

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**EVALUACIÓN Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCIÓN DEL  
LABORATORIO COFANA PUEBLO  
LIBRE-LIMA**

**INFORME DE INGENIERÍA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA  
PRESENTADO POR:**

**JAIME YURI LLACHUA CORTEZ**

**PROMOCION 1985-II**

**LIMA-PERU**

A mi esposa Maritza y a mi hijo Alvaro, por su comprensión y valioso apoyo moral.  
A mis padres por su incondicional apoyo.

**EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES  
ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION  
DEL LABORATORIO COFANA  
PUEBLO LIBRE - LIMA**

## SUMARIO

El presente trabajo tiene por finalidad adecuar las instalaciones eléctricas existentes a valores mínimos exigidos por el Código Nacional de Electricidad y el Reglamento Nacional de Construcciones, a efectos de dotar al local en estudio, de una infraestructura eléctrica confiable y segura.

El local en estudio corresponde al Local de Producción de Laboratorio COFANA, líder en la industria farmacéutica y dedicado a la elaboración de jarabes, tabletas, cápsulas, inyectables y otros productos farmacéuticos; que cuenta con ambientes de requerimientos y niveles de exigencia de calidad y confiabilidad diferentes, como son las áreas de administración, almacenamiento, producción, laboratorio y control de calidad.

El estudio comprende cuatro partes:

1. Evaluación de las instalaciones eléctricas existentes:

, Describe la situación actual de las instalaciones existentes y evalúa su estado de conservación y operatividad, identificando las instalaciones que deben acondicionarse o reemplazarse.

2. Evaluación de consumo de energía eléctrica:

En esta parte se hace un diagnóstico del consumo habitual de energía eléctrica de la planta; así mediante un programa de registros y mediciones, se obtienen los diferentes parámetros eléctricos que permiten conocer la

carga eléctrica, proyectarla durante el periodo de estudio y efectuar, por consiguiente, un adecuado dimensionamiento del equipo eléctrico.

Asimismo, mediante un análisis de simulaciones tarifarias, se determina la tarifa más conveniente para COFANA.

3. Evaluación económica de alternativas de proyectos de inversión para la reducción de costos por concepto de consumo de energía eléctrica:

- En función del análisis del consumo de energía efectuado en el capítulo anterior, se plantean y evalúan alternativas de proyectos de inversión, cuya aplicación permitirá mejorar el consumo de energía eléctrica de la planta y reducir consecuentemente los cargos por este concepto.

4. Replanteo de las instalaciones eléctricas:

Finalmente en esta parte, en base a las conclusiones de los capítulos anteriores, se presenta el proyecto de adecuación y remodelación de las instalaciones eléctricas existentes.

## INDICE

PROLOGO	01
<b>CAPITULO I</b>	
<b>EVALUACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EXISTENTES</b>	<b>03</b>
1.1 Información general	03
1.2 Descripción de las instalaciones eléctricas	04
1.2.1 Acometida de energía eléctrica	04
1.2.2 Alimentadores	05
1.2.3 Tableros	05
1.2.4 Instalaciones eléctricas interiores	06
1.2.5 Sistema de puesta a tierra	07
1.3 Conclusiones y recomendaciones	07
<b>CAPITULO II</b>	
<b>EVALUACION DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA</b>	<b>09</b>
2.1 Objetivo	09
2.2 Generalidades	09
2.3 Metodología empleada	10
2.3.1 Primera fase: Pre - diagnóstico energético	10
2.3.2 Segunda fase: Trabajo de planta	11

2.3.3 Tercera fase: Evaluación de los resultados y desarrollo del Informe Técnico.	11
2.4 Medición y registro de los parámetros eléctricos	12
2.5 Análisis y evaluación de los registros	12
2.6 Determinación del Consumo de Energía y Máxima Demanda	13
2.7 Análisis y determinación de la opción tarifaria óptima	15
2.7.1 Calificación del consumo según Res. 010-93 P / CTE.	15
2.7.2 Simulación de facturaciones y determinación de la opción tarifaria óptima.	16
2.8 Proyección del consumo de energía eléctrica	17
2.9 Conclusiones y recomendaciones.	18

### **CAPITULO III**

#### **EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS DE PROYECTOS DE INVERSION PARA LA REDUCCION DE COSTOS POR CONSUMO DE**

#### **ENERGIA ELECTRICA** 36

3.1 Alternativas de proyectos de inversión	36
3.2 Suministro de energía en media tensión	36
3.3 Sistema de compensación reactiva	38
3.4 Conclusiones y recomendaciones	39

### **CAPITULO IV**

#### **REPLANTEO Y REMODELACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS** 45

4.1 Memoria Descriptiva	45
4.1.1 Objetivo	45

4.1.2	Descripción del sistema proyectado	46
4.1.3	Máxima demanda de potencia	48
4.1.4	Alcance de los trabajos del contratista	48
4.2	Cálculos Justificativos	49
4.2.1	Cálculo de máxima demanda	49
4.2.2	Dimensionamiento de alimentadores	49
4.2.3	Protección de alimentadores	52
4.2.4	Cálculo de puesta a tierra	52
4.3	Especificaciones Técnicas de Suministro	71
4.3.1	Aspectos generales	71
4.3.2	Tuberías	72
4.3.3	Cables y conductores	73
4.3.4	Tableros	74
4.3.5	Sistema de puesta a tierra	76
4.3.6	Postes de concreto armado	78
4.3.7	Aisladores	80
4.3.8	Transformador de potencia	82
4.3.9	Seccionadores fusibles	84
4.3.10	Sistema de medición en Media Tensión	86
4.4	Especificaciones Técnicas de Montaje	89
4.4.1	Especificaciones generales	89
4.4.2	Especificaciones particulares	91
4.5	Metrado y Presupuesto	96



**ANEXOS****ANEXO N° 1: ALBUM FOTOGRAFICO****PLANOS**

- IE-01 RELACION DE PLANOS, LEYENDA GENERAL Y PLANO DE UBICACIÓN.
- IE-02 SISTEMA DE UTILIZACION 10 KV, ESQUEMAS ELECTRICOS Y PUESTA A TIERRA.
- IE-03 SISTEMA DE UTILIZACION 10 KV, ARMADO DE PMI, SUBESTACION BIPOSTE.
- IE-04 DIAGRAMA UNIFILAR DE ALIMENTADORES Y TABLEROS ELECTRICOS EXISTENTES – MONTANTE.
- IE-05 RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA DEL PRIMER PISO.
- IE-06 RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA DEL SEGUNDO PISO.
- IE-07 RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA DEL TERCER PISO.
- IE-08 DIAGRAMA UNIFILAR DE ALIMENTADORES Y TABLEROS PROYECTADOS.
- IE-09 MONTANTE PROYECTADO Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
- IE-10 RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA DEL PRIMER PISO.
- IE-11 RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA DEL SEGUNDO PISO.

- IE-12 RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA DEL TERCER PISO.
- IE-13 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES EN EL PRIMER PISO - EXISTENTE.
- IE-14 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES EN EL SEGUNDO PISO - EXISTENTE.
- IE-15 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES EN EL TERCER PISO - EXISTENTE.

## PROLOGO

El presente trabajo corresponde a un estudio realizado al Consorcio Farmacéutico Nacional en Junio de 1,995, en respuesta a las constantes salidas del servicio eléctrico en la planta.

Es materia del presente trabajo la evaluación y acondicionamiento de las instalaciones eléctricas existentes del local del Laboratorio COFANA, ubicado en Jr. Domingo Nieto 150, en el Distrito de Pueblo Libre.

El local, materia del presente estudio, corresponde a una edificación antigua cuya infraestructura eléctrica a crecido a lo largo del tiempo, por atender las constantes implementaciones en las áreas de producción, almacenamiento y control de calidad, propias del Laboratorio; originando, de esta manera, un crecimiento desordenado de las instalaciones eléctricas, en algunos casos sobrepasando la capacidad de los conductores existentes y sin los dispositivos de protección respectivos.

• El objetivo de este estudio fue solucionar los peligros e inconvenientes descritos en el párrafo anterior, mediante la adecuación de las instalaciones eléctricas existentes, que permitieran al laboratorio de COFANA contar a corto plazo, con instalaciones seguras, confiables y acordes a su nivel y actividad especial. •

Para una mejor concepción, se ha estructurado el presente trabajo en cuatro partes, siguiendo una secuencia lógica de la evolución del estudio, esto es:

1. Evaluación de las instalaciones eléctricas existentes:

Describe la situación actual de las instalaciones existentes y evalúa su estado de conservación, recomendando que instalaciones deben adecuarse y cuales reemplazarse.

2. Evaluación de consumo de energía eléctrica:

En esta parte se hace un diagnóstico del consumo habitual de energía eléctrica de la planta, y mediante un programa de registros y mediciones se obtienen los diferentes parámetros eléctricos que permitan luego, dimensionar adecuadamente los diferentes componentes de las instalaciones eléctricas de la planta, así como determinar la opción tarifaria óptima.

• 3. Evaluación económica de alternativas de proyectos de inversión:

En esta parte se plantean alternativas de proyectos de inversión que permitan optimizar los costos por concepto de consumo de energía eléctrica de la planta. Se efectúa la evaluación económica de estas alternativas para ver la conveniencia de su implementación.

4. Replanteo de las instalaciones eléctricas:

Finalmente en esta parte, en base a las conclusiones de los capítulos anteriores, se presenta el proyecto de adecuación y remodelación de las instalaciones eléctricas existentes.

## **CAPITULO I**

### **EVALUACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EXISTENTES**

#### **1.1 Información general**

Laboratorio COFANA es una empresa dedicada a la producción de medicamentos como jarabes, tabletas, cápsulas, inyectables y otros correspondientes a la industria farmacéutica, líder en su ramo, que cuenta con áreas que requieren de instalaciones especiales y exigentes, de acuerdo a estándares internacionales particulares para industrias de éste tipo.

El local del laboratorio de COFANA ubicado en el Jr. Domingo Elías N° 150, distrito de Pueblo Libre, Lima, corresponde a una edificación antigua de tres plantas, con un área total del terreno de 1440 m<sup>2</sup> y 3262 m<sup>2</sup> de área construida, y comprende a 51 ambientes repartidos básicamente en cuatro áreas: administración, producción, instrumentación (laboratorio y control de calidad) y almacenamiento.

El equipamiento eléctrico existente en el área de administración está compuesto básicamente de artefactos de iluminación, aire acondicionado, computadoras e impresoras. En el área de producción, además de la iluminación y aire acondicionado, existen máquinas exclusivas para la producción de los medicamentos, accionadas por motores eléctricos de inducción. En el área de instrumentación, en cambio, existe además de la iluminación, un sistema de refrigeración y un sofisticado equipamiento

electrónico específico para los laboratorios. En el área de almacenamiento la única carga importante corresponde a la iluminación.

Las instalaciones eléctricas en general, no son del todo apropiadas, producto de un crecimiento desordenado de su infraestructura eléctrica, sin un proyecto técnico de expansión adecuado, habiéndose originado, de esta manera, algunos problemas de confiabilidad y mantenimiento, que requieren de una solución técnica y adecuada.

El local cuenta con un suministro de baja tensión de EDELNOR S.A. N° 133585, con una opción tarifaria actual correspondiente a la BT4 – A, que corresponde a una medición de energía y una medición y/o contratación de potencia, con calificación como usuario presente en punta.

Al momento de la elaboración del presente estudio, el equipo de medición de EDELNOR S.A. no contaba con un medidor de máxima demanda.

## **1.2 Descripción de las instalaciones eléctricas**

### **1.2.1 Acometida de energía eléctrica**

El Local cuenta con una acometida subterránea compuesta por un cable NYY 3-1x120mm<sup>2</sup> y 2 cajas metálicas empotradas, la primera del tipo F-1 que alberga a las bases portafusibles con fusibles tipo lámina de 300 A y reductores de corriente tipo toroidal de 220/5 A, y la segunda exclusiva para los medidores de energía activa y reactiva.

En las Fotos 1 y 2 presentadas en el Anexo 1 se muestran los tableros mencionados.

El mantenimiento del equipamiento descrito es responsabilidad de EDELNOR S.A.

### **1.2.2 Alimentadores**

Desde la caja de acometida F1 de EDELNOR S.A., se tiene por alimentador a una terna de conductores THW de 120 M<sup>2</sup>, atiende a un seccionador fusible tipo Nebb de ABB de 3 x 400 A, instalado en una caja de acometida F1.

En la Foto 2 se muestra esta caja y el dispositivo de protección respectivo.

