220 V	:	2P + T
Material	:	Resina termoplástica
Instalación	:	Visible, adosada a la pared
Fijación	:	Mediante pernos
Conexión	:	Con tubería Conduit
Altura de montaje	:	1,2 m sobre el piso.

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TOMACORRIENTES DE SERVICIO SEMIPESADO

Normalizado según	:	CEI 23-9 CEI 70-1
Conformación	:	Equipos Tomacorrientes Bases portaequipos
Equipos tomacorrientes		
Número de polos	:	2P + T
Voltaje de aislamiento	:	2 KV a 50 Hz durante 1 Minuto.
Intensidad nominal	:	16 A



Voltaje nominal	:	220 V
Frecuencia de trabajo	:	60 Hz
Conexión	:	Bornes de 4mm <sup>2</sup>
Bases porta equipos	:	
Material	:	Resina termoplástica
Grado de Protección	:	IP40
Instalación	:	Visible
Fijación	:	Mediante pernos y tuercas
Capacidad	:	1-2-Equipos tomacorrientes

## **CAPITULO IX ESPECIFICACIONES GENERALES DE MONTAJE**

### **9.1.-Aspectos Preliminares**

- Seguridad

\* Medidas de Seguridad

Al inicio de los trabajos de Montaje se presentará un plan de seguridad que se aplicará durante la ejecución de la obra.

Este plan comprenderá entre otros aspectos lo siguiente:

La seguridad del personal contratista, de la supervisión así como de terceros.

Medicinas y equipos de primeros auxilios.

Medios de transporte adecuados para el traslado de heridos o enfermos.

Higiene en las zonas de trabajo.

Seguridad de las instalaciones contra agentes atmosféricos, animales, y acción vandálica de terceras personas.

Riesgos contra la electrocución del personal de obra.

Medidas de seguridad comunes que pueden ser necesarios por la presencia de varios contratistas en la zona de trabajo.

### **Prevención de Accidentes**

El personal deberá llevar documentos de identificación que permita controlar su presencia y estarán provistos de cascos, zapatos, lentes, correas de seguridad y otros elementos de seguridad.

Por lo menos uno de cada seis trabajadores, o uno de cada cuadrilla deberá ser entrenado para administrar primeros auxilios y estará equipado con un maletín para estos fines.

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 por lo menos 20 Kg deberán ser usados e instalados por lo menos por dos 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 asegurados a éstas.

La cara de trabajo de los martillos y herramientas similares no tendrá bordes mellados.

Se recomienda especialmente que se tome extremas medidas de seguridad, entre otros casos, cuando se hagan trabajos eléctricos en caliente o cuando se hagan trabajos mecánicos de corte y/o soldadura en zonas de material combustible o inflamable.

### **Organización Del Trabajo**

Se deberá establecer en coordinación con la propietaria el horario de trabajo a adoptar de tal manera que se permita el mejor cumplimiento de los avances de obra.

Se entregará al propietario una vez firmado el contrato y antes del inicio de la obra, una programación de todas las actividades que desarrollará con indicación del personal que intervendrá.

Esta programación será lo más detallada posible y tendrá estrecha relación con las partidas de presupuesto y el cronograma valorizado aprobado.

Se mantendrá durante todo el tiempo que demanda la ejecución de la obra un Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista como residente, quién tendrá a su cargo la dirección técnica de la obra.

El ingeniero residente deberá estar calificado para recibir todas las comunicaciones y observaciones de los representantes del propietario.

El ejecutor encargará de mantener los equipos y materiales en sus almacenes antes de la instalación, siendo responsable de cualquier daño o pérdida

El ejecutor 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 ejecutor las gestiones de reclamaciones ante los transportistas y aseguradores.

El ejecutor deberá vigilar el material recibido del propietario o el suministrado por el mismo, hasta la recepción provisional de la obra, siendo responsable de toda la pérdida por deterioro o robo.

Al concluir el trabajo materia del contrato La contratista efectuará un inventario final de todo lo instalado y devolverá al propietario todos los equipos y materiales sobrantes que este haya suministrado y que no han sido utilizados en la obra.

## 9.2 Especificaciones Generales de Montaje

Aquí se establecen los criterios específicos y generales que se deben cumplir para lograr una Correcta Instalación y Montaje de los equipos eléctricos que demandará la planta de Ácido Bórico. Estos criterios están basados en las recomendaciones de los fabricantes, las normas técnicas, la experiencia y la buena práctica de estas actividades.

El instalador para completar su labor tendrá en cuenta como mínimo las normativas establecidas en el código nacional de electricidad, en el siguiente orden:

Trabajos en media	Tomo IV
Tensión	Sistemas de distribución
Trabajos en Baja	Tomo V
Tensión y motores	Sistema de Utilización
Trabajos Genéricos	Reglamento Nacional de Construcciones

Siendo el objetivo la correcta ejecución de la obra, el trabajo consistirá en montar acorde con los planos y las especificaciones técnicas, los materiales y equipos electromecánicos para finalmente probar las instalaciones efectuadas y entregarlas en operación.

En las siguientes secciones se hace una descripción básica de criterios de montaje que se deberán cumplir:

### 9.2.1 Instalación de Ductos de Concreto

Para la canalización con ductos de concreto dentro de la planta de ácido bórico se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- La profundidad de instalación de los ductos de concreto será de 1m en la parte inferior del ducto.
- Los ductos se deberán instalar sobre una base de concreto, la proporción de la mezcla deberá de ser de 8:1.
- En las uniones de los ductos no se deberá dejar protuberancias que puedan dañar al cable
- Los ductos deberán de ser tendidos en línea recta, evitando la formación de curvas o desviaciones.
- Los ductos deberán ser rellenados con tierra cernida en una malla de 3/4" de cocada, la que deberá ser apisonada cada 30cm.
- Deberá instalarse una cinta señalizadora color rojo, a lo largo de toda la canalización a 0,5m de profundidad.
- La distancia de la canalización a cualquier estructura o pared será de 0,9m como mínimo, debiéndose seguir las distancias indicadas en el diseño EB023.

- Además deberá seguirse cualquier otra indicación señalada en el diseño EB023.

### 9.2.2 Tendido de Cables de Energía en Ductos de Concreto

Para que se efectúe el tendido de cables de energía en baja y media tensión en ductos de concreto o en canalizaciones subterráneas será obligatorio tener en cuenta lo siguiente:

- Para el tendido del cable, este deberá estar enrollado en su carrete, el mismo que será montado sobre un caballete giratorio que permita una fácil extracción del cable.

- Antes de realizar el tendido, deberá procederse a la limpieza de los ductos de concreto.

- El tendido deberá hacerse tirando con un cable guía desde el extremo del cable, este extremo deberá ser adecuadamente conectado para evitar el ingreso de humedad por la punta del cable.

- No deberá someterse al cable a esfuerzos excesivos que puedan dañarlo.

- Deberá evitarse realizar curvas muy cerradas, que puedan dañar el aislamiento del cable.

- Una vez terminada la instalación el cable no deberá estar sometido a algún esfuerzo mecánico.

### 9.2.3 Construcción de Buzones Eléctricos

Para la construcción de buzones eléctricos se deberá tener en cuenta lo siguiente criterios básicos:

- Las dimensiones interiores del buzón deberán ser las siguientes:

- Altura : 1,15m
- Ancho : 1,2m
- Largo : 1,2m

- El espesor mínimo de las paredes y techo será de 0,15m.

- El piso del buzón será de 0.1 m. como mínimo.

- El concreto a utilizarse en las paredes y techo de los buzones será de una resistencia mínima de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .

- En las paredes se tendrán refuerzo vertical de fierro de 1/2" a 0,25m y fierro horizontal de 3/8" a 0.3 m.

- La unión entre pared y techo será monolítica, colocándose empalmes o traslapes de 0,3 como mínimo y con fierro de 1/2" de diámetro.

- El área de concreto de la tapa será reforzada con un enmallado de fierro de 1/2" como mínimo.

- Se dejará en las paredes el área necesaria para el ingreso de ductos de concreto pudiendo ser de 1,2, ó 4 vías los mismos que se ubicarán a una altura de 0,3 m. de la base.
- En el techo del buzón se colocará una tapa de acero de 0,70 m de diámetro de fierro fundido.
- La parte superior del techo de concreto tendrá un acabado con cemento pulido y un chaflán respecto a la tapa de acero que impida el ingreso de agua al interior del buzón, así como que se empoce en ésta.
- Los buzones deberán tener un drenaje en la base, para evacuar el agua que se pueda filtrar. Ver detalles de buzón eléctrico en el diseño EB023.

#### **9.2.4 Terminación para Cable de Energía en Baja Tensión**

Para la realización de las terminaciones en baja tensión se utilizaran terminales de cobre de 185mm<sup>2</sup> estañados electrolíticamente para la instalación de los terminales se deberá seguir lo siguiente:

- Deberá de quitarse el aislamiento del cable en una distancia igual a la profundidad del conector.
- No deberá reducirse el número de hilos del conductor en la terminación.
- Deberá asegurarse de que no exista humedad en la punta que se conectará.
- El conductor deberá entrar exactamente al terminal, en caso de producirse un juego entre el conductor y el terminal deberá procederse a rellenar con hilos de cobre para garantizar una correcta compresión.
- Una vez listo se procederá al prensado del terminal, en el prensado no se deberá dañar la estructura del terminal o del conductor.
- Una vez terminada la conexión se deberá aplicar cinta aislante la que deberá soportar temperaturas hasta de 80°C, esta cinta deberá ser aplicada en la unión del terminal para evitar el ingreso de humedad a la terminación.
- Los terminales serán fijados con pernos y tuercas zincados con su respectiva arandela de presión a las barras de cobre o terminales de los interruptores.
- Se deberá asegurar que la superficie de conexión este libre pintura, polvo u óxido que impidan un buen contacto eléctrico.

### 9.2.5 Instalación de Bandeja Metálica

La instalación de las canaletas portacable deberá realizarse teniendo en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Las canaletas portacables deberán instalarse como un conjunto completo, la continuidad eléctrica del conjunto de canaletas portacables y sus soportes, no deberá afectarse por las curvas o modificaciones hechas en obra.

- Cada tramo de canaleta portacable deberá completarse antes de la instalación de los cables.

- La separación máxima entre soportes de canaletas será de 1.2 m cuidando que la unión de canaletas se asiente en un soporte.

- Los soportes se anclarán a la estructura del edificio de acuerdo al siguiente criterio:

1. Los soportes ubicados directamente a la estructura del edificio se anclarán mediante soldadura eléctrica que garantice una fijación firme.

2. Los soportes ubicados sobre estructura de la maquinaria se anclarán preferentemente mediante uniones empernadas que faciliten su retiro en caso de mantenimiento del equipo.

- Varios cables y conductores multipolares de 600 V. o menos podrán ser instalados en la misma canaleta portacables.

- Las canaletas portacables podrán extenderse transversalmente a través de tabiques y paredes, o verticalmente a través de plataformas para su instalación. Se deberá prever que la posible propagación de fuego no sea substancialmente incrementada por éste tipo de canalización.

- Las canaletas portacables deberán estar expuestas y ser accesibles, excepto en los lugares indicados anteriormente y albergarán conductores en no más del 60% de su sección recta interior.

- Se deberá proveer y mantener un espacio suficiente (> 50 cm.) sobre las canaletas portacables con el fin de permitir un acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables y conductores.

- Una vez terminados los trabajos de conexión y fijación de las canaletas se procederá a realizarles un tratamiento anticorrosivo de acuerdo a la especificación de pintura, ciclo de pinturas epoxidico.

### 9.2.6 Instalación de Tubería Conduit

Para realizar la instalación de las tuberías conduit deberá tenerse en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Las tuberías conduit deberán ser tratadas con el cuidado suficiente para no dañar su cubierta de zinc, todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deberán ser de material resistente a la corrosión cubiertos por una capa de zincado electrolítico de 30 micras de espesor mínimo.

Todos los extremos del tubo deberán ser escoriados para eliminar los bordes agudos, cuando el tubo es roscado en obra deberá usarse un dado de roscar lubricado con aceite automotriz grado SAE 40.

Las uniones y los conectores usados en tuberías conduit deberán ser herméticos, con grado de protección IP66; no usar rosca corrida en los tubos para las uniones, se deberá recubrir la superficie roscada con resina selladora tipo Barniz aislante THERM - O- CLAD ROJO secado al aire que hermetice la unión y aisle del exterior el sobrante de rosca.

Las curvas deberán hacerse de manera que el tubo no se dañe y el diámetro interior no se reduzca apreciablemente, los radios internos de las curvas hechas en obra no deberán ser menores a 4 veces el diámetro de la tubería.

Un tramo de tubo entre salida y salida, accesorio y accesorio o salida y accesorio, no deberá contener más del equivalente de 4 curvas de 90° (360° en total) incluyendo las curvas intermedias a la salida o accesorio.

La tubería conduit deberá ser instalada como un sistema completo y estar firmemente asegurado a no más de 90 cm. de cada caja o canaleta de salida. Estará soportado cada 1.5 m promedio. En el caso de conexiones con tubería flexible, se deberá asegurar con abrazaderas a no más de 10 cm de la conexión.

Los conductores no deberán llenar un conduit en más del 75% de su sección recta en cualquier punto

Para las uniones con canaletas o tableros metálicos deberá usarse boquillas y contratueras, estas uniones se harán a través de orificios del mismo diámetro de la tubería los que serán hechos con la herramienta adecuada para no dejar escorias o puntas que no permitan hacer una buena conexión.

Todo el sistema de tuberías deberá tener una continuidad eléctrica y deberá estar al potencial de tierra.



Una vez terminada la instalación se procederá aplicar un tratamiento anticorrosivo de acuerdo a la especificación de pintura, ciclo de pinturas epoxidico.

### **9.2.7 Instalación de Conductores para Circuitos de Fuerza**

La instalación del cableado se hará siguiendo necesariamente las siguientes normas y recomendaciones mínimas.

Los conductores normalmente usados deberán ser de cobre a menos que se indique lo contrario, cuando no se especifica el material del conductor, las secciones indicadas se refieren a conductores de cobre.