Desde este punto sin una adecuada protección se derivan dos circuitos para la administración tableros TD7-1, TD7-2 y un circuito de fuerza para el área de producción, sin una adecuada protección, tal como se muestra en el plano IE-04 y la fotografía 2 del Anexo N° 1.

El alimentador canalizado en tubería PVC de 100 mm, sube hasta el nivel 3 de la edificación, en este punto se ha realizado un empalme de derivación hacia una compresora de 9 HP, 220 V, mediante un empalme que no cuenta con adecuada protección mecánica.

El alimentador de fuerza continúa y cruza el techo hacia el patio central y baja hasta una primera caja a partir de la cual, mediante cajas de paso metálicas sobrepuesta a las paredes, va alimentando a los diferentes circuitos, comportándose como una troncal. (ver fotos 4,5 y 6 del anexo 1)

### **1.2.3 Tableros**

La instalación materia de estudio no cuenta con un Tablero General, sin embargo existen pequeños tableros para atender cargas localizadas de alumbrado, tomacorrientes y las cargas especiales como motores y otros equipados en algunos casos con interruptores termomagnéticos y en otros con llaves de cuchillas, en algunos casos sobredimensionados respecto a los alimentadores de los circuitos derivados correspondientes.

La foto 3 muestra uno de estos tableros.

### **1.2.4 Instalaciones eléctricas interiores**

En general las instalaciones eléctricas interiores, a partir de la salida de los subtableros, se encuentran en buen estado. Estas instalaciones, periódicamente y por sectores, han tenido un reacondicionamiento y mantenimiento adecuado.

Los conductores mayormente son del tipo TW ó THW, con canalizaciones del tipo de ductos de PVC SAP ó canaletas de uso industrial.

Los artefactos de alumbrado son del tipo fluorescente, estandarizando el uso de artefactos herméticos en las áreas de producción y del tipo braquete económico en los almacenes, observándose que los artefactos de iluminación se encuentra en buen estado de conservación.

En el plano IE-04 se presenta el esquema de principio de la instalación eléctrica existente.



### **1.2.5 Sistema de puesta a tierra**

El local cuenta con dos configuraciones de puestas a tierra ubicadas en el jardín interior: uno específico para las áreas de instrumentación y administración (sistema de computo); y el otro para el resto del local (área de producción).

El primer sistema consiste de dos pozos de tierra en paralelo, compuesto cada uno por una varilla de copperweld de 2.4 m de longitud y 5/8" de diámetro, enterrados a una profundidad de 0.5 m del nivel del suelo y una separación entre electrodos de 3.5 m. La resistencia medida fue de 6.5 Ohms; sin embargo, la resistencia de puesta a tierra recomendada por los fabricantes de los equipos electrónicos del área de instrumentación, oscila entre 3 y 4 Ohms, resultando por tanto insuficiente el sistema de puesta a tierra existente.

El segundo sistema consiste de un pozo compuesto por una sola varilla de copperweld de 2.4 m de longitud y 5/8" de diámetro, enterrado también a una profundidad de 0.5 m. La resistencia medida, en este caso fue de 11.6 Ohms; este valor si bien es inferior a los 25 Ohms señalados como valor máximo por el Código Nacional de Electricidad, se estima por conveniente mejorar este sistema, para una mejor operación del sistema de control y protección de las máquinas y motores existentes.

### **1.3 Conclusiones y recomendaciones**

El sistema descrito no cuenta con una adecuada protección eléctrica, lo que no asegura la confiabilidad del sistema, ni permite independizar circuitos para los casos de mantenimiento.

Es necesario, por tanto, una remodelación total de los circuitos alimentadores, la instalación de tableros con dispositivos de protección adecuados y remodelar los sistemas de tierra existentes a fin de alcanzar los niveles de resistencia de puesta a tierra recomendados.

- Las instalaciones interiores, en cambio, como se encuentran adecuadas y en buen estado, no requieren de una remodelación ni acondicionamiento alguno.

## **CAPITULO II EVALUACION DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA**

### **2.1 Objetivo**

El presente capítulo corresponde al diagnóstico de carga y optimización del costo correspondiente al consumo de energía eléctrica de la planta de Laboratorio COFANA.

El estudio, mediante el registro de parámetros eléctricos, analiza el comportamiento habitual de energía eléctrica del Laboratorio, plantea las acciones conducentes a reducir el costo por energía y determina la opción tarifaria conveniente a contratar con la empresa concesionaria de electricidad (EDELNOR S.A.).

El objetivo es reducir los costos de energía y determinar la máxima demanda real, actual y futura, para su consideración en la evaluación de las alternativas de inversión en las instalaciones eléctricas a considerarse en el Capítulo III.

### **2.2 Generalidades**

El Local cuenta con el suministro 133585 de EDELNOR, tarifa BT4A (Medición en baja tensión y calificación como usuario en hora punta); los valores correspondiente a la máxima demanda son asumidos por EDELNOR, pues el medidor no cuenta con un registrador de máxima demanda (Maxímetro).

## **2.3 Metodología empleada**

La metodología general empleada consistió, básicamente, en reconocer y evaluar las instalaciones eléctricas existentes, implementar un programa de monitoreo y mediciones eléctricas, y efectuar el análisis de los resultados en gabinete con ayuda de software especializado.

La metodología usada para la determinación de las características de carga se basa en el análisis deductivo de datos mediante una muestra representativa del universo, a partir de registros efectuados durante algunos días de la semana; y a partir de esta muestra, inferir las características representativas y factores predominantes de la carga estudiada.

En consecuencia, el desarrollo de la metodología empleada involucró las siguientes fases:

### **2.3.1 Primera fase: Pre – diagnóstico energético**

En esta primera etapa del trabajo se realizó un reconocimiento preliminar de las instalaciones y equipos de la planta, con la finalidad de “ubicarse” dentro de la empresa, tomar conocimiento del proceso industrial, de sus exigencias y problemas energéticos. Para conocer la situación energética actual se requirió del manejo de la siguiente información:

- a) Planos, Diagramas Unifilares y Esquemas de Principio de todos los equipos e instalaciones existentes.
- b) Relación de los equipos eléctricos más importantes por área de producción (características técnicas y horas de producción).
- c) Diagrama de Flujo (Flow Sheet) del proceso de producción general y de ser posible de cada área en particular.

- d) Copias de facturas eléctricas de la empresa suministradora de energía eléctrica, correspondiente a los doce meses anteriores al estudio.

### **2.3.2 Segunda fase: Trabajo de planta**

Luego de revisar, seleccionar y evaluar toda la información obtenida en la primera fase, se procedió a elaborar un plan de trabajo de campo a fin de implementar el programa de mediciones y los requerimientos de horas-hombre a necesitar.

Como primera parte del trabajo de planta, mediante un seguimiento de circuitos, se actualizaron los planos y diagramas de principio de la instalación eléctrica existente. En esta etapa del trabajo se identificaron los puntos de medida, en los cuales se instaló posteriormente el equipo registrador de demanda.

### **2.3.3 Tercera fase: Evaluación de los resultados y desarrollo del Informe Técnico**

Luego de los trabajos de campo se procedió a ejecutar el trabajo de gabinete interpretándose los resultados obtenidos en la fase anterior, asimismo se elaboraron curvas y efectuaron cálculos que permitieron conocer las condiciones operativas actuales y recomendar las acciones pertinentes a mejorar la infraestructura eléctrica existente, haciéndola más segura, con menor nivel de pérdidas y mejor confiabilidad.

Como resultado final, se identificaron y priorizaron las mejoras a implementar, desde el punto de vista de la inversión y el beneficio – costo esperado.

## **2.4 Medición y registro de los parámetros eléctricos**

Con la finalidad de obtener datos reales de los parámetros de consumo de energía eléctrica se ha utilizado, un Analizador de Redes Portatil marca Circutor modelo AR4-M, que mide, calcula y guarda en memoria los principales parámetros eléctricos. El equipo fue programado para registrar eventos cada 15 minutos, durante 24 horas en un día de producción habitual, correspondiendo éste al Martes 12 de Junio de 1995, habiéndose efectuado mediciones en la toma general ó alimentador principal.

Los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros N° 2.1 y N° 2.2.

## **2.5 Análisis y evaluación de los registros**

La data registrada ha sido procesada y graficando los valores instantáneos en el tiempo se ha obtenido el Diagrama de Carga Representativo, mostrado en el Gráfico N° 2.1.

Del análisis de los valores registrados y el Diagrama de Carga Representativo, se observa que habitualmente la mayor carga se produce entre las 14.00 y 18.00 horas, manteniéndose también una carga significativa (60% del valor pico) entre las 9.00 y 14.00 horas así como entre las 18.00 y 20.00 horas, fuera de estos horarios el consumo se reduce hasta entre un 40% y 20%, aproximadamente. La Máxima Demanda registrada durante el período de evaluación fue de 75.01 kW, habiéndose producido a las 15.00 horas, mientras que el mayor valor de potencia reactiva fue de 31.84 kVAR producido a las 15.30 horas. El mayor requerimiento de potencia aparente fue de 80.66 KVA.

Del cuadro de registro de corrientes se aprecia un significativo desbalance de cargas, hasta en un 21% (8 A.M. fase T), lo cual amerita una mejor distribución de cargas, así como un manejo técnico de los procesos que requieran de máquinas monofásicas, considerando además que los mayores desbalances se producen en los periodos de mayor carga y en el momento de arranque de motores monofásicos.

En el Cuadro N° 2.3 se presenta el resumen de medición de los parámetros eléctricos, donde se aprecia que el nivel de tensión medio (217 V) es ligeramente menor que el valor nominal ( $V_n = 220$  V). El máximo voltaje registrado es de 227 V y el mínimo de 210 V; sin embargo estos valores se encuentran dentro de los límites técnicamente tolerables de regulación de tensión (5%  $V_n$ ).

En el Cuadro N° 2.3, igualmente, se presenta el resultado de los valores medios de potencia, así la demanda media activa es de 37 kW. El factor de carga resultante es de 0,49.

Se aprecia también que el factor de potencia oscila entre 0.77 y 0.94, lo cual, sin ser estos valores críticos, son susceptibles de ser mejorados, reduciéndose así el consumo de energía reactiva.

## **2.6 Determinación del Consumo de Energía y Máxima Demanda**

El consumo de energía se ha proyectado tomando como base el consumo diario registrado y presentado en el Cuadro N° 2.2. Esta proyección es válida si consideramos que el día de toma de registros fue un día representativo de la producción habitual de la planta.

En el Cuadro N° 2.3 se presentan los valores medios proyectados del consumo de energía activa y reactiva; así para el mes de Junio se estima un consumo de 26 641 kWh/mes y 14 355 kVARh/mes.

Las empresas de distribución, según la Ley de Concesiones Eléctricas, deben facturar por energía reactiva solamente el exceso al 30% del consumo de energía activa, por tanto todo consumo que no exceda este porcentaje no tiene cargo alguno. Según se muestra en el Gráfico N° 2.2 la potencia reactiva que requiere la planta es siempre mayor que el porcentaje mencionado de la potencia activa, es decir que el consumo de energía reactiva excede al 30% del consumo de energía activa respectivo.

Según el Gráfico N° 2.3 la energía reactiva es aproximadamente el 53.9% de la energía activa; lo que indica la necesidad de implementar un banco de condensadores que logren reducir este porcentaje a niveles por debajo del 30 % facturable.

Con respecto al consumo de energía diferenciado en horas punta y fuera de punta, según el Gráfico N° 2.4, el 21.5% del consumo total de energía se produce durante las 5 horas consideradas como de punta (18.00 a 23.00 horas), mientras que el 78.5% restante durante las 19 horas del resto del día. Estos porcentajes revelan que si bien el consumo medio en horas punta es mayor que el respectivo en horas fuera de punta, la diferencia no es grande, pudiéndose mediante la implementación de algunas políticas de control y cambios en el consumo de energía habitual, reducir el consumo de energía en horas punta para poder ser calificados como usuarios fuera de punta.



En el Gráfico N° 2.5 se muestra que el 18.6% del consumo de energía reactiva total se da en horas punta y el 81.4% restante durante el resto del día, produciéndose un resultado contrario al ocurrido con las energías activas. Del análisis anterior y el Cuadro N° 2.3 se concluye, como era de esperarse, que la mayor incidencia del consumo de energía reactiva con respecto a la activa se produce en períodos de baja carga.

Finalmente, puede inferirse que la Máxima Demanda diaria de la planta del Laboratorio COFANA S.A. es de 75 kW y se produce entre las 12.00 y 18.00 horas. La Máxima Demanda en horas punta es de 59 kW.