Los cables en todo su recorrido serán de un solo tramo y por lo tanto no se permitirán empalmes intermedios

En la instalación no deberá aplicarse esfuerzos excesivos que puedan dañar al conductor o su aislamiento

- Una vez tendido el cable, no deberá estar sometido a esfuerzos mecánicos.
- Cuando el cable sea instalado en canaletas verticales, deberá ser fijado a la canaleta con amarres de plástico cada 1m, para evitar que se ejerzan esfuerzos por el peso del cable.
- La conexión de los cables se realizará con terminales de cobre estañados y prensados, los que serán fijados en las borneras del tablero y del motor.
- En la terminación no se deberá reducir el número de hilos del conductor
- Los conductores de ambas terminaciones deberán contar con marcadores, los que indicarán las fases RST así como un código que identifique al motor o carga que alimentan.
  
- En el caso de que la carga o motor no disponga de bornes la conexión se realizará con terminales o uniones de cobre prensados, los que serán debidamente aislados con cinta aislante autofundente.

## CONCLUSIONES

1. Es fundamental conocer el requerimiento actual y la Proyección Futura del crecimiento de la Planta para poder proyectar la demanda real y así determinar el tamaño de la Infraestructura a diseñar.
2. Con el conocimiento de la demanda actual y futura con precisión, el diseñador podrá proyectar los espacios y volúmenes requeridos para albergar con adecuada soltura el equipamiento eléctrico.
3. Resulta muy importante en un proyecto, la etapa de toma de datos, ya que la precisión y certeza de ellos determinará un diseño ajustado a la realidad, siendo esta cualidad uno de los objetos más apreciados del proyecto.
4. Es importante que el Proyecto se desarrolle siguiendo una estructura organizada y coherente con las otras partes no eléctricas del Proyecto integral de la planta.
5. Al diseñar el equipamiento y el material eléctrico, si se les han aplicado todos los factores de corrección por condiciones de instalación, entonces, el agregar un factor de seguridad entre 1.25 y 1.5 es suficiente, garantizando la vida útil ofrecida por el fabricante del producto.
6. Es importante conocer y respetar las normas y códigos existentes, establecidos para el diseño y la buena ejecución del proyecto.
7. El diseño de la puesta a tierra en cualquier proyecto eléctrico deberá tener la misma importancia que el resto de los otros aspectos del proyecto. El autor del proyecto deberá ofrecer un sistema simple pero efectivo que garantice la operatividad del sistema y la seguridad de las personas.
8. Finalmente un Proyecto deberá tener suficiente ingeniería de detalle que pueda garantizar su comprensión, facilitando su ejecución. En este aspecto las especificaciones técnicas de materiales y de montaje cumplen un rol fundamental de aclaración.

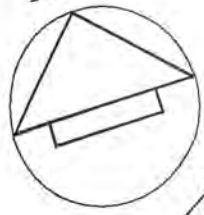
## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Código Nacional de Electricidad del Perú
2. Reglamento Nacional de la Construcción
3. Catálogos del Fabricante Eléctrico Schneider Eléctrico
4. Otros Códigos Eléctricos y Normas Americanas y Europeas

# **ANEXOS**

TERRENOS DEL AEROPUERTO

N.M.



Carretera a Yura

Línea Ferrea

QUEBRADA DE CRUCERO

CUARENTENARIA

STA. MARIA

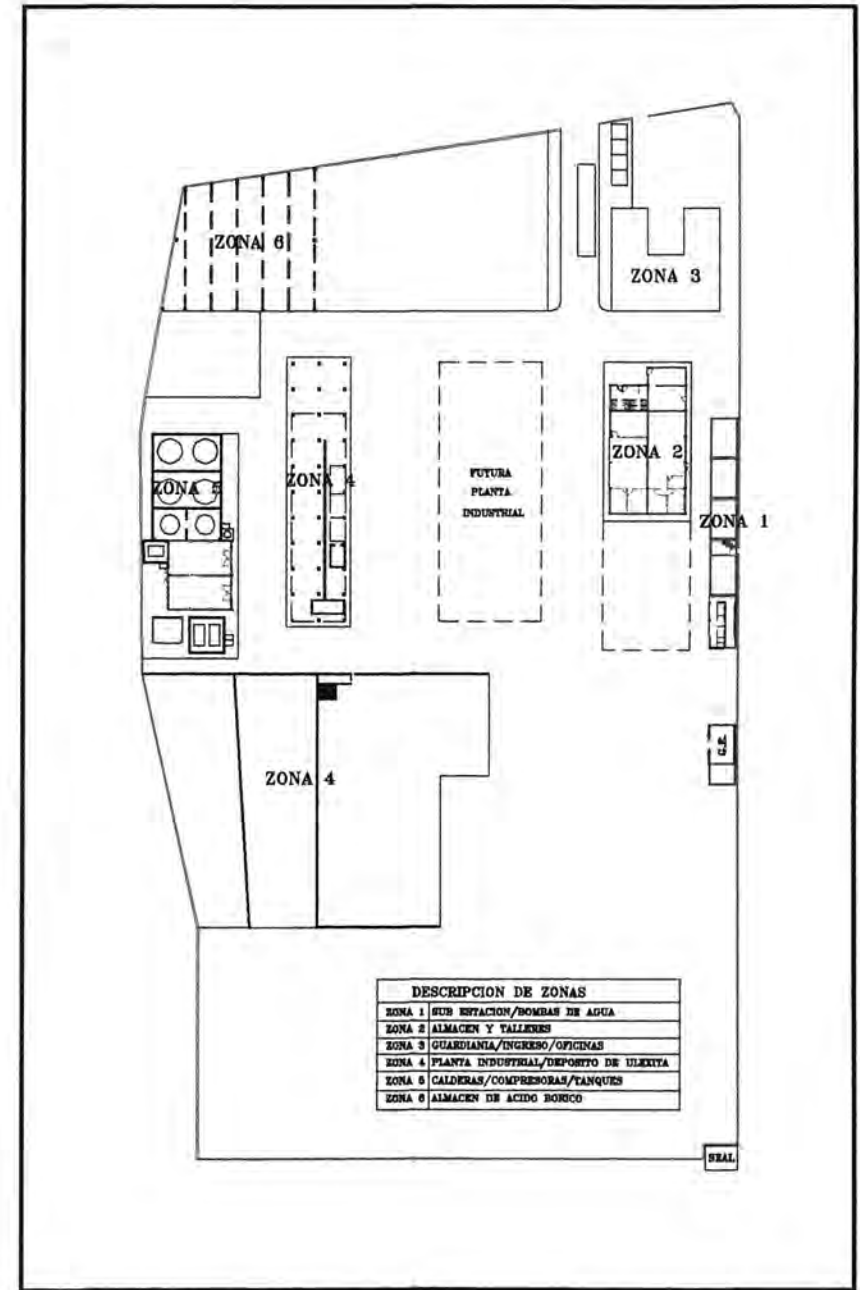
VIA DE ESTABILIDAD

PARQUE ARTESANAL Y DE SERVICIOS LA ALBORADA

RESERVOIRIO

HACIA LA PANAMERICANA

PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO



DESCRIPCION DE ZONAS	
ZONA 1	SUB ESTACION/BOMBAS DE AGUA
ZONA 2	ALMACEN Y TALLERES
ZONA 3	GUARDIANA/INGRESO/OFICINAS
ZONA 4	PLANTA INDUSTRIAL/DEPOTO DE ULEXTA
ZONA 5	CALDERAS/COMPRESORAS/TANQUES
ZONA 6	ALMACEN DE ACIDO BORICO

QUIMICA OQUENDO S.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

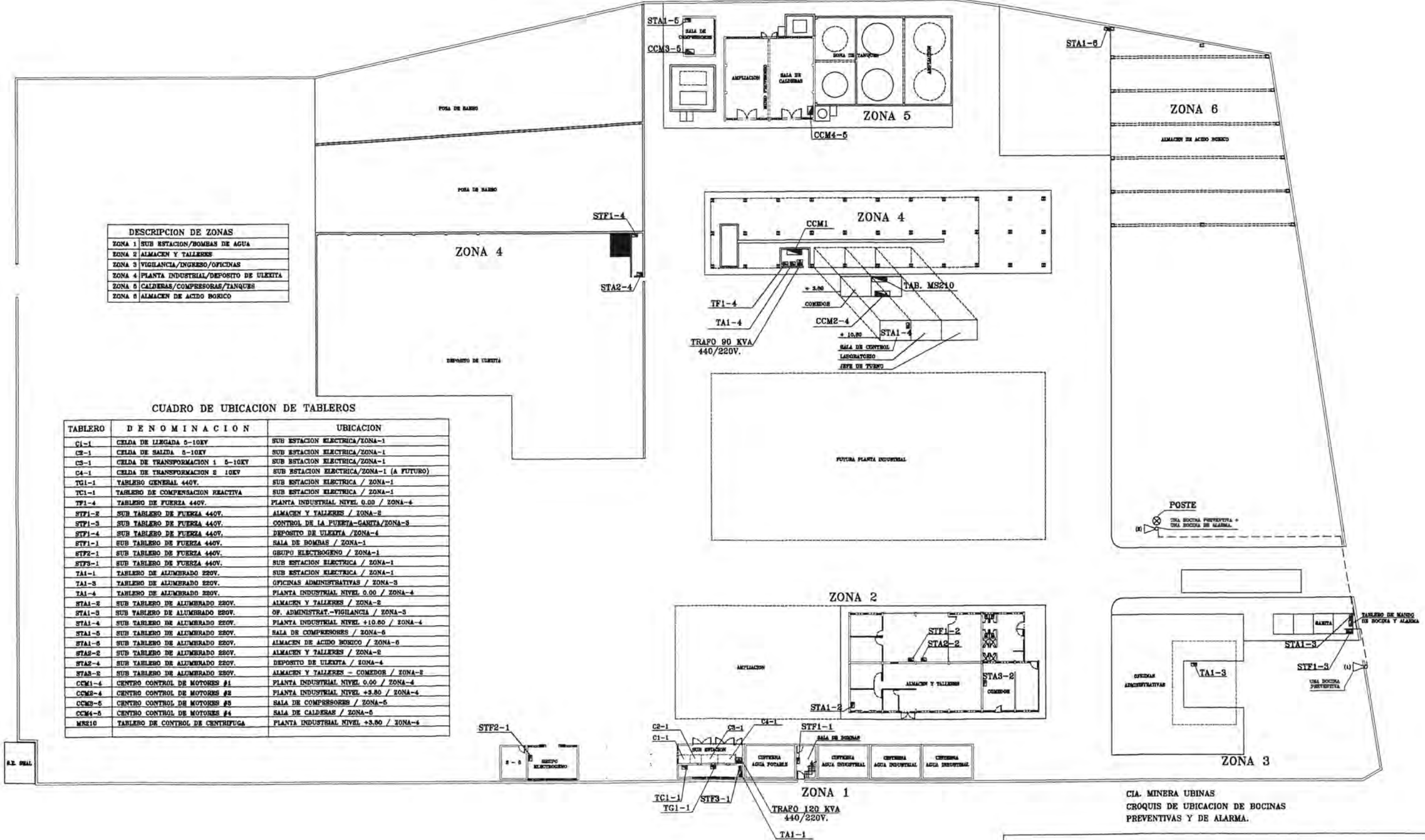
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. EB021	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SEPTIEMBRE 98	PLANTA GENERAL		
ESCALA : S/E	UBICACION		
FORMATO : A - 1			

DESCRIPCION DE ZONAS	
ZONA 1	SUB ESTACION/BOMBAS DE AGUA
ZONA 2	ALMACEN Y TALLERES
ZONA 3	VIGILANCIA/INGRESO/OFICINAS
ZONA 4	PLANTA INDUSTRIAL/DEPOSITO DE ULEKITA
ZONA 5	CALDERAS/COMPRESORAS/TANQUES
ZONA 6	ALMACEN DE ACIDO BORICO

CUADRO DE UBICACION DE TABLEROS

TABLERO	DENOMINACION	UBICACION
CI-1	CELDA DE LLEGADA 5-10KV	SUB ESTACION ELECTRICA/ZONA-1
CS-1	CELDA DE SALIDA 5-10KV	SUB ESTACION ELECTRICA/ZONA-1
CS-1	CELDA DE TRANSFORMACION 1 5-10KV	SUB ESTACION ELECTRICA/ZONA-1
C4-1	CELDA DE TRANSFORMACION 2 10KV	SUB ESTACION ELECTRICA/ZONA-1 (A FUTURO)
TG1-1	TABLERO GENERAL 440V.	SUB ESTACION ELECTRICA / ZONA-1
TC1-1	TABLERO DE COMPENSACION REACTIVA	SUB ESTACION ELECTRICA / ZONA-1
TF1-4	TABLERO DE FUERZA 440V.	PLANTA INDUSTRIAL NIVEL 0.00 / ZONA-4
STP1-2	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	ALMACEN Y TALLERES / ZONA-2
STP1-3	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	CONTROL DE LA PUERTA-GARITA/ZONA-3
STP1-4	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	DEPOSITO DE ULEKITA /ZONA-4
STP1-1	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SALA DE BOMBAS / ZONA-1
STP2-1	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	GRUPO ELECTROGENO / ZONA-1
STP3-1	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SUB ESTACION ELECTRICA / ZONA-1
TA1-1	TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SUB ESTACION ELECTRICA / ZONA-1
TA1-3	TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	OFICINAS ADMINISTRATIVAS / ZONA-3
TA1-4	TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	PLANTA INDUSTRIAL NIVEL 0.00 / ZONA-4
STAI-2	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	ALMACEN Y TALLERES / ZONA-2
STAI-3	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	OF. ADMINISTRAT.-VIGILANCIA / ZONA-3
STAI-4	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	PLANTA INDUSTRIAL NIVEL +10.80 / ZONA-4
STAI-5	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SALA DE COMPRESORES / ZONA-5
STAI-6	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	ALMACEN DE ACIDO BORICO / ZONA-6
STAS-2	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	ALMACEN Y TALLERES / ZONA-2
STAS-4	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	DEPOSITO DE ULEKITA / ZONA-4
STAS-2	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	ALMACEN Y TALLERES - COMEDOR / ZONA-2
CCM1-4	CENTRO CONTROL DE MOTORES #1	PLANTA INDUSTRIAL NIVEL 0.00 / ZONA-4
CCM2-4	CENTRO CONTROL DE MOTORES #2	PLANTA INDUSTRIAL NIVEL +3.80 / ZONA-4
CCM3-5	CENTRO CONTROL DE MOTORES #3	SALA DE COMPRESORES / ZONA-5
CCM4-5	CENTRO CONTROL DE MOTORES #4	SALA DE CALDERAS / ZONA-5
MS210	TABLERO DE CONTROL DE CENTRIFUGA	PLANTA INDUSTRIAL NIVEL +3.80 / ZONA-4

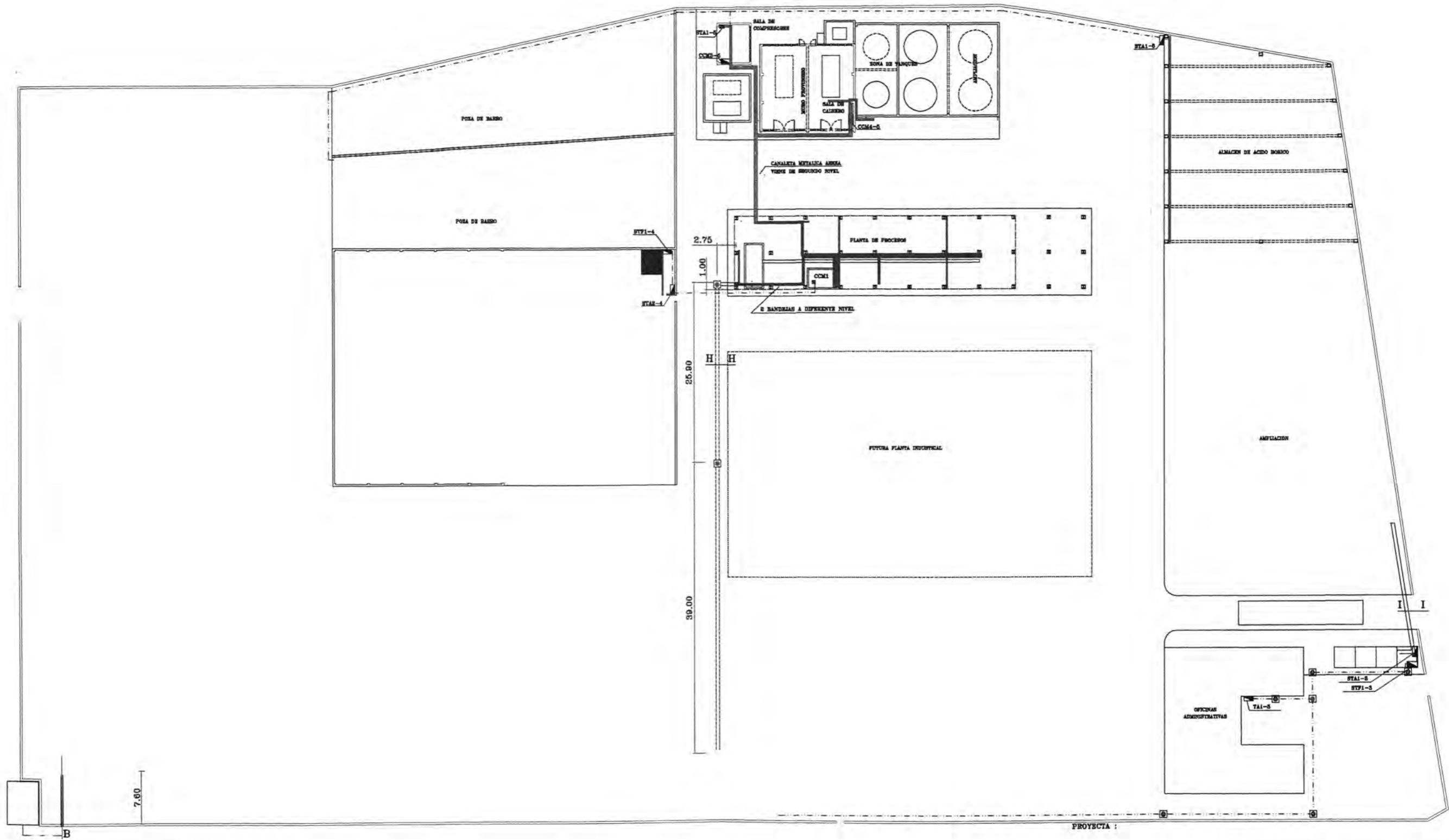
A.2. 0041



CIA. MINERA UBINAS  
 CROQUIS DE UBICACION DE BOCINAS  
 PREVENTIVAS Y DE ALARMA.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

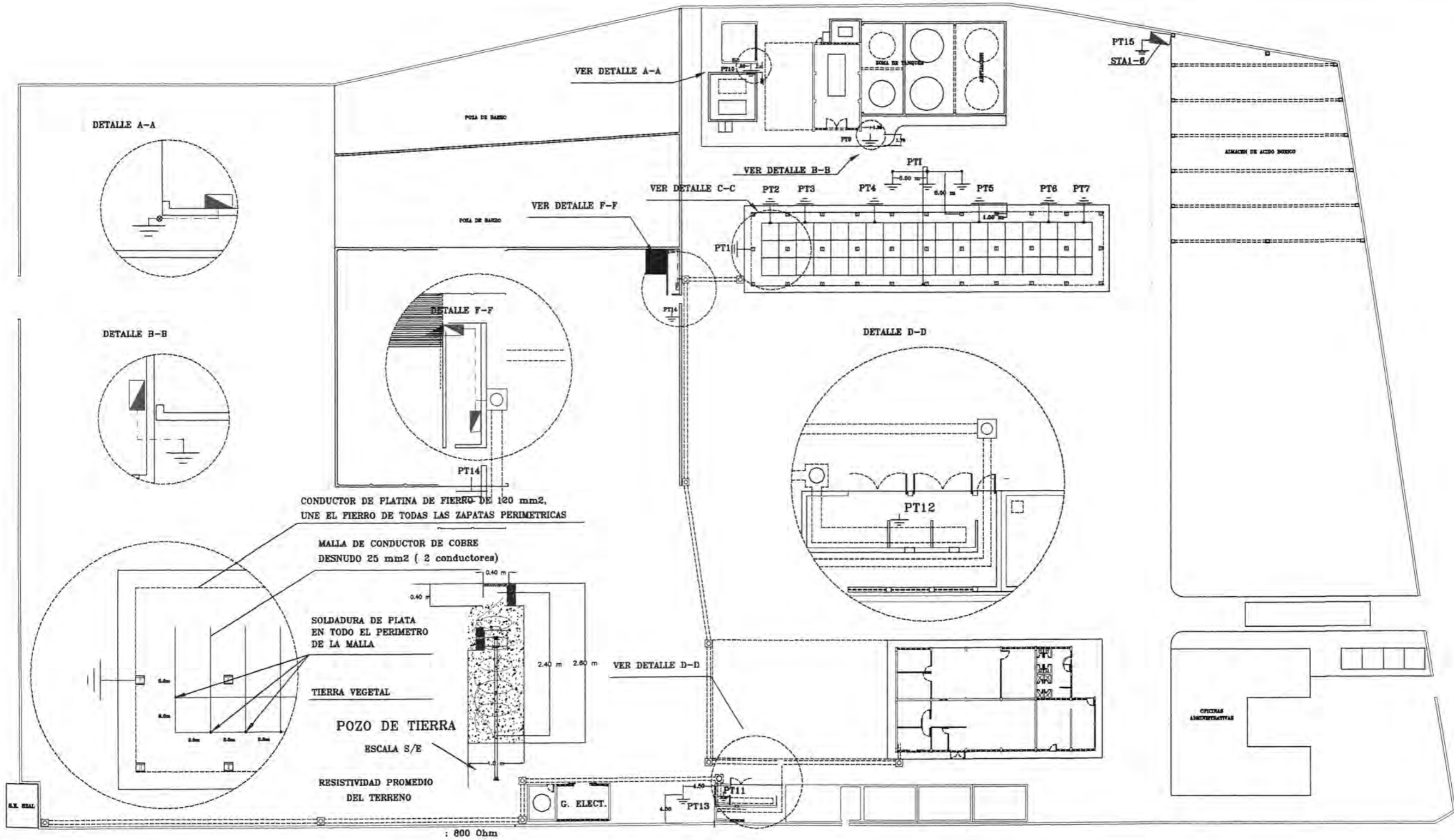
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. <b>3</b>
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. <i>EB022</i>	HOJA : <b>1 de 1</b>
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : <b>PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO</b>		
FECHA : <b>SEPTIEMBRE 98</b>	<b>PLANTA GENERAL</b>		
ESCALA : S/E	<b>DISTRIBUCION TABLEROS Y CELDAS</b>		
FORMATO : A - 1			



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	BUSON ELECTRICO PARA B.T.
	BUSON ELECTRICO PARA M.T.
	RAZADA DE CANALIZA
	CANALIZA METALICA
	DUCTO PVC
	DUCTO DE CONCRETO
	TUBERIA PVC ENTERRADO
	TUBERIA CONDUIT ADOSADO AL MURO

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
DISEÑADO : <b>G.V.T.</b>	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. <b>3</b>
REVISADO : <b>V.C.C.</b>		DISEÑO No. <b>EB023</b>	HOJA : <b>1 de 2</b>
DIBUJADO : <b>H.P.M.</b>	PROYECTO : <b>PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO</b>		
FECHA : <b>SETIEMBRE 98</b>	<b>PLANTA GENERAL</b> <b>CANALIZACION</b> <b>PARA CIRCUITOS ALIMENTADORES</b>		
ESCALA : <b>1/200</b>			
FORMATO : <b>A - 1</b>			





LEYENDA	
	MALLA DE FIERRO
	MALLA DE COBRE
	POZO DE TIERRA INSTRUMENTACION
	POZO DE PUESTA A TIERRA
	PTO. DE UNION CON SOLDADURA DE PLATA
	BUZON ELECTRICO
	DUCTO DE CONCRETO
	UNION CADWELL ELECTRODO-CABLE
	SUBIDA DE CONDUCTOR
	UNION CADWELL CABLE-CABLE

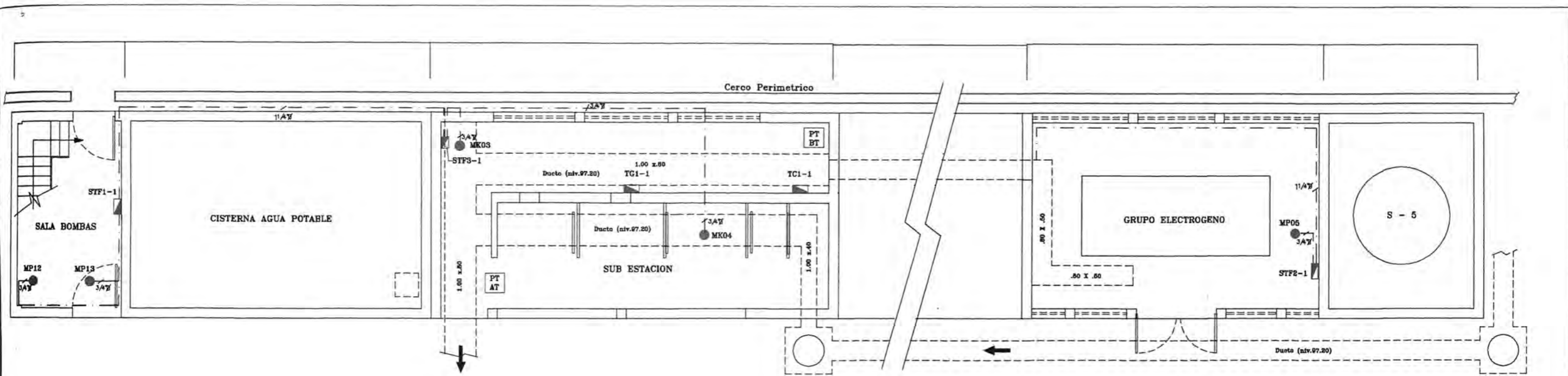
- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| PT1 : POZO DE TIERRA DE PLANTA | PT9 : POZO DE TIERRA DE CALDERA < 10 OHM           |
| PT2 : POZO DE TIERRA DE PLANTA | PT10 : POZO DE TIERRA DE COMPRESORA < 10 OHM       |
| PT3 : POZO DE TIERRA DE PLANTA | PT11 : POZO DE TIERRA DE MEDIA TENSION < 15 OHM    |
| PT4 : POZO DE TIERRA DE PLANTA | PT12 : POZO DE TIERRA BAJA TENSION < 10 OHM        |
| PT5 : POZO DE TIERRA DE PLANTA | PT13 : POZO DE TIERRA DE ALMACEN < 10 OHM          |
| PT6 : POZO DE TIERRA DE PLANTA | PT14 : POZO DE TIERRA DE TORRE DE FARO < 10 OHM    |
| PT7 : POZO DE TIERRA DE PLANTA | PT15 : POZO DE TIERRA DE ALMACEN DE ACIDO < 10 OHM |
| EN CONJUNTO < 3 OHM            | PTI : POZO DE TIERRA DE INSTRUMENTACION < 2 OHM    |

- NOTAS :
- SALVO INDICACION EXPRESA ENTRE EL ELECTRODO DE TIERRA Y SU PUNTO DE DERIVACION MAS CERCANO SE UTILIZARA CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50 mm<sup>2</sup> DE SECCION CON TERMINACIONES EJECUTADAS CON SOLDADURA CADWELL.
  - SALVO INDICACION EXPRESA TODOS LOS ELECTRODOS SERAN DE COBRE SOLIDO DE 20 mm<sup>ø</sup> x 2400.00 mm .
  - EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LA PLANTA INDUSTRIAL Y EL PTI DE INSTRUMENTACION.