## **2.7 Análisis y determinación de la opción tarifaria óptima**

### **2.7.1 Calificación del consumo según Res. 010-93 P / CTE.**

Según la Res. 010-93 P / CTE del Comité de Tarifas Eléctricas, el consumo es calificado como “de punta”, cuando el cociente entre la demanda media del cliente en horas de punta y su demanda máxima resulta mayor o igual a 0,5; en caso contrario el suministro es calificado como “fuera de punta”.

El índice o factor de calificación calculado según el procedimiento referido y presentado en el Cuadro N° 2.4.3, es de 0.508. Si bien, según este valor, Laboratorio COFANA es considerado como usuario presente en punta, el valor ligeramente superior a 0.5 implica la posibilidad que Laboratorio COFANA mediante un programa de reducción de consumo de energía en horas punta, puede con el tiempo ser considerado como usuario fuera de punta.

Para que el suministro sea considerado como fuera de punta, deberá asegurarse una reducción de la demanda media en horas punta como mínimo en un 5% durante un lapso de 12 meses.

### **2.7.2 Simulación de facturaciones y determinación de opción tarifaria óptima**

La selección de la opción tarifaria óptima a contratar para COFANA S.A., se ha efectuado mediante una simulación y comparación económica de facturaciones, con los resultados obtenidos en el Cuadro N° 2.3.

La simulación de facturación para las opciones en baja tensión se muestra en el Cuadro N° 2.5, mientras que la simulación para las opciones en media tensión se presenta en el Cuadro N° 2.6.

De la comparación de resultados obtenidos y mostrados en los Cuadros N° 2.7 y N° 2.8; así como del análisis de sensibilidad efectuado, se concluye que la opción tarifaria más favorable sería:

- a) En caso de ser factible una reducción del consumo de energía en horas punta hasta en un 5% y poder mantener este nivel por el resto del año, permitiendo obtener una recalificación como usuario fuera de punta, la opción óptima a contratar sería la "MT3 con calificación como usuario fuera de punta".
- b) De no ser factible una recalificación, la opción tarifaria óptima a contratar será la "MT2".
- c) Del análisis de sensibilidad efectuado, se concluye que la opción óptima será la "MT2", independientemente de la calificación como usuario, si es que

se logra reducir la potencia media en horas punta en un 17% como mínimo, lo que equivale a reducir 10 kW en la demanda en horas punta actual.

Para todos los casos se requiere la instalación, por parte de COFANA S.A., de una Subestación Aérea Biposte con un transformador trifásico de 160 KVA y de un puesto de medición en M.T. tipo intemperie con un medidor de energía y potencia electrónico.

## **2.8 Proyección del consumo de energía eléctrica**

El crecimiento del consumo de energía eléctrica en una instalación se debe básicamente a dos factores: el crecimiento de la potencia instalada, como producto del crecimiento físico de las instalaciones de la planta; y el incremento de la producción habitual de la planta.

El primer factor incide fundamentalmente en el aumento de la máxima demanda y se produce una o dos veces a lo más dentro de un periodo de estudio habitual de 15 años, de acuerdo a las exigencias del mercado y las decisiones de inversión de la Gerencia; por lo cual este factor resulta poco predecible. Considerando que COFANA ya experimentó el incremento sustancial de su potencia instalada en los últimos años y que su actual ambiente físico resulta suficiente para su producción habitual, este factor no será tomado en cuenta para la proyección de la carga.

El incremento de la producción de una industria, si no se manejan datos confiables, puede considerarse similar al crecimiento del PBI del sector; así para el crecimiento del consumo de energía de la planta de Laboratorio COFANA se considerará un 4.0 % como tasa de crecimiento anual.

El resultado de la proyección del consumo de energía y potencia, para un periodo de estudio de 15 años, se presenta en el Cuadro N° 2.9.

## **2.9 Conclusiones y recomendaciones**

El consumo de energía eléctrica habitual de la planta de Laboratorio COFANA corresponde al de un “usuario en horas punta”; sin embargo la recalificación como “usuario fuera de punta” es factible ya que el índice de calificación resultante de 0,508 es ligeramente superior a 0,5.

Sin embargo, para no interferir en el proceso de producción habitual del laboratorio se recomienda considerar como opción tarifaria óptima a contratar la tarifa “MT2”, que va a generar un ahorro anual estimado en US\$ 14887. Para este propósito Laboratorio COFANA deberá invertir en la instalación de la S.A.B. de 160 KVA y el PMI con el medidor electrónico respectivo.

Debido a que la contratación de la opción tarifaria con las empresas eléctricas es anual y por el sistema de facturación de máxima demanda empleado, consistente en facturar como valor de máxima demanda el promedio de las dos mayores demandas máximas registradas en los últimos doce meses, incluido el mes que se factura; es que los beneficios debido al cambio de tarifa y las políticas optimización de consumo, se verán recién a partir de los doce meses subsiguientes al cambio de tarifa y reducción de consumo.

Respecto al consumo de energía reactiva, y a efectos de eliminar costos por este concepto, se recomienda la implementación de un sistema de compensación de energía reactiva (Banco de Condensadores

Automático) de 30 kVAr, con reserva para futuras ampliaciones. Esta acción generará, según el cuadro de simulación de tarifas, un ahorro anual estimado en 2489,09 S/. ( US \$ 961,04). Este beneficio es al mes de la instalación del sistema de compensación reactiva.

La evaluación económica de las implementaciones recomendadas se presenta en el Capítulo III.

**CUADRO N° 2.1**  
**REGISTRO DE PARAMETROS ELECTRICOS**  
**MEDICIONES EN EL ALIMENTADOR PRINCIPAL**  
**CUADRO DE CORRIENTES POR FASE**

FECHA : MARTES 12/06/95.

Hora	Voltage Medio (V)	Corriente			Factor de Potencia
		R	S	T	
		(A)	(A)	(A)	
0:00	224.1	96	97	96	0.90
0:15	222.1	90	90	90	0.91
0:30	223.6	96	96	94	0.91
0:45	222.0	86	78	78	0.88
1:00	224.6	83	71	72	0.86
1:15	227.1	65	62	55	0.88
1:30	223.8	80	65	73	0.89
1:45	221.4	67	58	60	0.90
2:00	224.0	67	63	58	0.88
2:15	223.8	77	62	71	0.89
2:30	224.0	73	63	67	0.88
2:45	224.2	68	65	61	0.86
3:00	221.7	79	64	73	0.89
3:15	225.0	66	56	60	0.90
3:30	220.3	58	56	53	0.89
3:45	223.8	67	52	63	0.91
4:00	222.4	63	53	58	0.91
4:15	222.3	55	52	49	0.90
4:30	225.0	65	52	51	0.91
4:45	223.7	63	52	58	0.91
5:00	220.9	60	57	52	0.89
5:15	219.3	72	57	66	0.89
5:30	218.8	74	63	67	0.87
5:45	219.3	68	62	59	0.86
6:00	220.5	77	62	68	0.87
6:15	219.2	73	64	63	0.87
6:30	217.9	65	63	55	0.86
6:45	218.8	67	55	59	0.90
7:00	214.1	67	60	57	0.87
7:15	213.1	51	45	47	0.81
7:30	214.1	63	49	60	0.83
7:45	214.2	91	77	76	0.81
8:00	212.2	87	76	58	0.79
8:15	213.1	106	85	85	0.81
8:30	211.8	107	86	80	0.77
8:45	211.5	119	103	86	0.82

**CUADRO N° 2.1**  
**REGISTRO DE PARAMETROS ELECTRICOS**  
**MEDICIONES EN EL ALIMENTADOR PRINCIPAL**  
**CUADRO DE CORRIENTES POR FASE**

FECHA : MARTES 12/06/95.

Hora	Voltage Medio (V)	Corriente			Factor de Potencia
		R	S	T	
		(A)	(A)	(A)	
9:00	213.3	152	126	121	0.85
9:15	213.2	166	143	129	0.85
9:30	214.6	175	157	131	0.87
9:45	217.5	172	149	137	0.85
10:00	214.6	152	135	124	0.84
10:15	213.9	135	128	99	0.82
10:30	211.6	139	124	113	0.84
10:45	211.0	155	144	126	0.86
11:00	210.5	157	152	117	0.83
11:15	212.0	141	133	108	0.82
11:30	213.0	133	122	97	0.80
11:45	213.4	150	127	122	0.85
12:00	214.5	181	135	169	0.89
12:15	215.4	187	136	174	0.89
12:30	216.8	173	135	159	0.87
12:45	214.8	172	140	155	0.87
13:00	213.2	172	138	156	0.87
13:15	212.0	165	132	148	0.86
13:30	215.2	176	131	166	0.85
13:45	214.3	183	135	175	0.86
14:00	213.6	179	140	157	0.85
14:15	215.1	228	172	200	0.92
14:30	214.6	236	184	210	0.93
14:45	213.9	223	171	198	0.91
15:00	210.4	248	211	205	0.93
15:15	215.7	180	160	153	0.87
15:30	217.3	170	152	133	0.83
15:45	215.7	171	167	144	0.89
16:00	216.9	201	191	185	0.92
16:15	215.2	196	184	181	0.93
16:30	218.3	159	129	130	0.84
16:45	221.0	163	134	135	0.84
17:00	221.4	182	159	153	0.88
17:15	218.2	141	123	106	0.81
17:30	219.1	139	118	110	0.82
17:45	218.0	203	182	169	0.90

**CUADRO N° 2.1**  
**REGISTRO DE PARAMETROS ELECTRICOS**  
**MEDICIONES EN EL ALIMENTADOR PRINCIPAL**  
**CUADRO DE CORRIENTES POR FASE**

FECHA : MARTES 12/06/95.

Hora	Voltage Medio (V)	Corriente			Factor de Potencia
		R	S	T	
		(A)	(A)	(A)	
18:00	216.9	157	146	127	0.86
18:15	218.6	116	94	88	0.84
18:30	213.8	115	86	90	0.86
18:45	213.3	137	122	110	0.88
19:00	211.9	167	154	142	0.90
19:15	212.3	165	142	142	0.89
19:30	210.7	146	124	114	0.86
19:45	213.8	158	150	141	0.92
20:00	215.0	148	138	138	0.92
20:15	216.0	174	167	164	0.94
20:30	216.1	124	120	119	0.90
20:45	219.8	101	101	104	0.91
21:00	217.9	95	97	99	0.91
21:15	214.5	88	90	90	0.93
21:30	214.8	84	87	89	0.93
21:45	217.6	82	86	88	0.93
22:00	217.6	84	84	93	0.93
22:15	217.1	97	96	99	0.91
22:30	217.3	100	94	101	0.90
22:45	218.5	94	89	96	0.91
23:00	221.2	89	88	91	0.92
23:15	222.4	97	95	96	0.91
23:30	224.1	97	94	92	0.90
23:45	224.1	100	99	95	0.90



**CUADRO N° 2.2**  
**REGISTRO DE PARAMETROS ELECTRICOS**  
**MEDICIONES EN EL ALIMENTADOR PRINCIPAL**  
**CUADRO DE POTENCIAS**

FECHA : MARTES 12/06/95.

Hora	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (KVAR)	Potencia Aparente (KVA)	Energía Activa (KWh)	Energía Reactiva (KVARh)
0:00	33.65	16.30	37.39	8.41	4.07
0:15	31.51	14.35	34.62	16.29	7.66
0:30	33.60	15.31	36.92	24.69	11.49
0:45	27.30	14.73	31.02	31.51	15.17
1:00	25.20	14.95	29.31	37.81	18.91
1:15	21.00	11.33	23.86	43.06	21.75
1:30	25.07	12.84	28.17	49.33	24.96
1:45	21.28	10.31	23.65	54.65	27.53
2:00	21.40	11.55	24.31	60.00	30.42
2:15	24.15	12.37	27.13	66.04	33.51
2:30	23.10	12.47	26.25	71.81	36.63
2:45	21.60	12.81	25.11	77.21	39.83
3:00	24.61	12.61	27.65	83.36	42.99
3:15	21.28	10.31	23.64	88.68	45.56
3:30	18.90	9.68	21.24	93.41	47.98
3:45	21.40	9.75	23.52	98.76	50.42
4:00	20.33	9.26	22.34	103.84	52.74
4:15	18.02	8.73	20.02	108.35	54.92
4:30	19.86	9.05	21.82	113.31	57.18
4:45	20.33	9.26	22.34	118.40	59.50
5:00	19.18	9.83	21.55	123.19	61.95
5:15	21.97	11.26	24.69	128.69	64.77
5:30	22.42	12.71	25.77	134.29	67.94
5:45	20.58	12.21	23.93	139.44	71.00
6:00	22.93	12.99	26.35	145.17	74.25
6:15	22.02	12.48	25.31	150.67	77.37
6:30	19.80	11.75	23.02	155.62	80.30
6:45	20.58	9.97	22.86	160.77	82.79
7:00	19.79	11.21	22.74	165.71	85.60
7:15	14.25	10.32	17.59	169.28	88.18
7:30	17.65	11.86	21.26	173.69	91.14
7:45	24.44	17.70	30.18	179.80	95.57
8:00	21.39	16.60	27.08	185.15	99.72
8:15	27.51	19.91	33.96	192.02	104.69
8:30	25.71	21.30	33.38	198.45	110.02
8:45	30.84	21.53	37.61	206.16	115.40

**CUADRO N° 2.2**  
**REGISTRO DE PARAMETROS ELECTRICOS**  
**MEDICIONES EN EL ALIMENTADOR PRINCIPAL**  
**CUADRO DE POTENCIAS**

FECHA : MARTES 12/06/95.

Hora	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (KVAR)	Potencia Aparente (KVA)	Energía Activa (KWh)	Energía Reactiva (KVARh)
9:00	41.77	25.88	49.14	216.60	121.87
9:15	45.83	28.40	53.91	228.06	128.97
9:30	49.91	28.28	57.37	240.53	136.04
9:45	48.89	30.30	57.51	252.75	143.62
10:00	42.78	27.63	50.92	263.45	150.52
10:15	36.66	25.59	44.71	272.61	156.92
10:30	38.59	24.92	45.93	282.26	163.15
10:45	44.53	26.42	51.77	293.39	169.76
11:00	42.97	28.88	51.77	304.13	176.98
11:15	38.34	26.76	46.76	313.72	183.67
11:30	34.63	25.97	43.29	322.38	190.16
11:45	41.79	25.90	49.16	332.82	196.63
12:00	53.46	27.39	60.06	346.19	203.48
12:15	55.01	28.18	61.81	359.94	210.53
12:30	50.86	28.82	58.45	372.65	217.73
12:45	50.39	28.56	57.91	385.25	224.87
13:00	49.90	28.28	57.36	397.72	231.94
13:15	46.84	27.79	54.47	409.44	238.89
13:30	49.95	30.96	58.77	421.92	246.63
13:45	52.46	31.13	61.00	435.04	254.41
14:00	49.90	30.92	58.70	447.51	262.14
14:15	68.55	29.20	74.51	464.65	269.44
14:30	72.59	28.69	78.06	482.80	276.61
14:45	66.53	30.31	73.11	499.43	284.19
15:00	75.01	29.65	80.66	518.18	291.60
15:15	53.41	30.27	61.40	531.54	299.17
15:30	47.38	31.84	57.08	543.38	307.13
15:45	53.42	27.37	60.03	556.74	313.97
16:00	66.48	28.32	72.26	573.36	321.05
16:15	64.82	25.62	69.70	589.56	327.46
16:30	44.25	28.59	52.68	600.63	334.61
16:45	46.30	29.91	55.12	612.20	342.08
17:00	55.57	29.99	63.15	626.09	349.58
17:15	37.76	27.33	46.61	635.53	356.41
17:30	38.07	26.57	46.42	645.05	363.06
17:45	62.75	30.39	69.73	660.74	370.66

**CUADRO N° 2.2**  
**REGISTRO DE PARAMETROS ELECTRICOS**  
**MEDICIONES EN EL ALIMENTADOR PRINCIPAL**  
**CUADRO DE POTENCIAS**

FECHA : MARTES 12/06/95.

Hora	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (KVAR)	Potencia Aparente (KVA)	Energía Activa (KWh)	Energía Reactiva (KVARh)
18:00	46.31	27.48	53.85	672.31	377.52
18:15	31.59	20.41	37.61	680.21	382.63
18:30	30.89	18.33	35.92	687.94	387.21
18:45	39.99	21.58	45.44	697.93	392.60
19:00	50.98	24.69	56.64	710.68	398.78
19:15	48.98	25.09	55.03	722.92	405.05
19:30	40.17	23.84	46.71	732.97	411.01
19:45	50.99	21.72	55.42	745.71	416.44
20:00	48.42	20.63	52.63	757.82	421.60
20:15	59.20	21.49	62.98	772.62	426.97
20:30	40.76	19.74	45.29	782.81	431.90
20:45	35.34	16.10	38.83	791.64	435.93
21:00	33.31	15.18	36.61	799.97	439.72
21:15	30.87	12.20	33.19	807.69	442.77
21:30	29.99	11.85	32.24	815.19	445.74
21:45	29.91	11.82	32.16	822.66	448.69
22:00	30.49	12.05	32.79	830.29	451.70
22:15	33.31	15.17	36.60	838.61	455.50
22:30	33.31	16.13	37.01	846.94	459.53
22:45	32.03	14.59	35.20	854.95	463.18
23:00	31.49	13.41	34.23	862.82	466.53
23:15	33.65	15.33	36.98	871.23	470.37
23:30	32.95	15.96	36.62	879.47	474.36
23:45	34.24	16.58	38.04	888.03	478.50

**CUADRO N° 2.3**  
**RESUMEN DE MEDICION DE PARAMETROS DEL CONSUMO**  
**ELECTRICO DEL LOCAL DE LABORATORIO COFANA S.A.**

PARAMETRO	H. F.P.	H. P.	TOTAL
MAXIMA DEMANDA (kW)	75.01	59.20	75.01
MINIMA DEMANDA (kW)	14.25	29.91	14.25
DEMANDA PROMEDIO (kW)	36.71	38.10	37.00
MAXIMA POT. REACTIVA (kVAR)	31.84	27.48	31.84
MINIMA POT. REACTIVA (kVAR)	8.73	11.82	8.73
POT. REACTIVA MEDIA (kVAR)	20.50	17.80	19.94
MAXIMA POT. APARENT (kVA)	80.66	62.98	80.66
MINIMA POT. APARENT (kVA)	17.59	32.16	17.59
POT. ACTIVA APARENT (kVA)	42.16	42.13	42.16
FACTOR DE CARGA	0.49	0.64	0.49
VOLTAGE MAXIMO (V)	227.10	219.80	227.10
VOLTAGE MINIMO (V)	210.40	210.70	210.40
VOLTAGE MEDIO (V)	217.82	215.89	217.42
F. P. MAXIMO	0.93	0.94	0.94
F. P. MINIMO	0.77	0.84	0.77
F. P. PROMEDIO	0.87	0.90	0.88
ENERGIA ACTIVA (KWh/mes)	20926	5715	26641
ENERGIA REACTIVA (KVARh/mes)	11685	2670	14355
FACTOR DE CALIFICACION (D. Media HP/ Max. D)			0.508

**CUADRO N° 2.4**  
**RESUMEN FACTURACION DE MAXIMA DEMANDA COFANA S.A.**

USUARIO : COFANA S.A.  
SUMINISTRO : 133585  
POT. LIMITE : 60 Kw  
TARIFA : BT4 A

<b>MES</b>	<b>LECTURA KW</b>	<b>1 MAYOR KW</b>	<b>2 MAYOR KW</b>	<b>FACTURADO KW</b>
<b>Sep-94</b>	24.0 (a)	24.0		24.0
<b>Oct-94</b>	88.8 (a)	88.8	24.0	56.4
<b>Nov-94</b>	83.6 (a)	88.8	83.6	86.2
<b>Dic-94</b>	87.6 (a)	88.8	87.6	88.2
<b>Ene-95</b>	83.2 (a)	88.8	87.6	88.2
<b>Feb-95</b>	84.0 (a)	88.8	87.6	88.2
<b>Mar-95</b>	40.0 (a)	88.8	87.6	88.2
<b>Abr-95</b>	60.0 (a)	88.8	87.6	88.2
<b>May-95</b>	60.0 (a)	88.8	87.6	88.2
<b>Jun-95</b>	75.0 (b)	88.8	87.6	88.2
<b>Jul-95</b>	75.0 (c)	88.8	87.6	88.2
<b>Ago-95</b>	75.0 (c)	88.8	87.6	88.2
<b>Sep-95</b>	75.0 (c)	88.8	87.6	88.2
<b>Oct-95</b>	75.0 (c)	87.6	84.0	85.8
<b>Nov-95</b>	75.0 (c)	87.6	84.0	85.8
<b>Dic-95</b>	75.0 (c)	84.0	83.2	83.6
<b>Ene-96</b>	75.0 (c)	84.0	75.0	79.5

Nota:

- (a) : Valor asumido por EDELNOR S.A.  
(b) : Valor registrado Estudio de Demanda.  
(c) : Valor proyectado.

**CUADRO N° 2.5**  
**SIMULACION DE FACTURACION: ALTERNATIVAS TARIFARIAS EN BAJA TENSION**

CONCEPTO		OPCION TARIFARIA				
		BT4 - PP	BT4 - FP	BT3 - PP	BT3 - FP	BT2
Cargo fijo mensual	(S/.)	2.80	2.80	2.80	2.80	4.12
Cargo por energía activa	P. Unit. (Ctv.S/ / kWh) Consumo Regis. (kWh) Cons. Facturado (kWh) Importe (S/.)	10.15 26641 26641 2704.06	10.15 26641 26641 2704.06	No  Corresponde	No  Corresponde	No  Corresponde
Cargo por energía activa en H.P.	P. Unit. (Ctv.S/ / kWh) Consumo Regis. (kWh) Cons. Facturado (kWh) Importe (S/.)	No  Corresponde	No  Corresponde	16.85 5715 5715 962.98	16.85 5715 5715 962.98	16.85 5715 5715 962.98
Cargo por energía activa en H.F.P.	P. Unit. (Ctv.S/ / kWh) Consumo Regis. (kWh) Cons. Facturado (kWh) Importe (S/.)	No  Corresponde	No  Corresponde	7.97 20926 20926 1667.80	7.97 20926 20926 1667.80	7.97 20926 20926 1667.80
Cargo por potencia contratada ó máxima demanda leída. (Para BT2 se considera solo en H.P.)	P. Unit. (S/ / kW - mes) Consumo (kW) Facturado (kW) Importe (S/.)	46.56 75.01 88.20 4106.59	37.59 75.01 88.20 3315.44	46.56 75.01 88.20 4106.59	37.59 75.01 88.20 3315.44	53.55 59.20 59.20 3170.09
Cargo por exceso de potencia en H.F.P.	P. Unit. (S/ / kW - mes) Consumo (kW) Facturado (kW) Importe (S/.)	No  Corresponde	No  Corresponde	No  Corresponde	No  Corresponde	23.76 75.01 15.81 375.75
Cargo por energía reactiva	P. Unit. (Ctv. S/ / kVAR Consumo (kVARh) Facturado (kVARh) Importe (S/.)	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42
<b>Sub - Total</b>	<b>( S/.)</b>	<b>7020.88</b>	<b>6229.72</b>	<b>6947.60</b>	<b>6156.44</b>	<b>6388.16</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>( S/.)</b>	<b>1263.76</b>	<b>1121.35</b>	<b>1250.57</b>	<b>1108.16</b>	<b>1149.87</b>
<b>Total Facturado</b>	<b>( S/.)</b>	<b>8284.64</b>	<b>7351.07</b>	<b>8198.16</b>	<b>7264.60</b>	<b>7538.03</b>