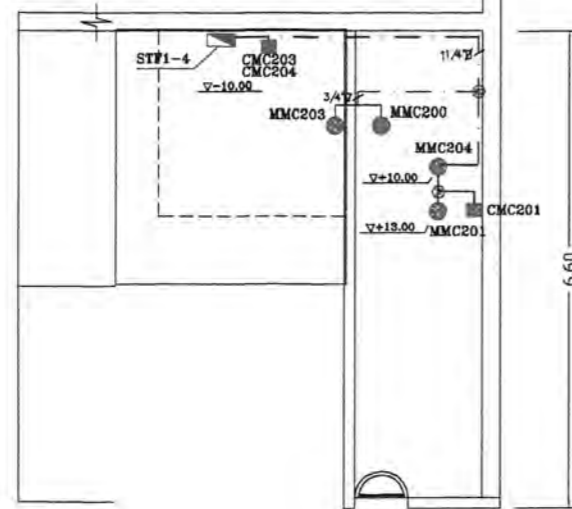
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

DISEÑADO : <b>G.V.T.</b>	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. <b>3</b>
REVISADO : <b>V.C.C.</b>		DISEÑO No. <b>EBO24</b>	HOJA : <b>1 de 1</b>
DIBUJADO : <b>H.P.M.</b>	PROYECTO : <b>PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO</b>		
FECHA : <b>SEPTIEMBRE 98</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>		
ESCALA : <b>S/E</b>			
FORMATO : <b>A - 1</b>			





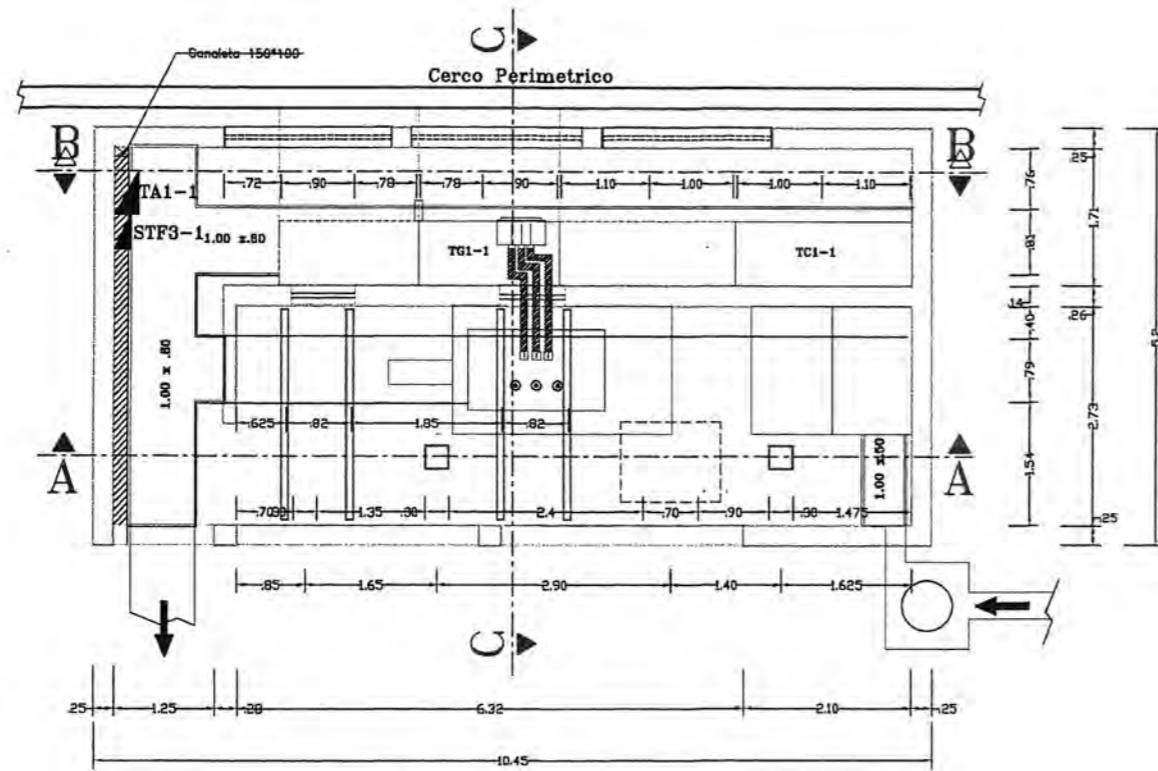
SUB ESTACION - BOMBAS / ZONA 1



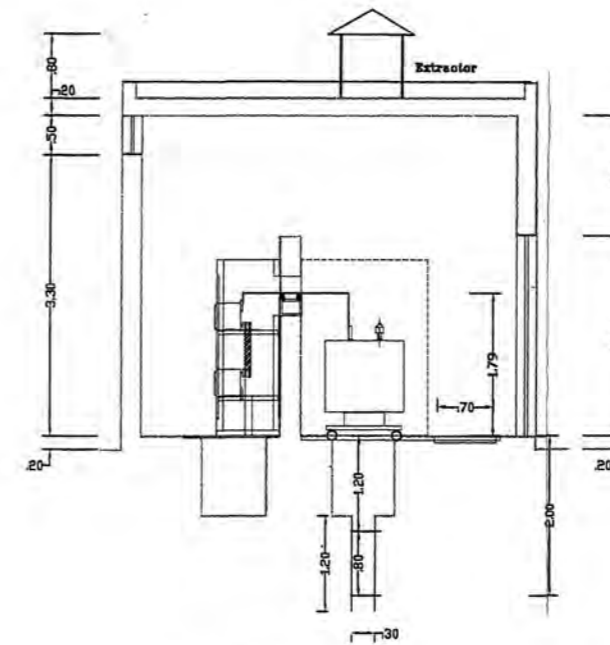
DEPOSITO DE ULEXITA - ELEVADOR DE CANGILONES - ZONA 4

LEYENDA	
	TABLERO ELECTRICO
	CAJA DE MANDO
	MOTOR ELECTRICO
	SUBIDA DE TUBERIA
	TUBERIA CONDUIT ADOSADA

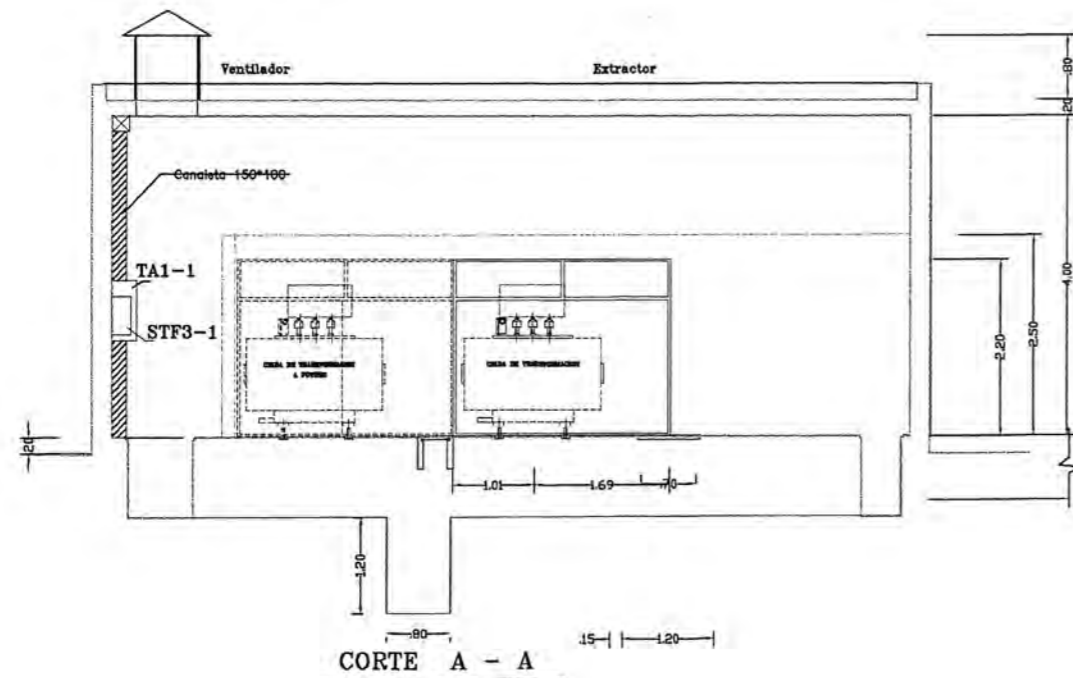
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. EB027	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SEPTIEMBRE 98	SUB ESTACION Y DEPOSITO DE ULEXITA		
ESCALA : 1/50	MONTAJE DE CIRCUITOS DE FUERZA		
FORMATO : A - 1	SUB ESTACION - BOMBAS - DEPOSITO DE ULEXITA		