**CUADRO N° 2.6**  
**SIMULACION DE FACTURACION: ALTERNATIVAS TARIFARIAS EN MEDIA TENSION**

CONCEPTO		OPCION TARIFARIA				
		MT4 - PP	MT4 - FP	MT3 - PP	MT3 - FP	MT2
Cargo fijo mensual	(S/.)	2.80	2.80	2.80	2.80	4.12
Cargo por energía activa	P. Unit. (Ctv.S/ / kWh) Consumo Regis. (kWh) Cons. Facturado (kWh) Importe (S/.)	8.78 26641 26641 2339.08	8.78 26641 26641 2339.08	No  Corresponde	No  Corresponde	No  Corresponde
Cargo por energía activa en H.P.	P. Unit. (Ctv.S/ / kWh) Consumo Regis. (kWh) Cons. Facturado (kWh) Importe (S/.)	No  Corresponde	No  Corresponde	14.58 5715 5715 833.25	14.58 5715 5715 833.25	14.58 5715 5715 833.25
Cargo por energía activa en H.F.P.	P. Unit. (Ctv.S/ / kWh) Consumo Regis. (kWh) Cons. Facturado (kWh) Importe (S/.)	No  Corresponde	No  Corresponde	6.89 20926 20926 1441.80	6.89 20926 20926 1441.80	6.89 20926 20926 1441.80
Cargo por potencia contratada ó máxima demanda leída. (Para MT2 se considera solo en H.P.)	P. Unit. (S/ / kW - mes) Consumo (kW) Facturado (kW) Importe (S/.)	22.94 75.01 88.20 2023.31	18.23 75.01 88.20 1607.89	22.94 75.01 88.20 2023.31	18.23 75.01 88.20 1607.89	28.66 59.20 59.20 1696.64
Cargo por exceso de potencia en H.F.P.	P. Unit. (S/ / kW - mes) Consumo (kW) Facturado (kW) Importe (S/.)	No  Corresponde	No  Corresponde	No  Corresponde	No  Corresponde	7.25 75.01 15.81 114.65
Cargo por energía reactiva	P. Unit. (Ctv. S/ / kVARh) Consumo (kVARh) Facturado (kVARh) Importe (S/.)	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42	3.26 14355 6363 207.42
<b>Sub - Total</b>	( S/.)	<b>4572.61</b>	<b>4157.19</b>	<b>4508.58</b>	<b>4093.16</b>	<b>4297.88</b>
<b>IGV (18%)</b>	( S/.)	<b>823.07</b>	<b>748.29</b>	<b>811.54</b>	<b>736.77</b>	<b>773.62</b>
<b>Total Facturado</b>	( S/.)	<b>5395.68</b>	<b>4905.48</b>	<b>5320.12</b>	<b>4829.93</b>	<b>5071.50</b>

**CUADRO N° 2.7**  
**RESUMEN DE FACTURACIONES MEDIAS Y AHORRO PROYECTADO**  
**SUMINISTRO EN BAJA TENSION**

OPCION TARIFARIA	FACT. MENSUAL ( S/. / Mes )	FACT. MENSUAL ( US\$ / Mes ) *	FACT. ANUAL ( US\$ / AÑO ) *	AHORRO ESTIM. ( US\$ / AÑO ) **
BT4 - PP	8,284.64	3,198.70	38,384.41	-
BT4 - FP	7,351.07	2,838.25	34,059.03	4,325.38
BT3 - PP	8,198.16	3,165.31	37,983.77	400.64
BT3 - FP	7,264.60	2,804.87	33,658.38	4,726.03
BT2	7,538.03	2,910.44	34,925.24	3,459.18

\* : Tasa de cambio = 2,59 S/. por US\$.

\*\* : Con respecto a la opción tarifaria actual BT4-PP.

**CUADRO N° 2.8**  
**RESUMEN DE FACTURACIONES MEDIAS Y AHORRO PROYECTADO**  
**SUMINISTRO EN MEDIA TENSION**

OPCION TARIFARIA	FACT. MENSUAL ( S/. / Mes )	FACT. MENSUAL ( US\$ / Mes ) *	FACT. ANUAL ( US\$ / AÑO ) *	AHORRO ESTIM. ( US\$ / AÑO ) **
MT4 - PP	5,395.68	2,083.27	24,999.30	13,385.11
MT4 - FP	4,905.48	1,894.01	22,728.11	15,656.30
MT3 - PP	5,320.12	2,054.10	24,649.23	13,735.18
MT3 - FP	4,829.93	1,864.84	22,378.04	16,006.37
MT2	5,071.50	1,958.11	23,497.29	14,887.12

\* : Tasa de cambio = 2,59 S/. por US\$.

\*\* : Con respecto a la opción tarifaria actual BT4-PP.

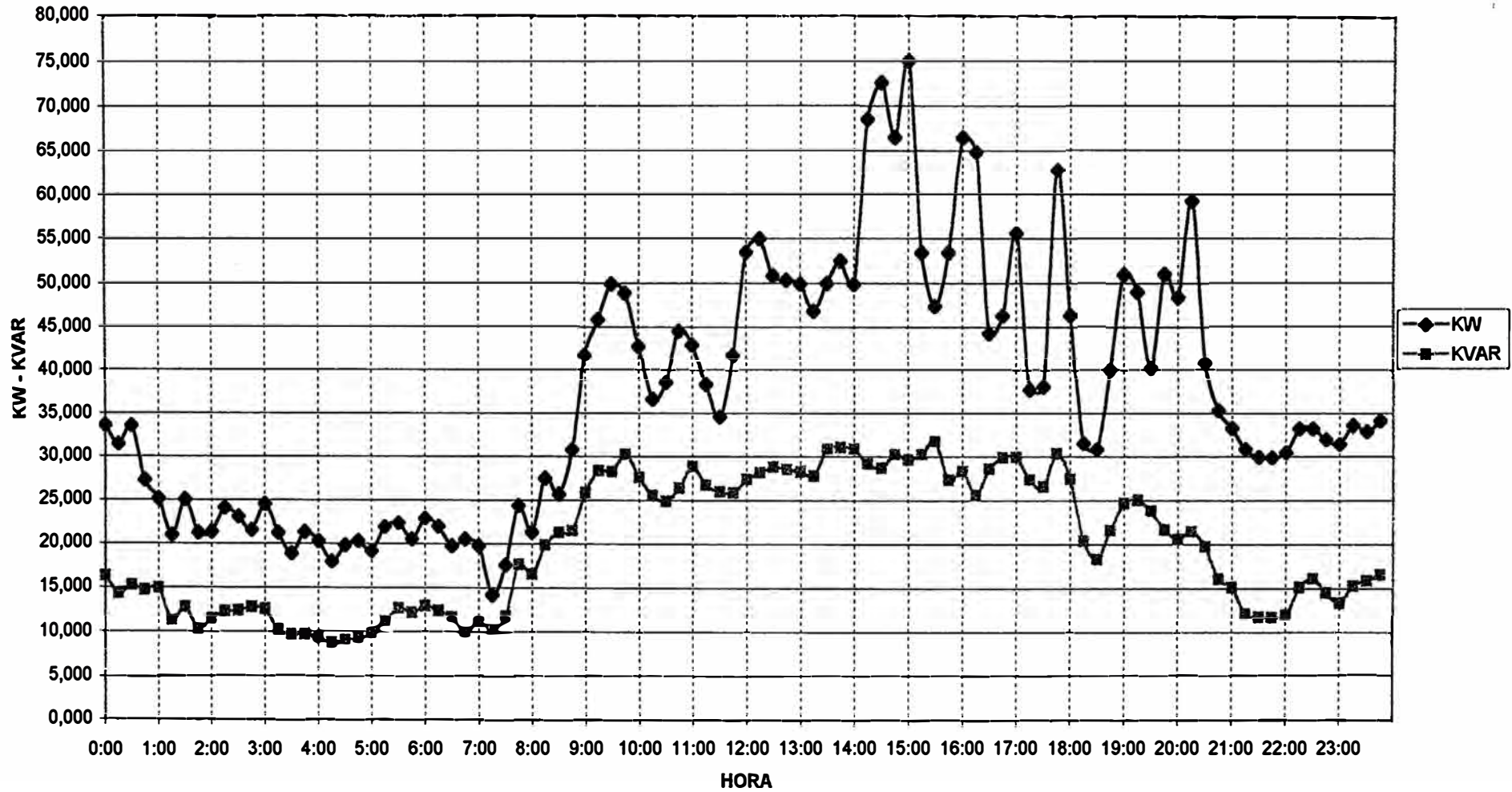


**CUADRO N° 2.9**  
**PROYECCION DE LA DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA DE COFANA S.A.**

<b>AÑO</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
<b>CONSUMO DE ENERGIA MEDIO</b>								
<b>E. ACTIVA (kWh / Mes)</b>	26641	27707	28815	29968	31166	32413	33709	35058
<b>E. REACTIVA (kVARh / Mes)</b>	14355	14929	15526	16147	16793	17465	18164	18890
<b>MAXIMA DEMANDA MEDIA</b>								
<b>MD (Kw)</b>	75.01	78.01	81.13	84.38	87.75	91.26	94.92	98.71
<b>Pot. React. (kVAR)</b>	29.65	30.83	32.07	33.35	34.68	36.07	37.51	39.01
<b>Pot. Apar. (kVA)</b>	80.66	83.89	87.24	90.73	94.36	98.13	102.06	106.14

<b>AÑO</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>CONSUMO DE ENERGIA MEDIO</b>								
<b>E. ACTIVA (kWh / Mes)</b>	36460	37918	39435	41013	42653	44359	46134	47979
<b>E. REACTIVA (kVARh / Mes)</b>	19646	20432	21249	22099	22983	23902	24858	25853
<b>MAXIMA DEMANDA MEDIA</b>								
<b>MD (Kw)</b>	102.66	106.77	111.04	115.48	120.10	124.90	129.90	135.09
<b>Pot. React. (kVAR)</b>	40.57	42.20	43.88	45.64	47.47	49.36	51.34	53.39
<b>Pot. Apar. (kVA)</b>	110.39	114.80	119.40	124.17	129.14	134.30	139.68	145.26