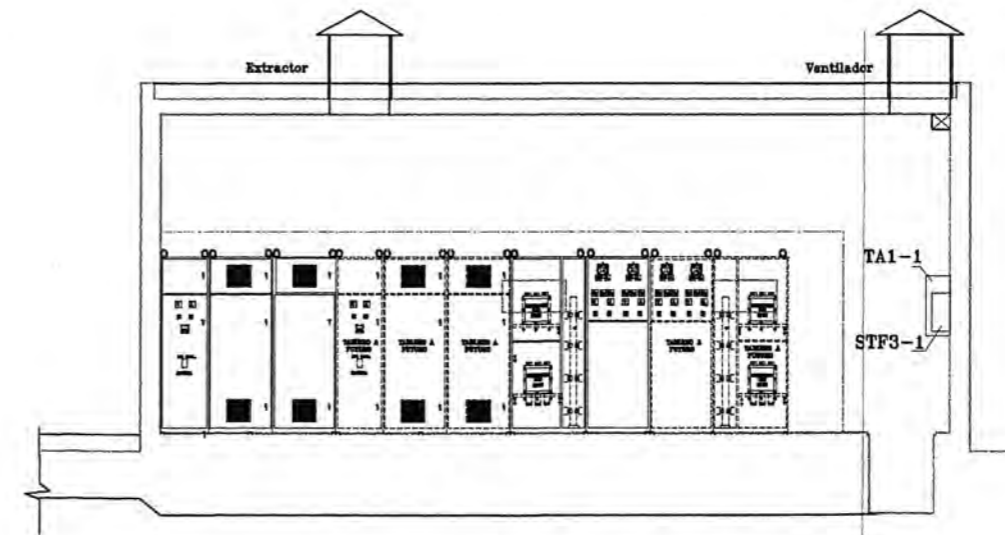
PLANTA DE DISTRIBUCION



CORTE C - C

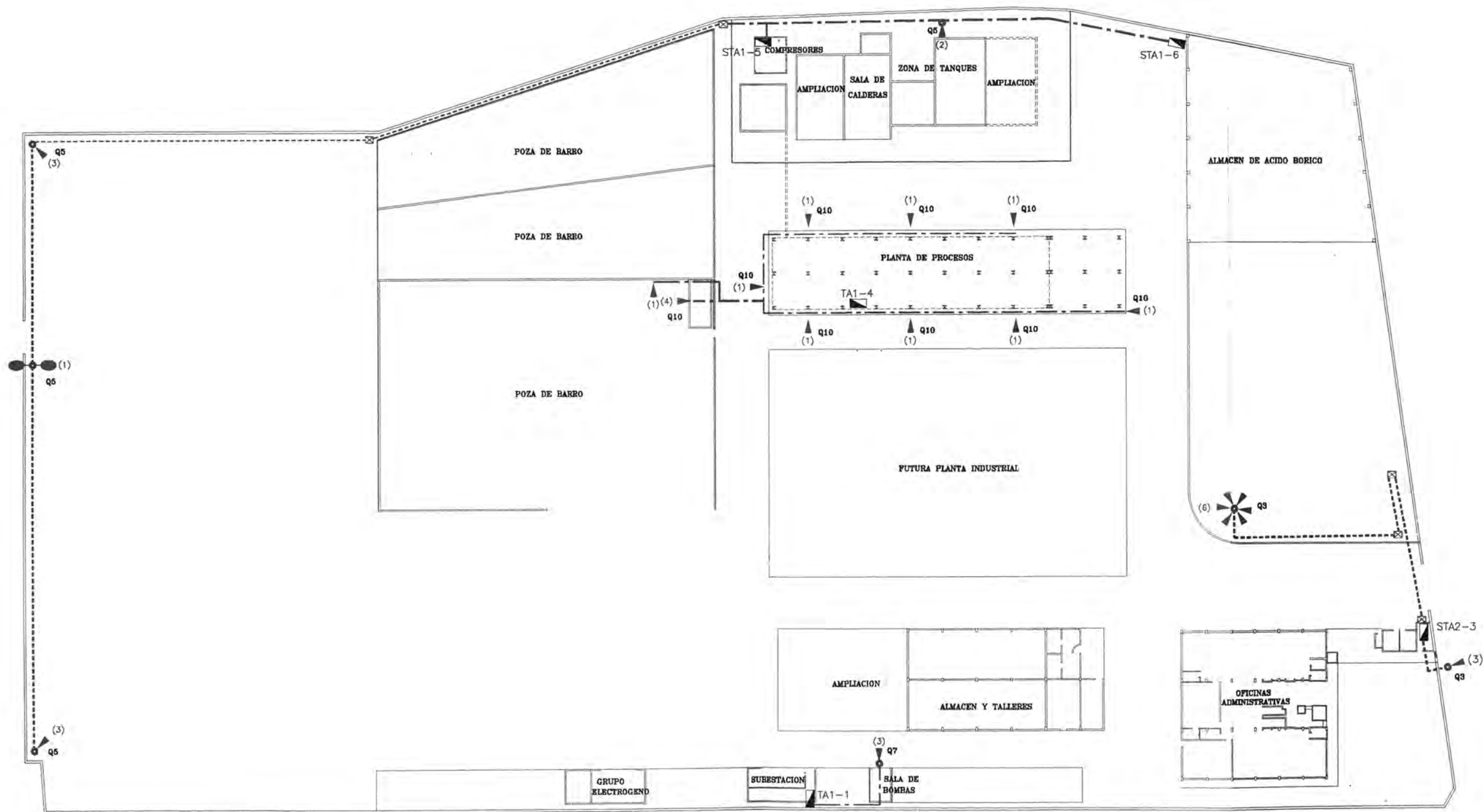


CORTE A - A



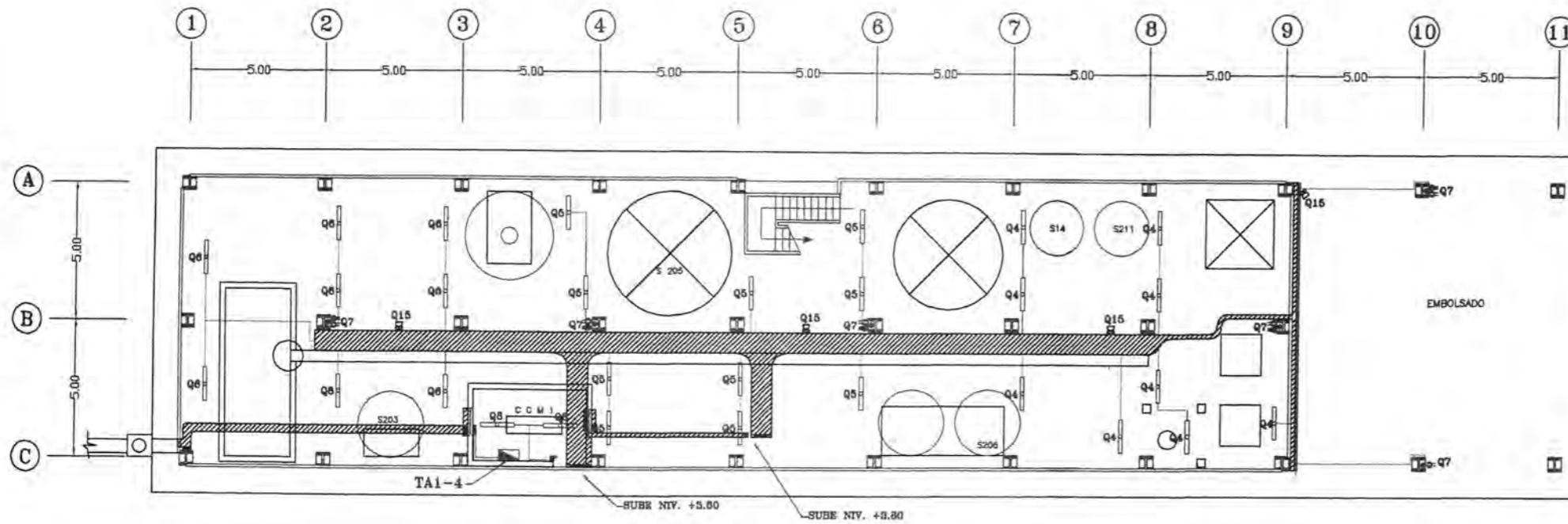
CORTE B - B

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
DISEÑADO : <b>G.V.T.</b>	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. <b>3</b>
REVISADO : <b>V.C.C.</b>		DISEÑO No. <b>EB028</b>	HOJA : <b>1 de 1</b>
DIBUJADO : <b>H.P.M.</b>	PROYECTO : <b>PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO</b>		
FECHA : <b>SETIEMBRE 98</b>	MONTAJE <b>CELDA DE MEDIA TENSION Y TABLEROS ELÉCTRICOS</b>		
ESCALA : <b>S/E</b>			
FORMATO : <b>A - 1</b>			

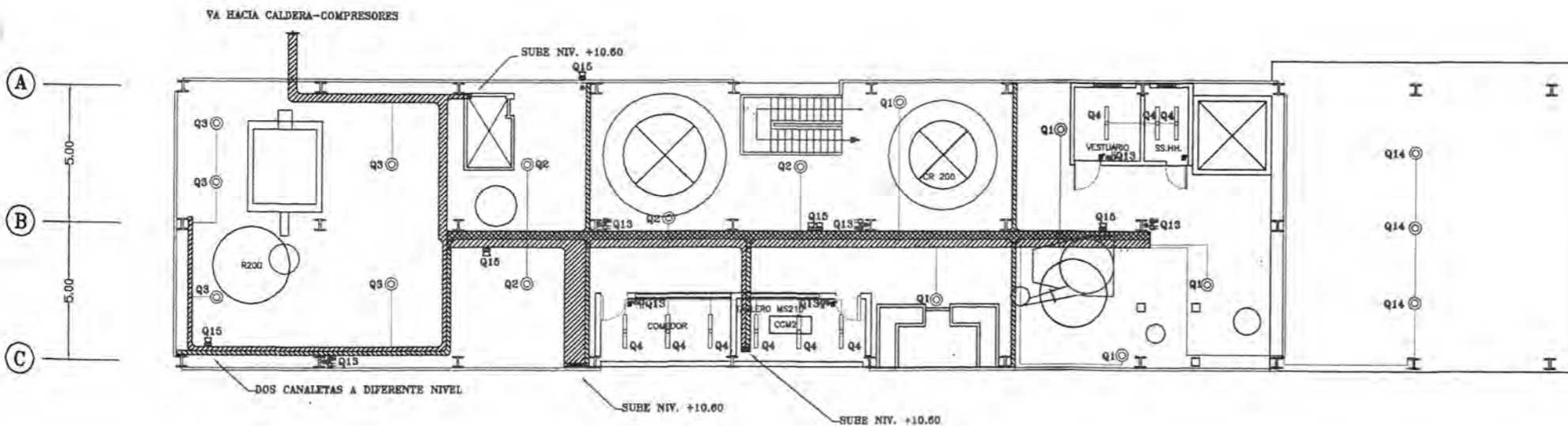


LEYENDA	
	REFLECTOR DE 400W EN POSTE METALICO
	REFLECTOR DE 400W ADOSADO
	LUMINARIA CON PASTRAL DOBLE EN POSTE METALICO
	TABLERO ELECTRICO
	TUBERIA CONDUIT ENTERRADA
	TUBERIA CONDUIT
	BUZON ELECTRICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.V.T. REVISADO : V.C.C. DIBUJADO : H.P.M. FECHA : SEPTIEMBRE 98 ESCALA : S/E FORMATO : A - 1	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.  DISEÑO No. EBO30	REV. 3 HOJA : 1 de 1
PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		PLANTA GENERAL MONTAJE CIRCUITO DE ALUMBRADO EXTERIOR	



PLANTA INDUSTRIAL - NIVEL ± 0.00 - ZONA 4



PLANTA INDUSTRIAL - NIVEL +3.80 - ZONA 4

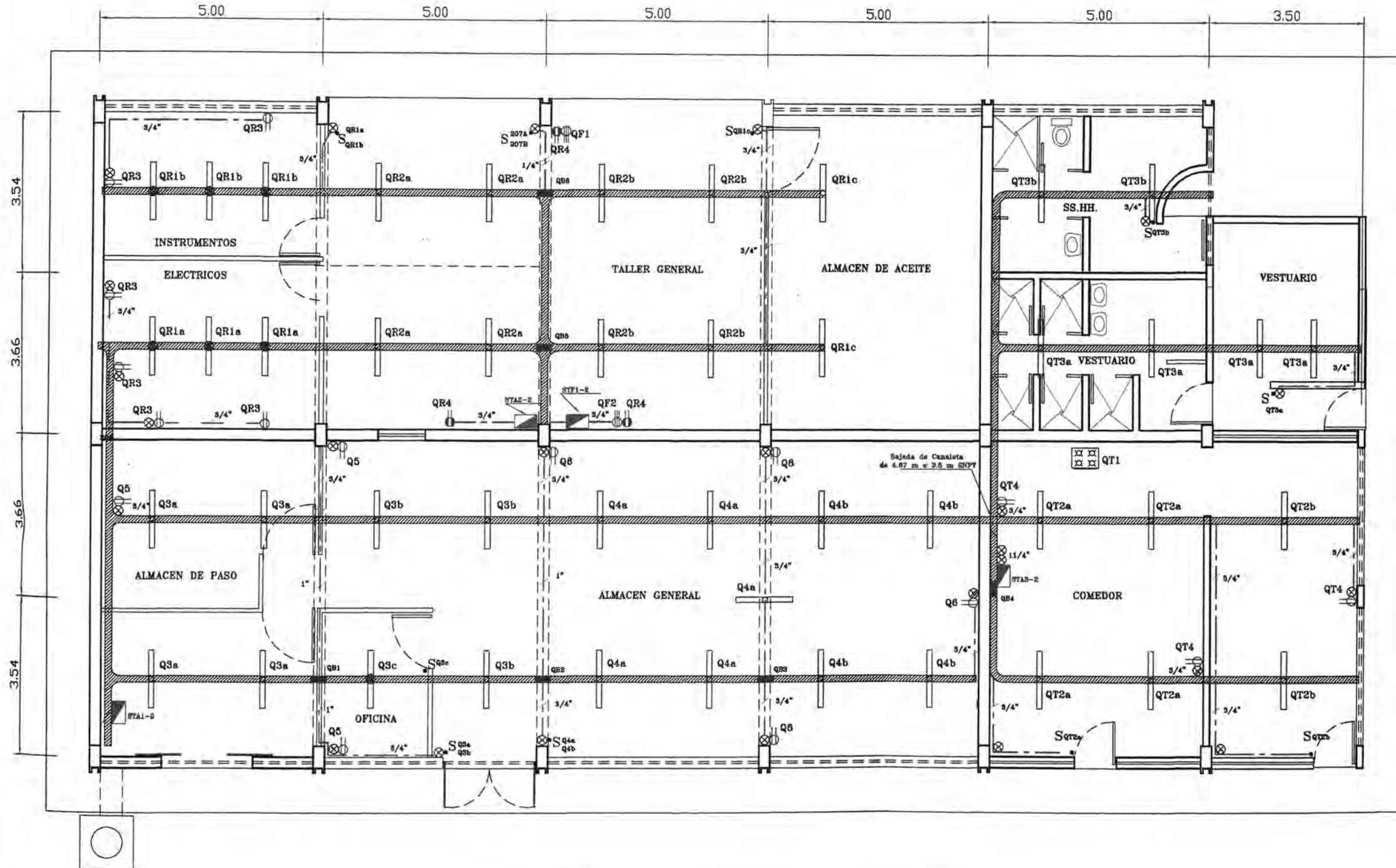
LEYENDA	
	CANALETA METALICA DE 600 x 100 mm.
	CANALETA METALICA DE 300 x 100 mm.
	CANALETA METALICA DE 160 x 100 mm.
	EQUIPO FLUORESCENTE AHR-240
	LUMINARIA MER 140-H
	LAMPARA DE EMERGENCIA
	INTERRUPTOR BIPOLAR
	TUBERIA CONDUIT
	BAJADA DE TUBERIAS CONDUIT
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	SUBIDA DE CANALETA METALICA
	TOMACORRIENTE 2P+T 220V h=0.4m
	TOMACORRIENTE 3P+T 440V h=1.0m
	TOMACORRIENTE 2P+T 220V h=1.0m (1p54)
	BUZON ELECTRICO

DISTRIB. CIRCUITOS	
UBICACION	CIRCUITOS
TA1-4	Q4, Q5, Q6, Q7, Q8
STA1-4	Q1, Q2, Q3, Q4, Q13, Q14, Q15

NOTA : LOS CIRCUITOS DEL NIVEL 3.80 SE ALIMENTAN DEL SUBTABLERO STA1-4 NIVEL 10.60

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.Y.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. EB031	HOJA : 1 de 2
DIBUJADO : H.P.M.		PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO	
FECHA : SEPTIEMBRE 98		PLANTA INDUSTRIAL MONTAJE DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO PLANTA INDUSTRIAL NIVEL 0.00 - 3.80	
ESCALA : 1/100			
FORMATO : A - 1			





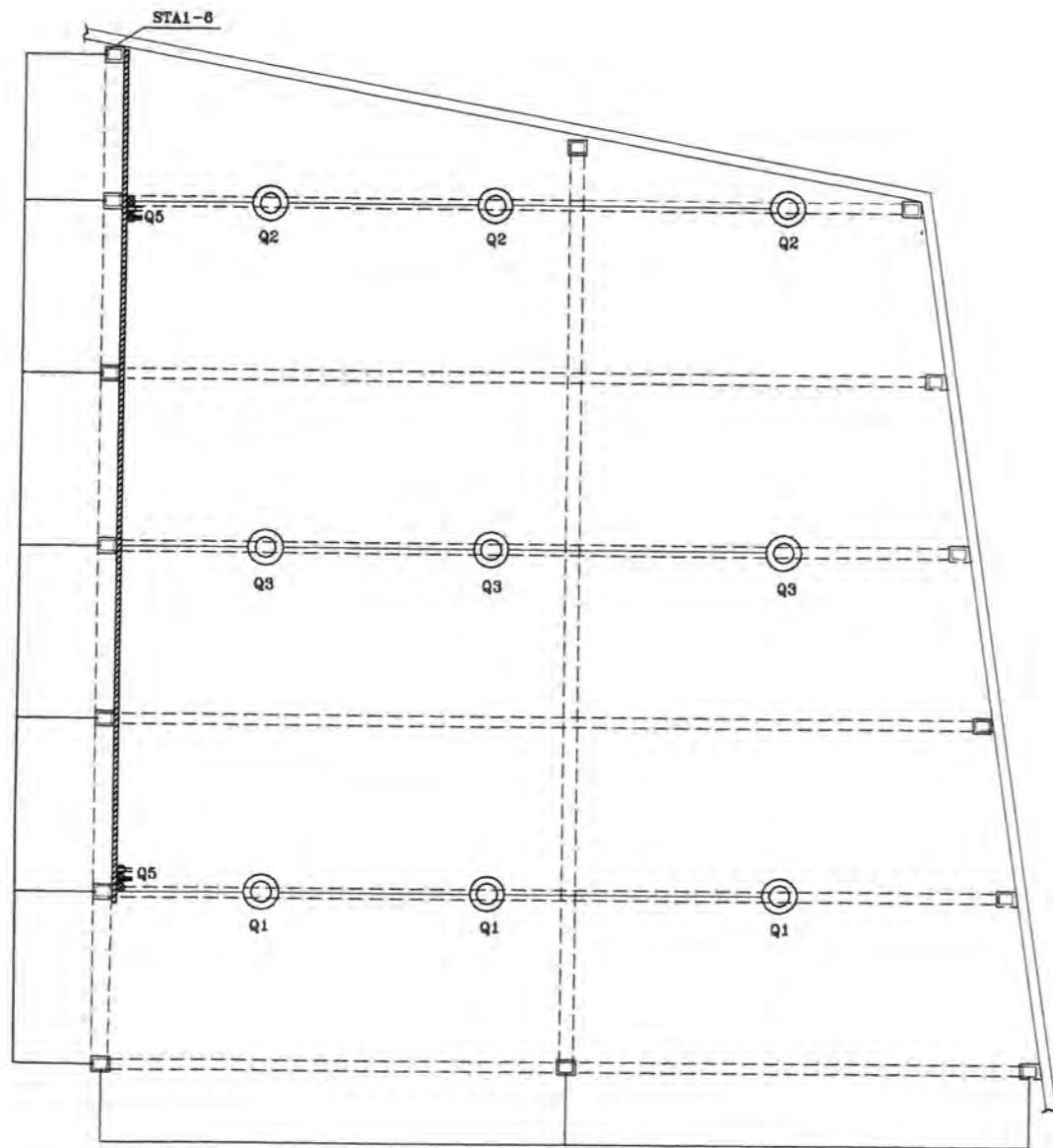
LEYENDA	
	CANAleta 150 x 100mm.
	CAJA BORNERA
	TABLERO DE DISTRIBUCION (ADOSADO)
	EQUIPO FLUORESCENTE 2X40W
	TUBERIA CONDUIT
	TOMACORRIENTE 2P+T 220V h= 0,4m
	TOMACORRIENTE 3P+T 440V h= 1,1m (IP54)
	TOMACORRIENTE 2P+T 220V h=1.1m (IP54)
	BAJADA DE TUBERIA CONDUIT
	INTERRUPTOR