**GRAFICO N° 2.1**  
**DIAGRAMA DE CARGA : LOCAL LABORATORIO COFANA S.A.**



**GRAFICO N° 2.2**  
**DIAGRAMA : EXCESO DE POTENCIA REACTIVA**

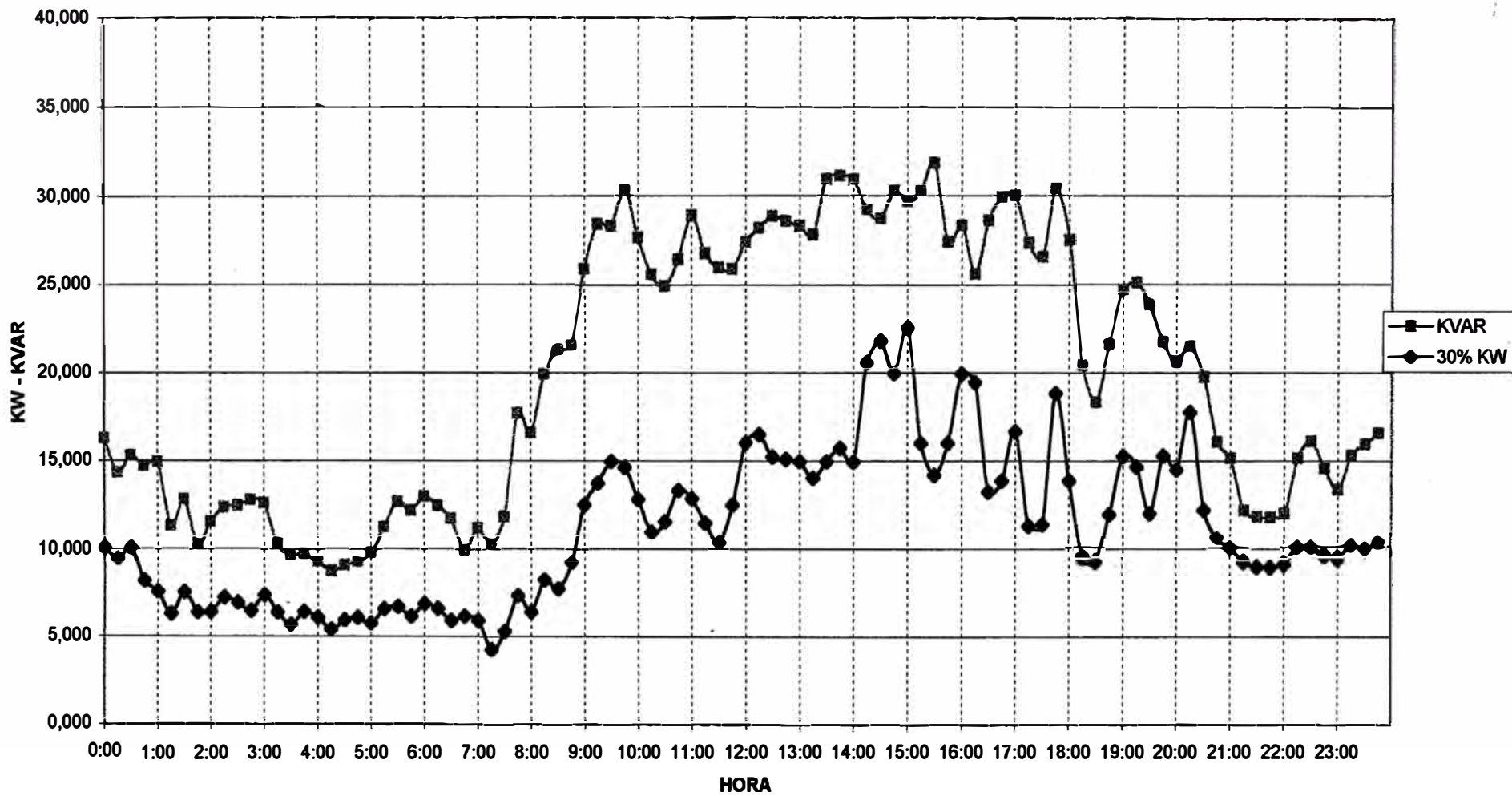
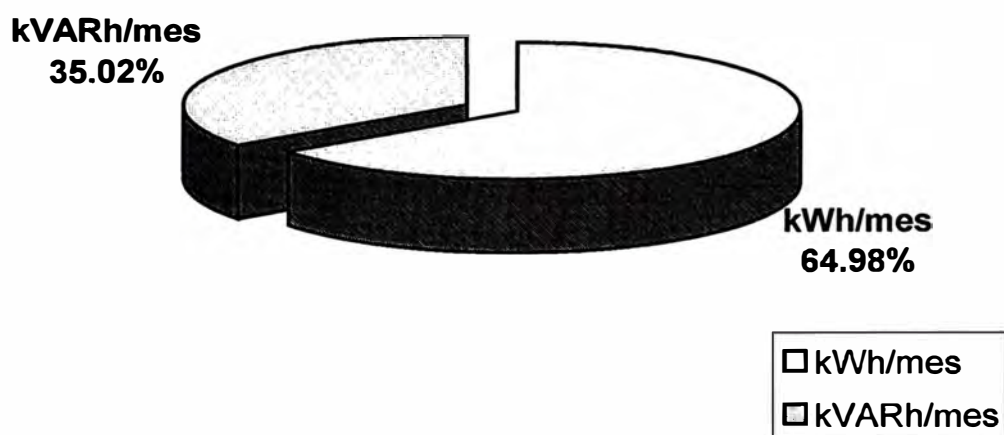
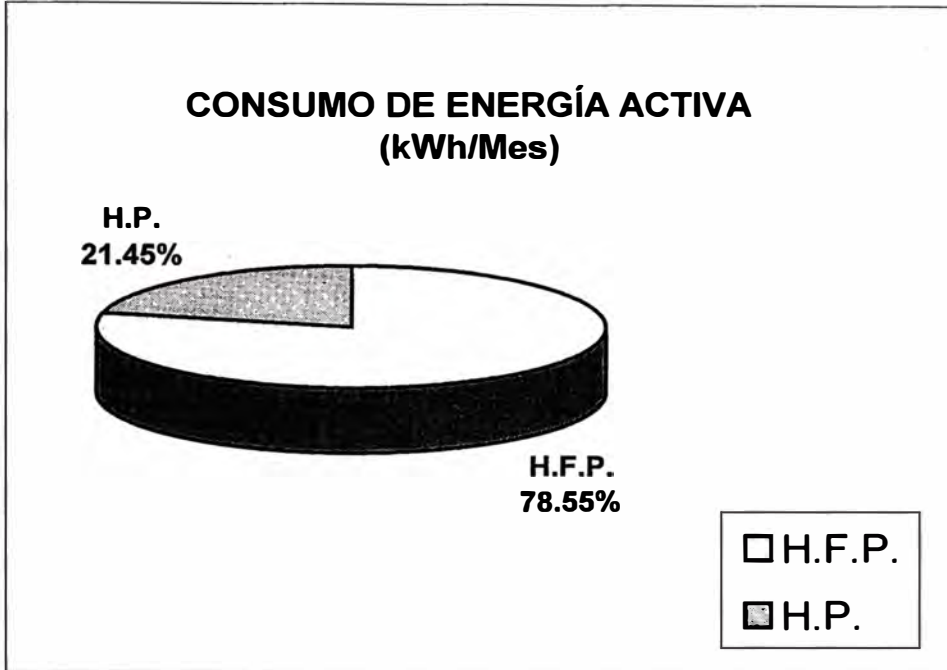


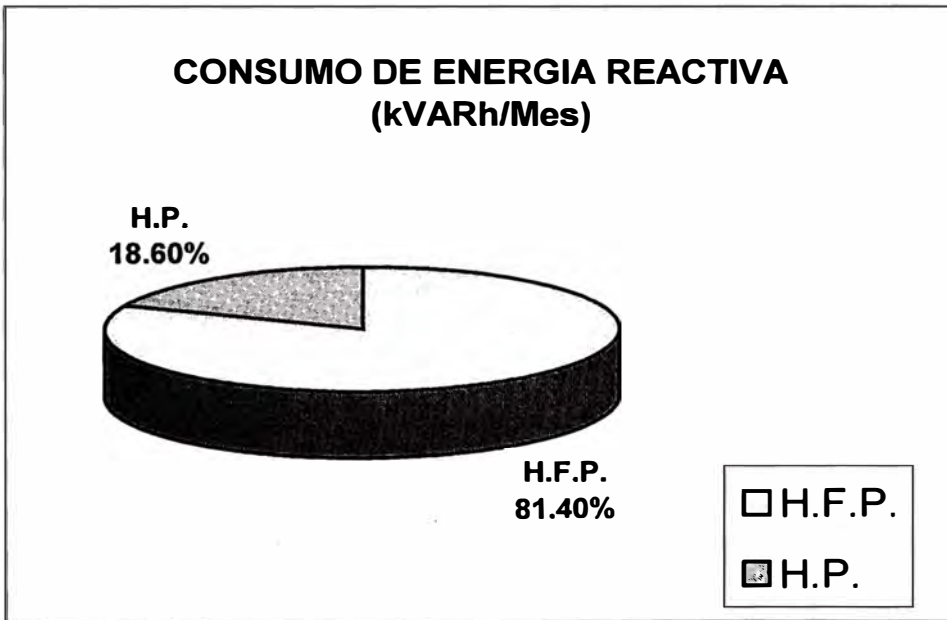
GRAFICO N° 2.3

**COMPARACION DE CONSUMOS DE ENERGIA  
ACTIVA Y REACTIVA**

**GRAFICO N° 2.4**



**GRAFICO N° 2.5**



### **CAPITULO III**

## **EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS DE PROYECTOS DE INVERSION PARA LA REDUCCION DE COSTOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA**

### **3.1 Alternativas de Proyectos de Inversión**

Del análisis realizado en el capítulo anterior correspondiente al consumo de energía eléctrica de la planta de Laboratorio COFANA, se desprenden claramente dos alternativas de Proyectos de Inversión para reducir costos por concepto de consumo de energía eléctrica:

- a) Cambio del Suministro en Baja Tensión existente por uno en Media Tensión a 10 KV.
- b) Implementación de un Sistema de Compensación Reactiva para anular cargos por consumo de energía reactiva.

### **3.2 Suministro de energía en media tensión**

El presente proyecto de inversión consiste en cambiar el actual suministro en baja tensión por uno a 10 KV, fundamentado en la magnitud de la carga y sobre todo en la reducción de costos por energía y potencia, ya

- que los costos unitarios en media tensión son inferiores a sus homólogos en baja tensión.

Para implementar este proyecto se requiere de la instalación de una Subestación Aérea Biposte con un transformador trifásico de 160 KVA y un Puesto de Medición Aérea Tipo Intemperie con un medidor de energía

electrónico. El dimensionamiento del resto de materiales y equipos se ha efectuado, de acuerdo a las Normas vigentes y aplicadas por la empresa distribuidora EDELNOR S.A.

El monto de inversión requerida es de US\$ 19 446.23 que incluye suministro de materiales, montaje electromecánico y transporte, según el presupuesto presentado en el Cuadro N° 3.1. En la elaboración de este presupuesto se ha considerado precios unitarios de mercado expresados en dólares americanos.

Para la evaluación económica de este proyecto se ha considerado los parámetros de evaluación señalados en el Cuadro N° 3.2 y un periodo de vida útil de la Subestación de 25 años.

- El beneficio es el ahorro anual en la facturación de energía y potencia, debido al cambio de tarifa y cambio de nivel de tensión del suministro, calculado en el Cuadro N° 2.8. Los costos anuales recurrentes son los de operación y mantenimiento y los correspondientes a las pérdidas de potencia y energía en el transformador.

Además, se ha considerado también un monto por concepto de reforzamiento y/o ampliación de red en media tensión, que la empresa distribuidora suele cobrar al efectuarse el cambio de suministro de baja a media tensión. Este monto se ha estimado en 120 US\$ por kW a contratar, según coordinaciones preliminares con la empresa EDELNOR S.A.

Como resultado de la evaluación económica, mostrada en el Cuadro N° 3.3, se concluye que el proyecto es altamente rentable ya que presenta,

para una tasa de descuento anual de 12%, los siguientes índices de evaluación:

Valor Actual Neto:	VAN =	60 825 US\$
● - Relación Beneficio Costo:	B / C =	3,413
Tasa Interna de Retorno:	TIR =	48,48%
Tiempo de recupero de la inversión:		2 años y medio.

### **3.3 Sistema de compensación reactiva**

Este proyecto de inversión consiste en implementar un Sistema de Compensación Reactiva con el propósito de anular los cargos por concepto de energía reactiva.

Para implementar este proyecto se requiere de la instalación de una batería automática de condensadores, que permitan una compensación centralizada del factor de potencia de las instalaciones de COFANA, a ubicarse en el secundario del transformador de potencia. Existe en el mercado una gran variedad de estos equipos, siendo los más confiables los que se suministran totalmente montados y que requieren para su uso solo una señal de actuación, mediante un transformador de intensidad adecuado para la potencia instalada.

La selección de la potencia del banco de condensadores (30 kVAR), se ha efectuado según el estudio de la evaluación de carga presentado en el capítulo anterior, la máxima demanda proyectada y la capacidad instalada de la planta, resultando lo más conveniente una batería de 3 condensadores de 10 kVAR cada uno, con un programa de trabajo 1:1:1.



El monto de inversión requerido por este proyecto es de US\$ 1 260.00 que incluye suministro, montaje y transporte, según presupuesto presentado en el Cuadro N° 3.4.

Para la evaluación económica de este proyecto se ha considerado los parámetros de evaluación señalados en el Cuadro N° 3.2 y un periodo de vida útil de la batería de 15 años.

El beneficio es el ahorro anual en la facturación de energía reactiva, debido a la mejora del factor de potencia de la instalación. Los costos anuales recurrentes son los correspondientes al mantenimiento y estimado en un 2% del costo de instalación.

Como resultado de la evaluación económica, mostrada en el Cuadro N° 3.5, se establece que el proyecto es rentable, presentando para una tasa de descuento anual de 12%, los siguientes índices de evaluación:

Valor Actual Neto:	VAN =	4 566 US\$
Relación Beneficio Costo:	B / C =	5,121
Tasa Interna de Retorno:	TIR =	74,25%
Tiempo de recupero de la inversión:		1 año y medio.

### **3.4 Conclusiones y recomendaciones**

De la evaluación económica de las dos alternativas de proyectos de inversión, se concluye que ambos resultan rentables, con periodos de recupero de la inversión cortos, menos de 3 y 2 años respectivamente; por lo que se recomienda su implementación, paralelamente con los trabajos de replanteo y adecuación de las instalaciones existentes.