DISTRIBUCION DE CIRCUITOS	
TABLERO	CIRCUITOS
STA1-2	Q3a,Q3b,Q3c,Q4a,Q4b,Q5,Q6
STA2-2	QR1a,QR1b,QR1c,QR2a,QR2b,QR3,QR4
STA3-2	QT1,QT2a,QT2b,QT3a,QT3b,QT4
STF1-2	QF1,QF2

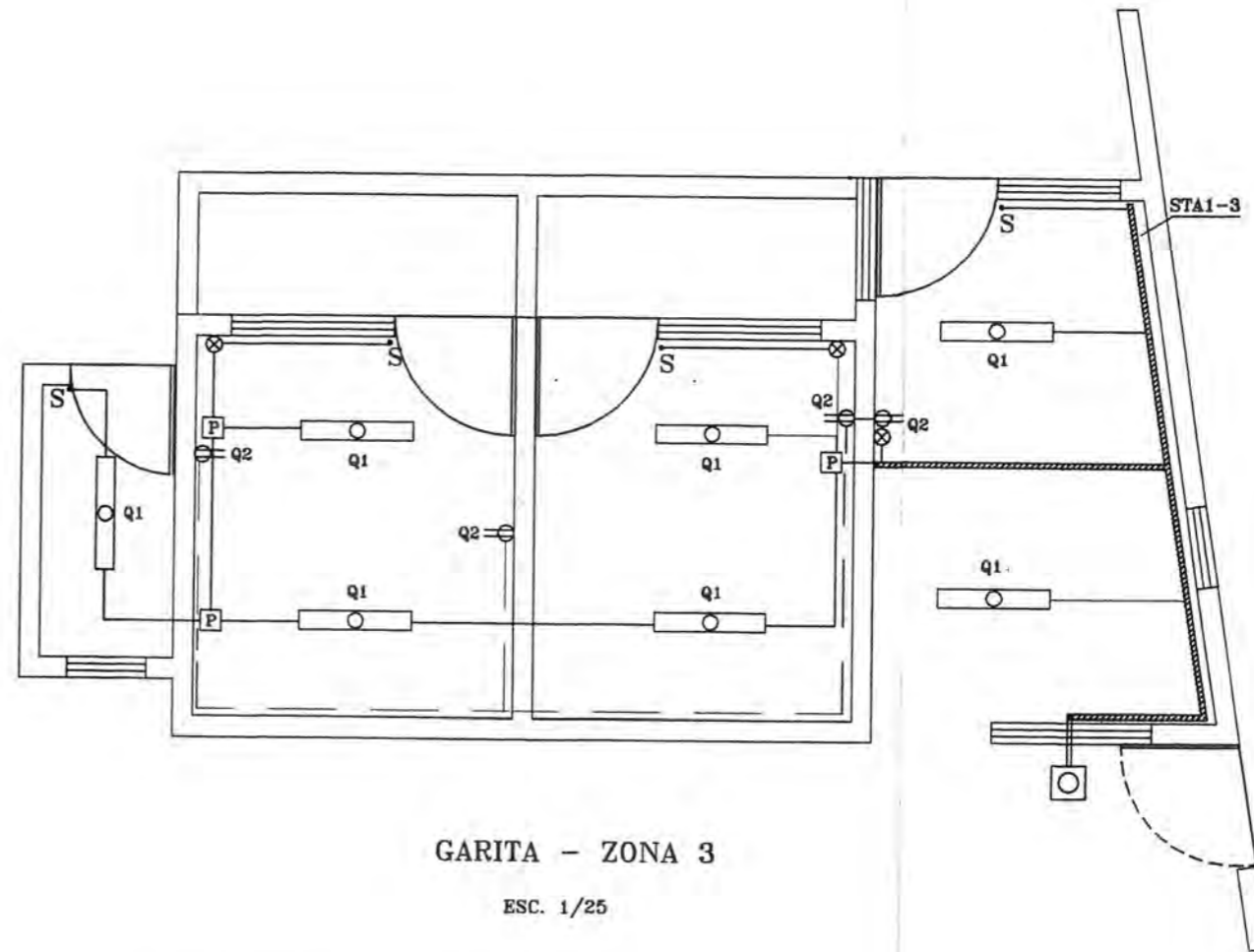
ALMACEN Y TALLERES - ZONA 2

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. EB032	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.		PROYECTO : <b>PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO</b>	
FECHA : SEPTIEMBRE 98		<b>ALMACEN Y TALLERES</b> MONTAJE DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO ALMACEN Y TALLERES	
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 1			



ALMACEN DE ACIDO BORICO - ZONA 6



GARITA - ZONA 3

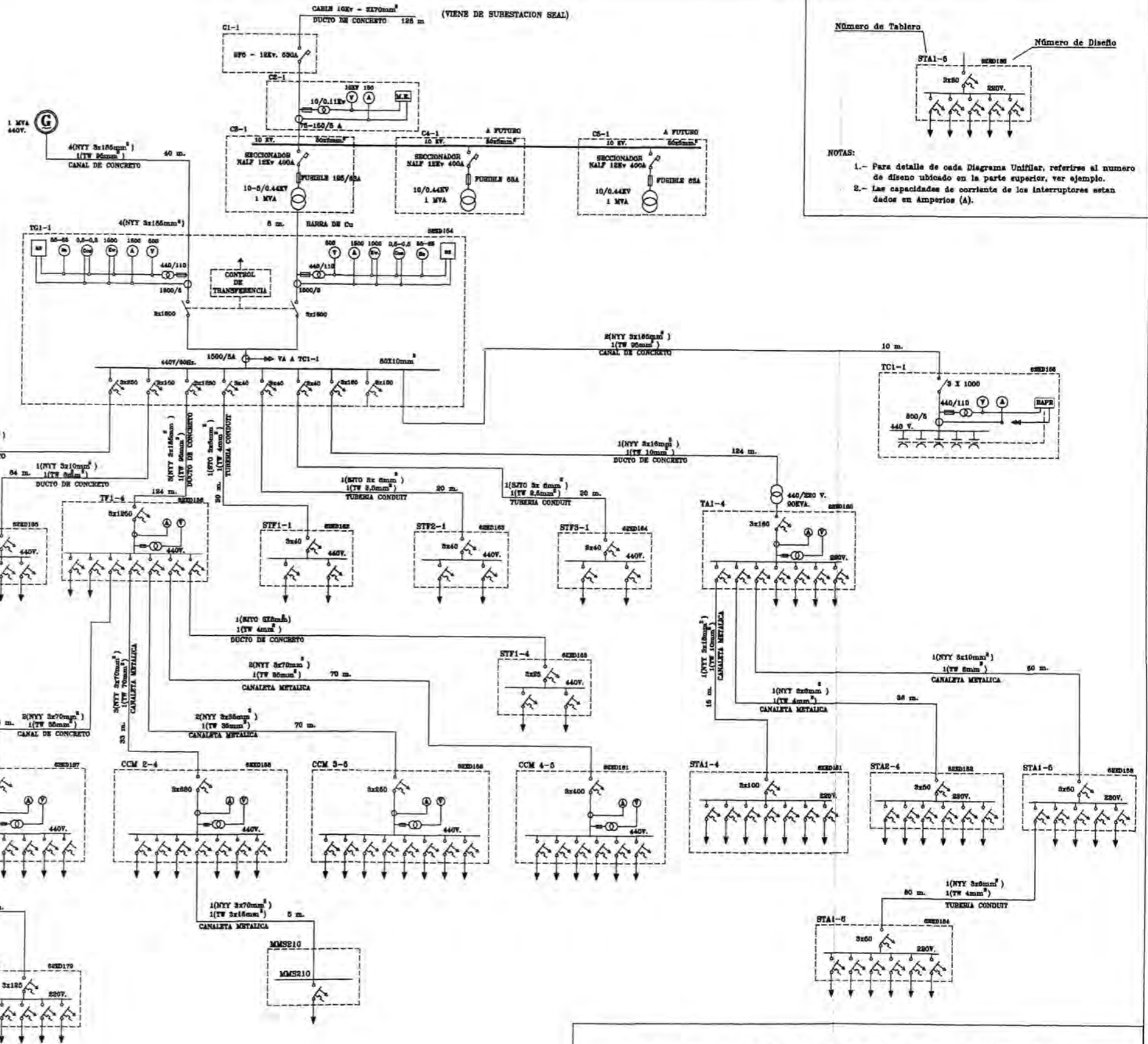
ESC. 1/25

LEYENDA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	CANAleta METALICA 150x100 mm.
	EQUIPO FLUORESCENTE AHR 2x40
	LUMINARIA MER 140-H
	INTERRUPTOR
	TOMACORRIENTE 2P+T 220V h=0.4m
	TOMACORRIENTE 2P+T 220V h=1.2m (IP54)
	TOMACORRIENTE 3P+T 440V h=1.2m (IP54)
	TUBERIA CONDUIT TOMACORRIENTES
	TUBERIA CONDUIT ILUMINACION
	CAJA DE PASO
	BAJADA DE TUBERIA CONDUIT
	BUZON ELECTRICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. EB035	HOJA : 1 de 1
DIBUJADO : H.P.M.	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
FECHA : SEPTIEMBRE 98	PLANTA GENERAL MONTAJE DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO ALMACEN DE ACIDO - GARITA		
ESCALA : 1/100			
FORMATO : A - 1			

CUADRO DE DENOMINACION DE TABLEROS

TABLERO	DENOMINACION	DISENO
CI-1	CELDA DE LLEGADA 5 - 10 Kv	
CE-1	CELDA DE MEDIDA 5 - 10 Kv	
CS-1	CELDA DE TRANSFORMACION 1 5-10 Kv	
CA-1	CELDA DE TRANSFORMACION 2 10Kv	
CC-1	CELDA DE TRANSFORMACION 3 10Kv	
TG1-1	TABLERO GENERAL 440V.	SEED154
TC1-1	TABLERO DE COMPENSACION	SEED155
TP1-4	TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED156
CCM1-4	CENTRO CONTROL DE MOTORES #1	SEED157
CCM2-4	CENTRO CONTROL DE MOTORES #2	SEED158
CCM3-5	CENTRO CONTROL DE MOTORES #3	SEED159
CCM4-5	CENTRO CONTROL DE MOTORES #4	SEED160
STP1-1	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED161
STP2-1	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED162
STP3-1	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED163
STP4-1	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED164
STP1-4	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED165
STP1-5	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED166
TA1-1	TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED170
TA1-3	TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED174A
STAI-3	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED175
STAI-2	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED177
STAI-4	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED178
STAI-5	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED179
TA1-4	TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED180
STAI-4	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED181
STAI-5	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED182
STAI-6	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED183
STAI-7	SUB TABLERO DE ALUMBRADO 220V.	SEED184
STP1-2	SUB TABLERO DE FUERZA 440V.	SEED185
MMS10	TABLERO DE CONTROL DE CENTRIFUGA	



Número de Tablero: STAI-5  
Número de Diseño: SEED184

NOTAS:  
1.- Para detalle de cada Diagrama Unifilar, referirse al número de diseño ubicado en la parte superior, ver ejemplo.  
2.- Las capacidades de corriente de los interruptores están dados en Amperios (A).

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

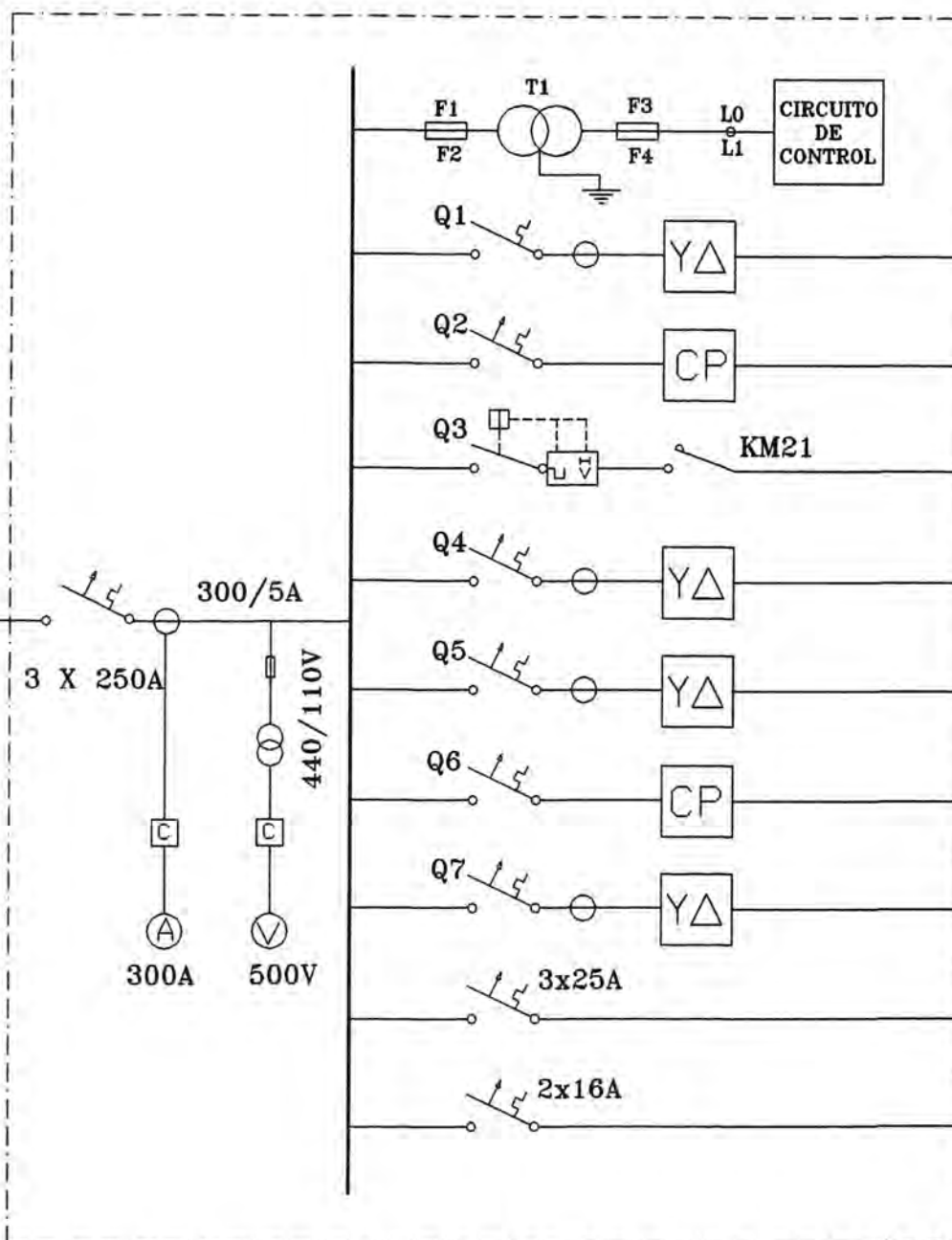
DISEÑADO : G.V.T. REVISADO : V.C.C. DIBUJADO : H.P.M.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No. REVISADO : 3 DISEÑO No. ED150 HOJA : 1 de 1
FECHA : SEPTIEMBRE 98 ESCALA : S/E FORMATO : A - 1	PROYECTO : <b>PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO</b> PLANTA GENERAL DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL	



VIENE DE TF 1 - 4

2 (NYY 3 X 35 mm<sup>2</sup>)  
1 (TW 35 mm<sup>2</sup>)

MD = 136.2 KW



EQUIPO	POTENCIA	PROTECCION TERMOMAGNETICA	CIRCUITO FUERZA	CIRCUITO DE CONTROL	CIRCUITO DE MEDICION
MK 11A	7.5 KW	IT 3X25A	2SJT0 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	SVT0 2X2.5 mm <sup>2</sup>
MK 23	30 KW	IT 3X63A	1 NYY 3 X 6 mm <sup>2</sup> 1 TW 6 mm <sup>2</sup>		
MP 208	3 KW	GM 3 X 6.3A	1SJT0 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	
MK 21	11.2 KW	IT 3X32A	2SJT0 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	SVT0 2X2.5 mm <sup>2</sup>
MK 11B	7.5 KW	IT 3X25A	2SJT0 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	SVT0 2X2.5 mm <sup>2</sup>
MK 24	30 KW	IT 3X63A	NYY 3 X 6 mm <sup>2</sup> 1 TW 4 mm <sup>2</sup>		
MP 11	45 KW	IT 3X100A	2 NYY 3 X 6 mm <sup>2</sup> 1 TW 6 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	SVT0 2X2.5 mm <sup>2</sup>
		IT 3X25A	TOMACORRIENTE 3ø 440V		
		IT 2X16A	ALIMENTACION AL SECADOR 1ø 220V ( COMPRESORES )		

LEYENDA	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	GUARDAMOTOR
	CONTACTOR
	ARRANCADOR ESTRELLA TRIANGULO
	TABLERO DE CONTROL PROPIO
	VOLTIMETRO
	AMPERIMETRO
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	COMMUTADOR

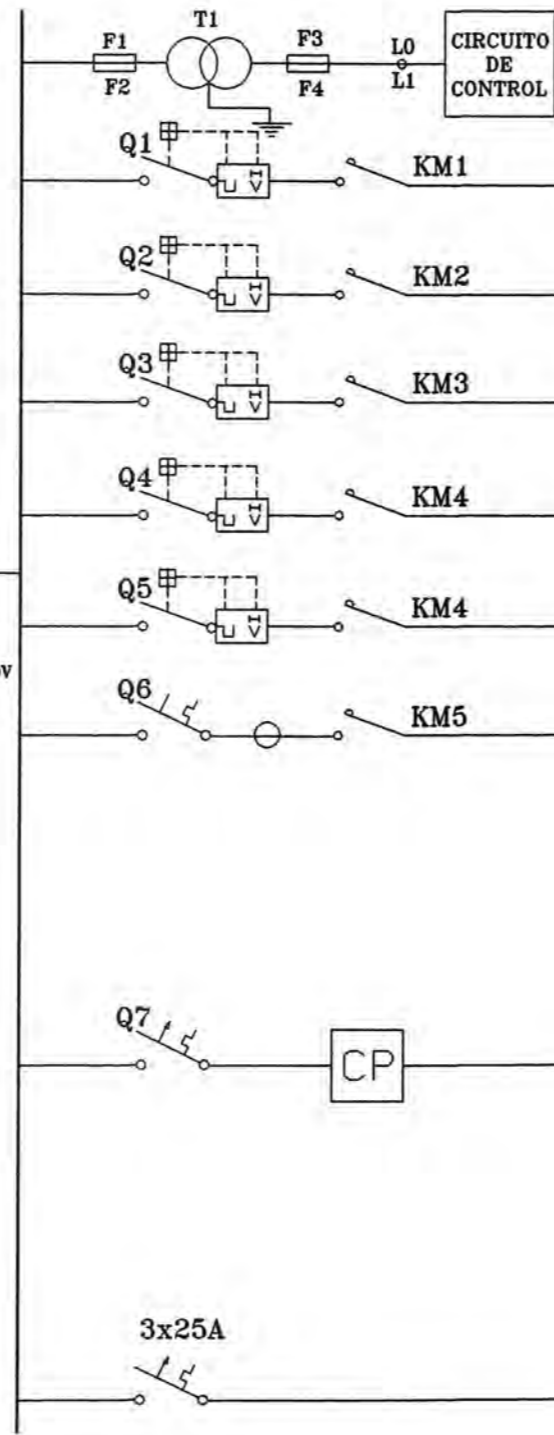
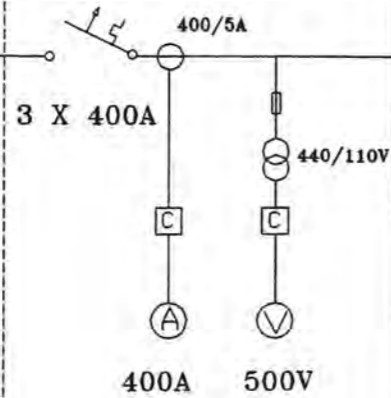
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

DISENADO : G.V.T. REVISADO : V.C.C. DIBUJADO : H.P.M. FECHA : SETIEMBRE 98 ESCALA : S/E FORMATO : A - 4	PROPIETARIO :  EXPEDIENTE No.  DISEÑO No. ED159 PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM3-5	REV. 3 HOJA : 1 de 1
--	---	-------------------------------



VIENE DE TF 1 - 4

2 (NYY 3 X 70 mm<sup>2</sup>)  
1 (TW 35 mm<sup>2</sup>)



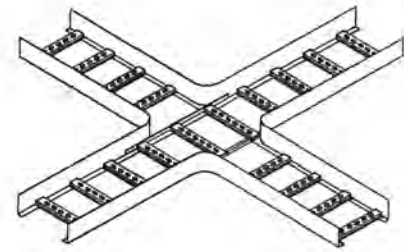
EQUIPO	POTENCIA	PROTECCION TERMOMAGNETICA	CIRCUITO FUERZA	CIRCUITO DE CONTROL	CIRCUITO DE MEDICION
MP07	0.75 KW	GM 3 X 2.5A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	
MP08	0.75 KW	GM 3 X 2.5A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	
MP01A	3 KW	GM 3 X 6.3A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	
MP01B	3 KW	GM 3 X 6.3A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	
MP20	2.5 KW	GM 3 X 6.3A	1SJTO 3 X 2.5 mm <sup>2</sup> 1 TW 2.5 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	
R08	27 KW	IT 3X50A	1NYY 3 X 6 mm <sup>2</sup> 1 TW 4 mm <sup>2</sup>	MULTIPLAST 7 X 1.5 mm <sup>2</sup>	1SVT02 X 2.5mm <sup>2</sup>
MP03A	35 KW	IT 3X160A	1NYY 3 X 35 mm <sup>2</sup> 1 TW 10 mm <sup>2</sup>		
MK02	13.5 KW				
MP02	0.75 KW				
R02	25 KW				
MK06	3.5 KW				
		IT 3X25A	TOMACORRIENTE 3ø 440V		

LEYENDA

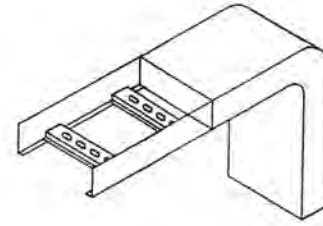
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	GUARDAMOTOR
	CONTACTOR
	TABLERO DE CONTROL PROPIO
	VOLTIMETRO
	AMPERIMETRO
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	COMMUTADOR
	FUSIBLE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

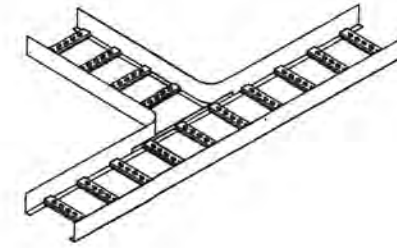
DISEÑADO : G.V.T. REVISADO : V.C.C. DIBUJADO : H.P.M. FECHA : SEPTIEMBRE 98 ESCALA : S/E FORMATO : A - 4	PROPIETARIO :  EXPEDIENTE No.  DISEÑO No. ED161 PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE CONTROLES CCM4-5	REV. 3 HOJA : 1 de 1
---	---	-------------------------------



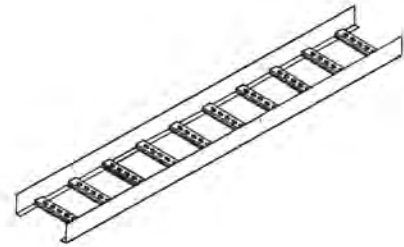
UNION EN CRUZ



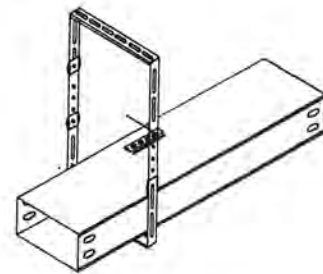
CURVA 90°



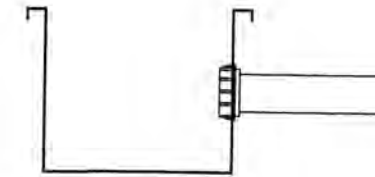
DERIVACION EN T



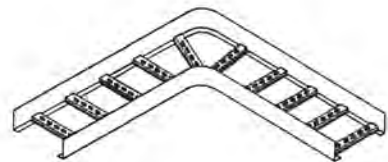
CANALETA METALICA



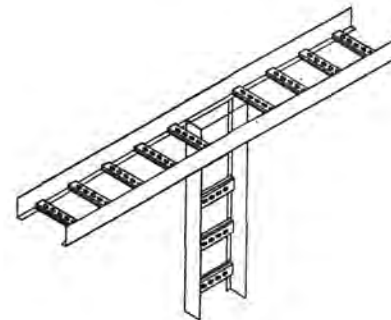
SOPORTE DE BANDEJA  
ADOSADO AL TECHO



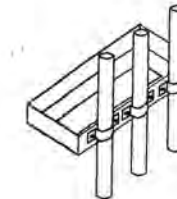
SALIDA DE TUBERIA



DERIVACION A 90°



SUBIDA DE CANALETA

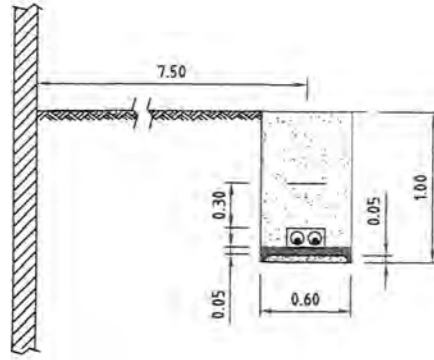


BAJADA DE TUBERIA

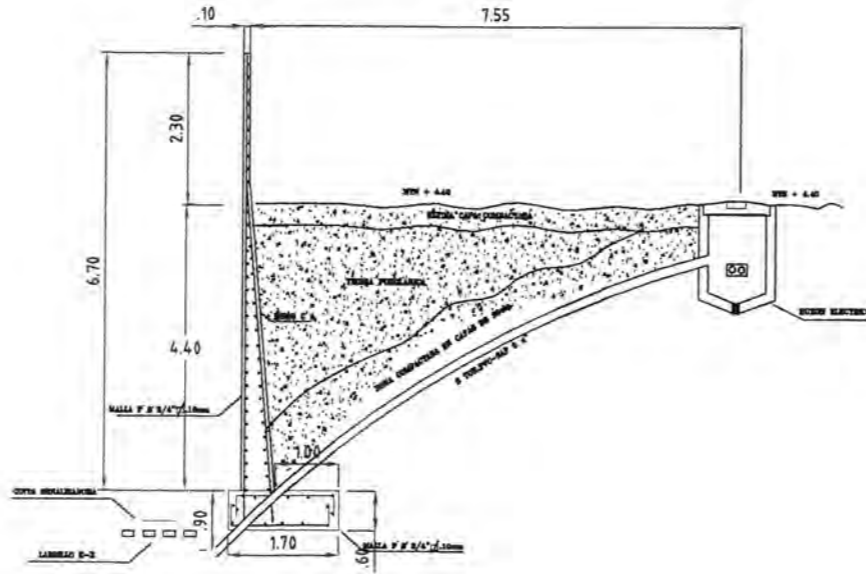
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. EC058	HOJA : 2 de 2
DIBUJADO : H.P.M.			
FECHA : SEPTIEMBRE 98	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 3			
DETALLES DE MONTAJE - ALUMBRADO			