**CUADRO N° 3.1**  
**INVERSION APROXIMADA EN CAMBIO DE SUMINISTRO EN MEDIA TENSION**

PROYECTO : REPLANTEO DE INSTALACIONES ELECTRICAS LABORATORIO COFANA  
 SECCION : COSTO TOTAL (Suministro + Instalación + Transporte) Fecha: Junio-95  
 REFERENCIA : CIUDAD DE LIMA T.C.(S./ US\$)= 2,59

Item	Descripción de Partidas	UNIDAD	COSTO UNIT. US\$	CANTIDAD	SUB-TOTAL US \$
<b>I</b>	<b>SUBESTACION AEREA BIPOSTE 100 KVA</b>				
1,00	<u>SUMINISTRO DE MATERIALES</u>				
1,01	TRANSFORMADOR TRIFASICO 160 KVA	u	4074,00	1,00	4 074,00
1,02	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR CUT OUT	u	100,00	3,00	300,00
1,03	TABLERO DE DISTRIBUCION BT	u	925,00	1,00	925,00
1,04	POSTE DE C.A.C. 13 m - 400 Kg	u	320,00	2,00	840,00
1,05	CRUCETA, TRAVEZAÑO Y PLATAFORMA C.A.	Cjto.	160,00	1,00	160,00
1,06	AISLADORES Y FERRETERIA	Cjto.	180,00	1,00	180,00
1,07	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	u	150,00	2,00	300,00
1,08	CABLES, ACCESORIOS Y OTROS	Cjto.	200,00	1,00	200,00
	SUB - TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				US\$ 6 779,00
2,00	<u>MONTAJE ELECTROMECANICO</u>				
2,01	SUB - TOTAL MONTAJE ELECTROMECANICO		(15% SUM.)	0,15	US\$ 1 016,85
2,00	<u>TRASPORTE DE MATERIALES</u>				
2,01	SUB - TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES		(3 % SUM.)	0,03	US\$ 203,37
	<b>COSTO TOTAL S.A.B. 100 KVA</b>				<b>US\$ 7 999,22</b>
<b>II</b>	<b>PUESTO DE MEDICION TIPO INTEMPERIE</b>				
1,00	<u>SUMINISTRO DE MATERIALES</u>				
1,01	TRANSF. DE CORRIENTE 50/5 A - 10 KV T. EXTERIOR	u	700,00	2,00	1 400,00
1,02	TRANSF. DE TENSION 10/0,1 KV T. EXTERIOR	u	1264,00	2,00	2 528,00
1,03	POSTE DE C.A.C. 13 m - 400 Kg	u	320,00	1,00	320,00
1,04	CRUCETA, PLATAFORMA Y BLOQUE DE C.A.	Cjto.	220,00	1,00	220,00
1,05	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR CUT OUT	u	100,00	3,00	300,00
1,06	TABLERO DE MEDICION CON MEDIDOR ELECTRONICO	Cjto.	1440,00	1,00	1 440,00
1,07	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	u	150,00	2,00	300,00
1,08	FERRETERIA, CONDUCTORES, ACCESORIOS Y OTROS	Cjto.	240,00	1,00	240,00
	SUB - TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				US\$ 6 748,00
2,00	<u>MONTAJE ELECTROMECANICO</u>				
2,01	SUB - TOTAL MONTAJE ELECTROMECANICO		(10% SUM.)	0,10	US\$ 674,80
2,00	<u>TRASPORTE DE MATERIALES</u>				
2,01	SUB - TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES		(2 % SUM.)	0,02	US\$ 134,96
	<b>COSTO TOTAL P.M.I.</b>				<b>US\$ 7 557,76</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (CD)</b>				<b>US\$ 15 556,98</b>
	<b>GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (25 % CD)</b>				<b>US\$ 3 889,25</b>
	<b>COSTO TOTAL GENERAL SIN IMPUESTOS (CT)</b>				<b>US\$ 19 446,23</b>
	<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18 % CT)</b>				<b>US\$ 3 500,32</b>
	<b>COSTO TOTAL APROXIMADO SUMINISTRO EN MEDIA TENSION</b>				<b>US\$ 22 946,55</b>

**CUADRO N° 3.2  
PARAMETROS DE EVALUACION**

ITEM	DESCRIPCION	REFERENCIA	VALOR
1	Período de Estudio	Años : 15 (1995 - 2010)	
2	Unidad Monetaria	US\$ Dólares Americanos	
3	Tipo de cambio	Soles por Dólar a Junio -95	2,59
4	Precios	Precios Constantes, Junio -95	
5	Tasa de Descuento	Anual %	12,00
6	Costo por Pérdidas de Energía	US\$/kWh	0,0339
7	Costo por Pérdidas de Potencia	US\$/kW-Año	84,46

Nota: Los costos por pérdidas de potencia y energía, corresponden al pliego tarifario vigente a Junio 95 y considerado en el Cuadro N° 2.6

**CUADRO N° 3.3**  
**ANALISIS ECONOMICO: BENEFICIO-COSTO**  
**CAMBIO DE SUMINISTRO A MEDIA TENSION**

AÑO	POTENCIA kW	ENERGIA kWh	PERDIDAS		INVERSION /1	COSTOS US\$				INGRESOS	INGRESO NETO US\$
			POTENCIA kW	ENERGIA KWh		PERDIDAS POTENCIA /2	PERDIDAS ENERGIA /2	OPERACIÓN MANTENIM. /3	COSTO TOTAL US\$	AHORRO FACTURACION /4	
1995	75,01	319 692	1,50	6 394	29 046				29 046		-29 046
1996	78,01	332 480	1,56	6 650		132	225	389	746	14 887	14 141
1997	81,13	345 779	1,62	6 916		137	234	389	760	14 887	14 127
1998	84,38	359 610	1,69	7 192		143	244	389	775	14 887	14 112
1999	87,75	373 994	1,76	7 480		148	254	389	791	14 887	14 096
2000	91,26	388 954	1,83	7 779		154	264	389	807	14 887	14 080
2001	94,92	404 512	1,90	8 090		160	274	389	824	14 887	14 064
2002	98,71	420 693	1,97	8 414		167	285	389	841	14 887	14 046
2003	102,66	437 521	2,05	8 750		173	297	389	859	14 887	14 028
2004	106,77	455 021	2,14	9 100		180	309	389	878	14 887	14 009
2005	111,04	473 222	2,22	9 464		188	321	389	897	14 887	13 990
2006	115,48	492 151	2,31	9 843		195	334	389	918	14 887	13 969
2007	120,10	511 837	2,40	10 237		203	347	389	939	14 887	13 948
2008	124,90	532 311	2,50	10 646		211	361	389	961	14 887	13 926
2009	129,90	553 603	2,60	11 072		219	375	389	984	14 887	13 903
2010	135,09	575 747	2,70	11 515	-7 778	228	390	389	-6 771	14 887	21 658
<b>Valor Actual Neto (12%)</b>									<b>29 705</b>	<b>101 394</b>	<b>60 825</b>

COSTO POR PERDIDAS DE ENERGIA :	US\$/ kWh	0,0339
COSTO POR PERDIDAS DE POTENCIA :	US\$ /kW-año	84,46
TASA DE DESCUENTO :	%	12,0
VIDA UTIL DE LAS INSTALACIONES:	AÑOS	25
COSTO EST. REFORZ. RED EDELNOR:	US\$	9600

VALOR ACTUAL NETO (12%) :	US\$	60 825
BENEFICIO-COSTO (B/C) :		3,413
RENTABILIDAD (TIR) :	%	48,48
PER. RECUPERO DE INVERS. :	Años	2,51

- (1) Corresponde al costo total de inversión y el valor de rescate + reforzamiento de red.
- (2) Se cuantifican los costos de pérdidas de potencia y energía, considerando un 2% de pérdidas de potencia total, y de acuerdo a la tarifa actual vigente.
- (3) Costo de operación y mantenimiento, se ha considerando el 2 % del costo directo.
- (4) Se valoriza el ahorro por cambio de tarifa y nivel de tensión del suministro, según lo calculado en el Cuadro N° 2.8.



**CUADRO N° 3.5**  
**ANALISIS ECONOMICO: BENEFICIO-COSTO**  
**SISTEMA DE COMPENSACION REACTIVA**

AÑO	POTENCIA kW	ENERGIA kWh	PERDIDAS		INVERSION /1	COSTOS US\$			COSTO TOTAL US\$	INGRESOS AHORRO FACTURACION /4	INGRESO NETO US\$
			POTENCIA kW	ENERGIA KWh		PERDIDAS POTENCIA /2	PERDIDAS ENERGIA /2	OPERACIÓN MANTENIM. /3			
1995	-	-	-	-	1 260	-	-	-	1 260	-	-1 260
1996	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
1997	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
1998	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
1999	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2000	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2001	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2002	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2003	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2004	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2005	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2006	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2007	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2008	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2009	-	-	-	-		-	-	25	25	961	936
2010	-	-	-	-	0	-	-	25	25	961	936
<b>Valor Actual Neto (12%)</b>									1 278	6 545	4 566

COSTO POR PERDIDAS DE ENERGIA :	US\$/ kWh	0,0339
COSTO POR PERDIDAS DE POTENCIA :	US\$ /kW-año	84,46
TASA DE DESCUENTO :	%	12,0
VIDA UTIL DE LAS INSTALACIONES:	AÑOS	15

VALOR ACTUAL NETO (12%) :	US\$	4 566
BENEFICIO-COSTO (B/C) :		5,121
RENTABILIDAD (TIR) :	%	74,25
PER. RECUPERO DE INVERS. :	Años	1,57

- (1) Corresponde al costo total de inversión y el valor de rescate.
- (2) Se cuantifican los costos de pérdidas de potencia y energía, considerando un 2% de pérdidas de potencia total, y de acuerdo a la tarifa actual vigente.
- (3) Costo de operación y mantenimiento, se ha considerando el 2 % del costo directo.
- (4) Se valoriza el ahorro por cambio de tarifa y nivel de tensión del suministro, según lo calculado en el Cuadro N° 2.8.

## **CAPITULO IV REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS**

### **4.1 Memoria descriptiva**

#### **4.1.1 Objetivo**

La presente Memoria Descriptiva se refiere al proyecto de replanteo y remodelación de las instalaciones eléctricas del local de Laboratorio COFANA, destinado a operaciones de producción y almacenamiento de medicamentos. El local se encuentra ubicado en el Jr. Domingo Elías N° 150, distrito de Pueblo Libre, Lima; consta de tres plantas edificadas sobre un terreno de 1440 m<sup>2</sup> y con 3262 m<sup>2</sup> de área total construida.

El proyecto integra, lo recuperable de las instalaciones eléctricas existentes con las instalaciones proyectadas que surgen de la evaluación de lo existente a ser reemplazado por no ser adecuadas a las condiciones de funcionamiento actuales, como también las nuevas instalaciones a ejecutarse como consecuencia de las recomendaciones efectuadas en el capítulo anterior, destinadas a mejorar el consumo y los cargos de energía eléctrica de la planta.

El Proyecto ha sido elaborado en base a los planos de arquitectura existentes, el levantamiento de datos en el terreno y las coordinaciones realizadas con la empresa concesionaria de electricidad; consta de los siguientes documentos:

Memoria Descriptiva

Cálculos Justificativos

Especificaciones Técnicas de Suministro

Especificaciones Técnicas de Montaje

Metrado y Presupuesto

Planos.

#### **4.1.2 Descripción del sistema proyectado.**

A fin de adecuar el local a las exigencias propias del uso actual (producción, laboratorios, control de calidad y almacenamiento), el replanteo y remodelación de las instalaciones eléctricas comprende lo siguiente:

**Sistema de medición en Media Tensión:**

Comprende la instalación de una subestación aérea biposte compuesta de un transformador trifásico de 10/0.40 –0.23 kV y 160 KVA, de acuerdo al detalle presentado en el Plano IE-03.

Comprende también la instalación del Puesto de Medición tipo Intemperie (PMI), compuesto por dos transformadores de tensión 10/0.1 kV, dos transformadores de corriente de 50/5 A – 10 kV y un medidor electrónico multifunción; según el detalle presentado en el Plano IE-03.

**Alimentador:**

Contempla el reemplazo del alimentador existente por dos ternas de cable NYY 3 - 1x 70 mm<sup>2</sup>, en dos tuberías PVC SAP 3"Φ, que permitirá atender las cargas actuales y proyectadas.

**Tablero General:**



Del tipo autoportado, equipado con equipos de medición, conmutador de transferencia para suministro Normal - Emergencia, banco de condensadores de 30 kVAR con regulación automática e interruptores termomagnéticos (ITM) para protección eléctrica de los conductores del alimentador y circuitos derivados.

#### Tableros de Distribución:

Contempla el reemplazo de los tableros a base de llaves de cuchilla existentes, por otros del tipo gabinete metálico equipados con interruptores termomagnéticos.

#### Sistema de puesta a tierra:

Se contempla la instalación de dos sistemas de puesta a tierra, uno constituido por cuatro pozos en paralelo y el otro por un solo pozo, para aterrizar las masas de los equipos electrónicos del área de instrumentación y las masas de las máquinas y motores del área de producción, respectivamente. Cada pozo, a su vez, estará conformado por un electrodo de  $3/4'' \phi$  y 2.4 m de longitud, enterrado a una profundidad de 0.8 m.

En ambos casos se requerirá efectuar el tratamiento químico del terreno.

#### Sistema de emergencia:

El sistema prevé la posibilidad de atenderse por medio de un suministro de emergencia (grupo electrógeno), la cual deberá ser del tipo encapsulado a fin de evitar ruidos. La potencia de equipo de emergencia esta en función a la carga a atender.

La carga actual de la planta asciende a 75 kW, sin embargo se contempla incrementar la carga hasta 135 kW; en este sentido se prevé un grupo electrógeno de 100 kW, con lo cual se podrá atender los requerimientos principales de la planta.