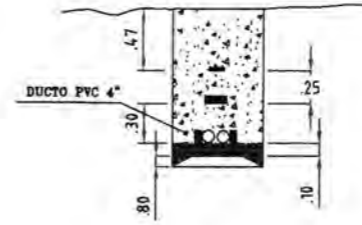
CORTE A-A  
S/E



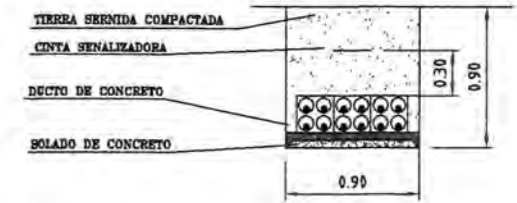
CORTE B-B  
S/E



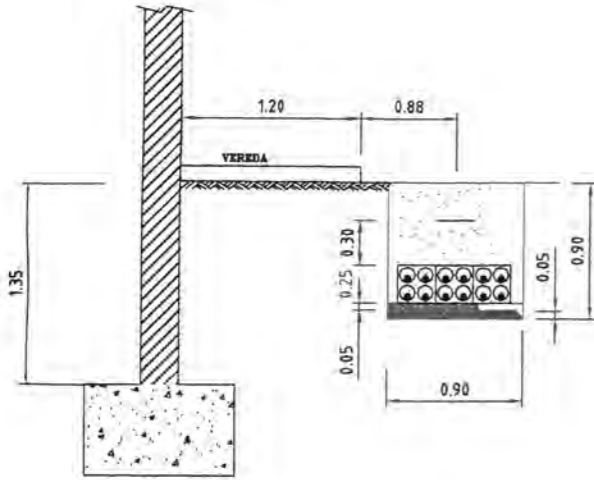
CORTE C-C  
S/E



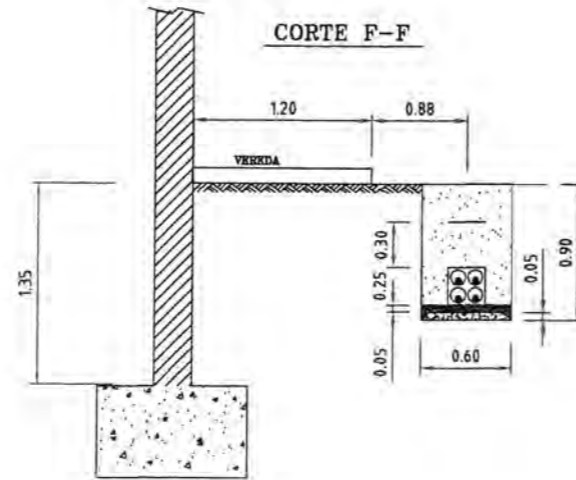
CORTE D-D  
S/E



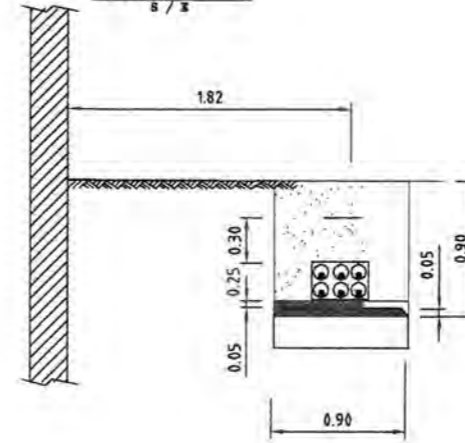
CORTE E-E  
S/E



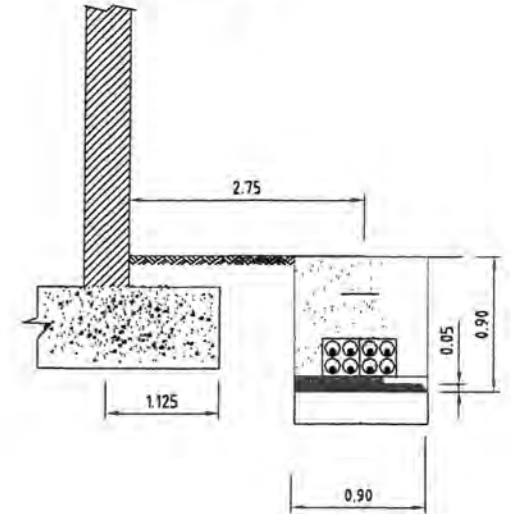
CORTE F-F  
S/E



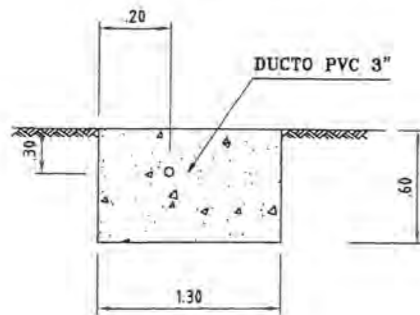
CORTE G-G  
S/E



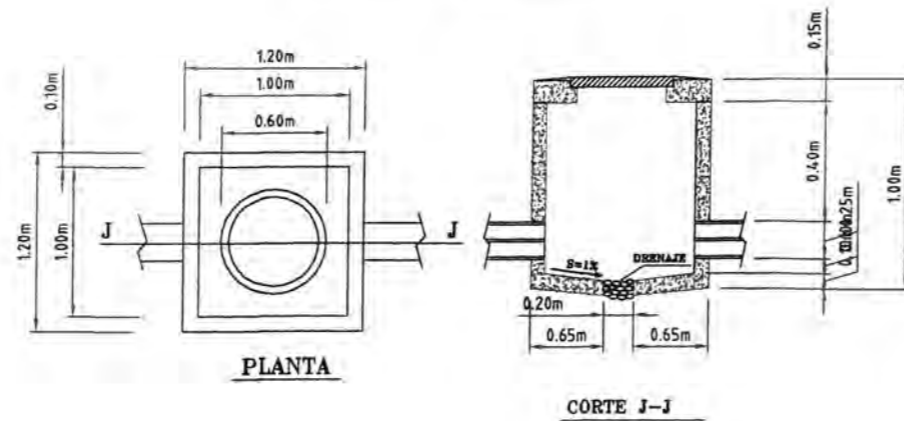
CORTE H-H  
S/E



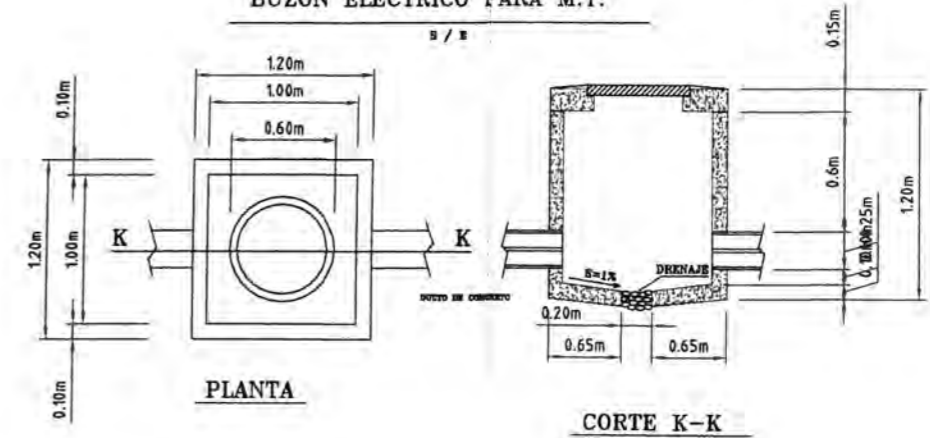
CORTE I-I  
S/E



BUZON ELECTRICO PARA B.T.

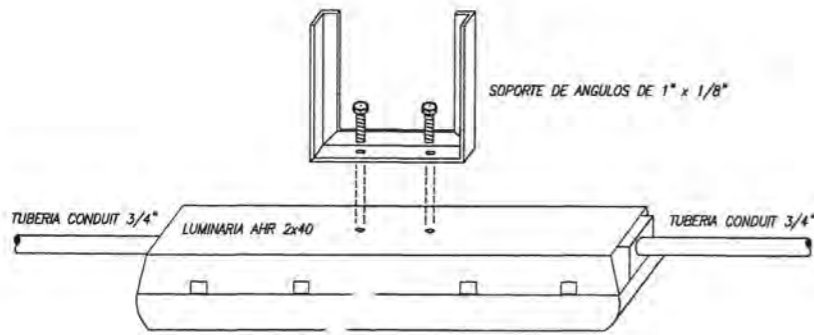


BUZON ELECTRICO PARA M.T.

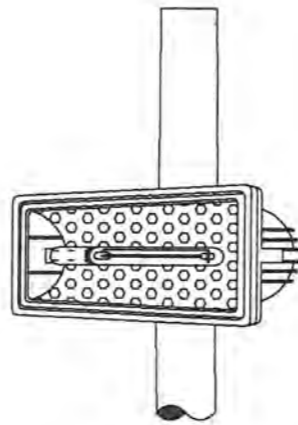


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

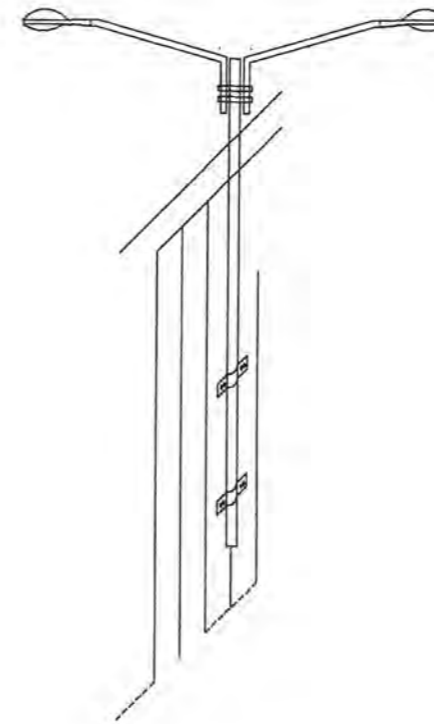
DISEÑADO : G.V.T.	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.	REV. 3
REVISADO : V.C.C.		DISEÑO No. EBO23	HOJA : 2 de 2
DIBUJADO : H.P.M.			
FECHA : SEPTIEMBRE 08	PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO CANALIZACION PARA CIRCUITOS ALIMENTADORES		
ESCALA : S/E			
FORMATO : A - 1			



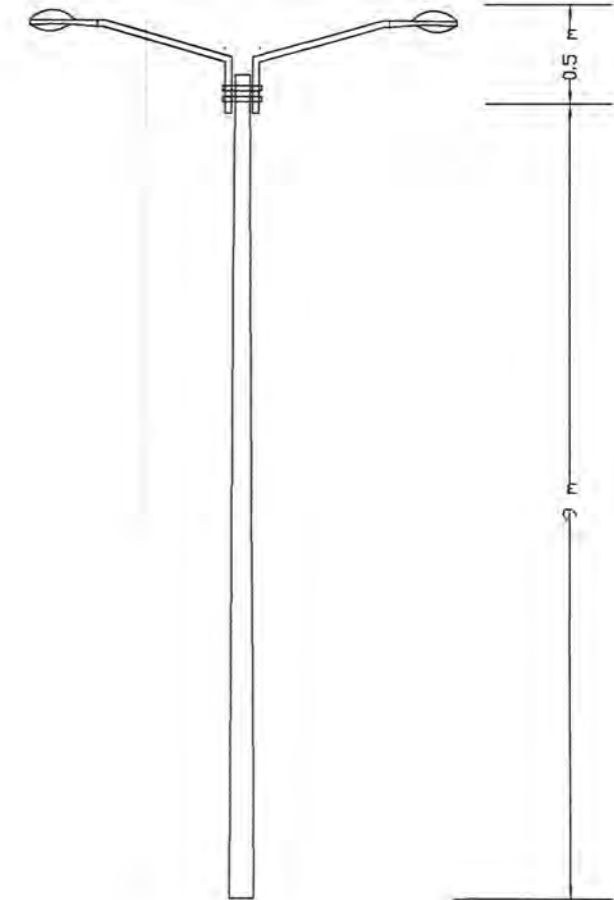
SOPORTE DE LUMINARIA AHR 240  
INGRESO DE TUBERIA



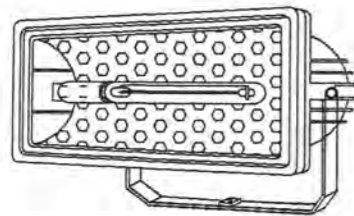
DETALLE POSTE REFLECTOR



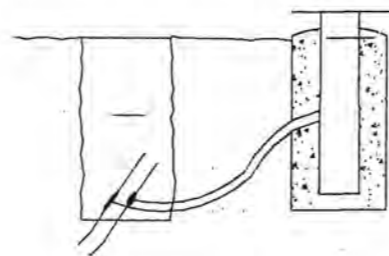
DETALLE DE PASTORAL  
ADOSADO A PARED



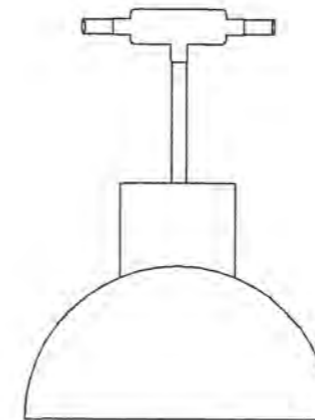
DETALLE DE PASTORAL  
A POSTE DE METAL



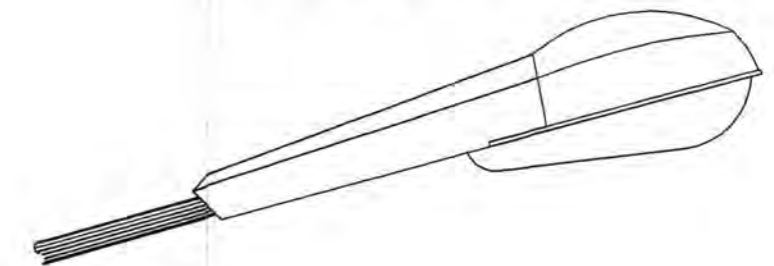
REFLECTOR LUXIOD  
HM 400 W



DETALLE CONEXION  
CABLE SUBTERRANEO



LUMINARIA INTERIOR  
MER 140 H 250 W



LUMINARIA BIH 100 150W

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
DISEÑADO : G.V.T. REVISADO : V.C.C. DIBUJADO : H.P.M. FECHA : SEPTIEMBRE 98 ESCALA : S/E FORMATO : A - 3	PROPIETARIO :	EXPEDIENTE No.  DISEÑO No. EC058	REV. 3 HOJA : 1 de 2
PROYECTO : PLANTA INDUSTRIAL DE ACIDO BORICO		PLANIMETRIA GENERAL DETALLES DE MONTAJE - ALUMBRADO	