#### **4.1.3 Máxima demanda de potencia:**

La determinación de Máxima Demanda de potencia, se ha efectuado de acuerdo a lo especificado en el Código Nacional de Electricidad, Tomo V. La Máxima Demanda a considerar, incluyendo cargas proyectadas, asciende a 135 kW.

#### **4.1.4 Alcance de los trabajos del contratista**

El presente proyecto de replanteo y remodelación tiene como fin conducir los trabajos para la ejecución, pruebas y funcionalidad de las instalaciones descritas en el acápite 4.1.2. Para ello el Contratista deberá encargarse de lo siguiente:

Suministrar los equipos y materiales, así como ejecutar el montaje total de las instalaciones descritas en el acápite 4.1.2, de acuerdo a los planos y detalles del presente proyecto, como de las especificaciones técnicas de suministro y montaje.

Efectuar las pruebas de calidad y funcionalidad referidas en el presente proyecto, en el Código Nacional de Electricidad y el Reglamento Nacional de Construcciones.

Subsanar sin costo adicional alguno, cualquier error o desperfecto que COFANA o la supervisión nombrada por esta, encuentre en los trabajos, hasta la aceptación de los mismos.

Elaborar los planos y expediente técnico final conforme a obra.

## **4.2 Cálculos Justificativos**

Este documento describe las bases de cálculo consideradas en el presente proyecto.

### **4.2.1 Cálculo de máxima demanda**

El cálculo de la máxima demanda se ha efectuado de acuerdo a lo descrito en el Código Nacional de Electricidad Tomo V.

Para determinar las cargas de alumbrado se ha empleado las cargas unitarias establecidas en la Tabla 3-IV del Tomo V del Código Nacional de Electricidad.

Las cargas correspondientes a las máquinas del área de producción se han obtenido de las placas de características de los equipos y la información obtenida en el trabajo de campo.

El Cuadro N° 4.2.1 muestra las cargas consideradas y los factores de demanda utilizados para determinar la máxima demanda total del local, la misma que asciende a 123 kW.

### **4.2.2 Dimensionamiento de alimentadores**

Los cálculos de los conductores alimentadores han sido verificados por capacidad de corriente y por caída de tensión.

Los conductores alimentadores han sido dimensionados para una caída de tensión máxima de 1.0 %, de manera que la máxima caída total desde el tablero general hasta el punto de utilización más alejado no exceda del 4%.

El cálculo de caída de tensión se ha efectuado considerando la conocida ecuación siguiente:

$$\Delta V = \frac{K \times I_d \times \rho_{Cu} \times L \times \cos \phi}{Sc}$$

Donde:

$\Delta V$  Caída de tensión en voltios

K Factor del sistema

$K = \sqrt{3}$  para sistemas trifásicos

$K = 2$  para sistemas monofásicos.

$I_d$  Corriente de diseño

$I_d = 1.25 \times I_n$

$I_n$  : Capacidad nominal del conductor en amperios.

$\rho_{Cu}$  Resistividad volumétrica del cobre, en Ohms-mm<sup>2</sup>/m.

$\rho_{Cu} = 0.0175$  Ohms-mm<sup>2</sup>/m.

L Longitud del conductor en metros.

$\cos \phi$  Factor de potencia del sistema ( se considera  $\cos \phi = 0.85$ ).

Cálculo del alimentador principal:

Del Cuadro N° 4.2.1

Potencia Instalada (P.I.) 160,34 kW.

Máxima Demanda (M.D.) 123,076 kW.

Calculo de la corriente nominal ( $I_n$ ):

$I_n = MD / (\sqrt{3} \times V \times \cos \phi)$

Donde:

In	Intensidad nominal en Amperios
MD	Máxima Demanda en Watts
V	Voltaje de línea en Voltios
cos $\phi$	Factor de Potencia

$$In = 379.99 \text{ Amp.}$$

Considerando un 25 % para ampliaciones futuras, se obtiene una intensidad de diseño:

$$Id = 475 \text{ Amp.}$$

Por tanto se selecciona dos ternas del cable de energía NYY 3 – 1 x 70 mm<sup>2</sup>, con una capacidad de 272 Amp. Cada terna en tubería de PVC SAP de 3" Ø.

$$272 \times 2 = 544 \text{ Amp.}$$

Aplicándole el factor de agrupamiento de la tabla 4 – XXIV del tomo V del Código Nacional de Electricidad, se tiene para el cable una capacidad de corriente de:

$$544 \times 0.89 = 484 \text{ Amp.}$$

Cálculo de caída de tensión del alimentador principal: reemplazando valores en la fórmula general de caída de tensión:

K	1.732
Id	475 Amp
$\rho_{Cu}$	0.0175 Ohms-mm <sup>2</sup> /m.
L	25 m.
S	140 mm <sup>2</sup>

$\cos \phi$  : 0.85

$\Delta V = 2.19 \text{ V}$  (0.99%).

Por tanto el cable seleccionado es aceptable por capacidad de transporte de corriente y por caída de tensión.

Los valores de caída de tensión, calculados para cada circuito alimentador, se presentan en el Cuadro N° 4.2.2.

#### **4.2.3 Protección de alimentadores**

La protección de los conductores alimentadores, será mediante interruptores termomagnéticos, dimensionados de manera que actúen antes del 10% de la capacidad del conductor. Esta capacidad será la indicada en los cuadros correspondientes del Código Nacional de Electricidad - Tomo V y aplicado los factores de corrección correspondientes, de acuerdo a las condiciones ambientales y de instalación.

Los resultados del presente cálculo se presentan en el Esquema Unifilar presentado en el Plano IE-08: Diagrama Unifilar de Alimentadores y Tableros Eléctricos.

#### **4.2.4 Cálculo de puesta a tierra**

Para conocer las características eléctricas naturales del terreno en el cual se ubicará el sistema de puesta a tierra a diseñar, se ha realizado un estudio de resistividad eléctrica, que involucró básicamente, el siguiente desarrollo:

Campaña de mediciones "in situ".

Análisis y procesamiento de datos.

Diseño de la configuración del sistema de puesta a tierra.

Para la medición de los valores de resistividad aparente, se ha aplicado el método de Wenner, el cual es internacionalmente aceptado para la consecución de datos para el diseño de puestas a tierra. Este método consiste en clavar 4 electrodos de exploración a una profundidad, debiendo estar igualmente espaciados y a una distancia "a". Por los electrodos de los extremos se inyecta una corriente I, mientras que entre los electrodos intermedios se mide la diferencia de potencial V.

Las separaciones entre los electrodos de medida se tomaron con variaciones de 0.5, 1, 2, 3 y 4 metros. No se tomó medidas con espaciamientos mayores por la limitación de las dimensiones del jardín interior (12m \* 8 m).

En la Figura N° 4.2.1, se muestra el esquema de conexión, para la medición de resistividad del terreno.

El equipo de medición utilizado es Digital Earth Testers, de la marca Megger, modelo DET5/3D, el cual mide la resistencia de aterramiento y la resistividad específica del terreno con una precisión del 2%. Es apto para medir resistividad específica del terreno por el Método de Wenner. El equipo funciona con 4 jabalinas de 45 cm de longitud y 10 mm de diámetro, de acero galvanizado. Cumple con las normas VDE 0143 Parte 7 (1982) y BS 7430 (1992).

Se han realizado cuatro juegos de mediciones a lo largo de las diagonales del jardín interior, dos con fecha Viernes 6 de Julio y las otras dos el Sábado 7 de Julio. En el Cuadro N° 4.2.3 se presenta los resultados de las mediciones efectuadas.

En las mediciones de resistividad se encontraron normalmente datos aceptables para el procesamiento, valores procesables que obedecen a las características típicas de suelo.

La resistividad aparente se ha calculado mediante la conocida ecuación:

$$\rho(a) = 2 \pi * a * R$$

Donde:

$\rho(a)$  : Resistividad aparente en (Ohm-m).

$a$  : Espaciamiento entre las varillas en (m).

$R$  : Resistencia eléctrica obtenida con el Megger, en (Ohm).

Seguidamente, se ha graficado los valores de resistividad aparente en función de la separación entre electrodos, las curvas resultantes se muestran en los Gráficos N° 4.2.1, N° 4.2.2, N° 4.2.3 y N° 4.2.4. Se aprecia que las curvas resultantes se asemejan a las correspondientes a un suelo de dos estratos; por tanto el método empleado fue el “Método Simplificado para Suelos Estratificados en Dos Capas” empleado por Electrobras y aceptado por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

Para poder aplicar este método se ha ignorado los valores obtenidos para una separación de 0.5 m, por ser más susceptibles a las interferencias externas y resultar menores a los valores correspondientes a una separación de 1 m. En los Gráficos N° 4.2.5, N° 4.2.6, N° 4.2.7 y N° 4.2.8 se muestran las curvas con la consideración señalada y las ecuaciones de las expresiones matemáticas a que se aproximan.



El método consiste en determinar las asíntotas superior e inferior de las curvas de resistividad, la intersección de la asíntota superior con el eje vertical es la resistividad de la primera capa ( $\rho_1$ ) y la intersección de la asíntota inferior corresponde a la resistividad de la segunda capa ( $\rho_2$ ). La profundidad de la capa superior se halla mediante una relación de los valores de resistividad obtenidos ( $\rho_2/\rho_1$ ) y la constante de aproximación  $M_o$ , el valor de  $M_o$  se obtiene de la Tabla N° 4.2.1 empleada por Electrobras.

La profundidad de la capa superior se obtiene de las curvas de resistividad, para lo cual previamente se determina la resistividad "equivalente"  $\rho_m$ :

$$\rho_m = M_o * (\rho_2/\rho_1)$$

La abscisa correspondiente a  $\rho_m$  es la profundidad de la capa superior. En el Cuadro N° 4.2.4 se muestran los valores hallados, siendo el caso más crítico el correspondiente al tercer juego de mediciones.

Finalmente, para obtener la resistividad de diseño ( $\rho_d$ ) se ha efectuado un proceso de reducción a una sola capa, de acuerdo al procedimiento empleado por Electrobras. La resistividad de diseño será la resistividad equivalente a las calculadas, considerando un suelo homogéneo, es decir una sola capa.

Resistividad  $\rho_d$  considerando una sola capa:

$$\rho_d = [ \sum d_i / \sum (d_i / \rho_i) ]$$

Donde:

- $\rho_d$  : Resistividad de diseño equivalente a una sola capa.  
 $d_i$  : Longitud de la capa "i".  
 $\rho_i$  : Resistividad de la capa "i".

En el Cuadro N° 4.2.5 se presenta los resultados obtenidos.

Según el Código Nacional de Electricidad, el valor máximo para la Resistencia de Puesta a Tierra a considerarse es de 25 Ohm; si embargo para los equipos electrónicos del área de instrumentación, los fabricantes recomiendan valores entre 3 y 4 Ohms, por tanto el valor máximo a considerarse para el sistema de tierra del área de instrumentación será de 3 Ohms.

Con el valor de resistividad obtenido y con la premisa de obtener valores de resistencia de puesta a tierra menor a los especificados en el párrafo anterior, se ha efectuado el diseño de puesta a tierra para las diferentes configuraciones existentes, resultando con menor resistencia de puesta a tierra las configuraciones siguientes:

Sistema de Puesta a Tierra "A", destinado para las áreas de instrumentación y administración (sistema de cómputo):

Cuatro electrodos de  $3/4"$   $\phi$  y 2.4 m de longitud , enterrados a una profundidad de 0,5 m y separados uno del otro en 5 m; que da como resultado una resistencia de puesta a tierra de 8,51 Ohm para una resistividad de diseño de 68,17 Ohm-m; y 2,98 Ohm para una resistividad de diseño de 23.86 Ohm-m con tratamiento químico del terreno. Este tratamiento será a base de Thor Gel u otro producto similar, que qarantice una reducción mínima del 65 % de la resistividad.

Sistema de Puesta a Tierra "B", destinado para las máquinas de producción y el resto de equipos de las demás áreas:

Un electrodo de 3/4"φ y 2.4 m de longitud, enterrado a una profundidad de 0.50 m, que da como resultado una resistencia de puesta a tierra de 26,67 Ohm para una resistividad de diseño de 68.17 Ohm-m; y 9,33 Ohm para una resistividad de diseño de 23.86 Ohm-m con tratamiento químico del terreno.

Las ecuaciones empleadas son las siguientes:

- Para un solo electrodo:

$$R_{T1} = (\rho_d / 2\pi L) \times \text{Ln} \left[ (2L / d) \times [(3L+4h)/(L + 4h)]^{1/2} \right]$$

- Dos electrodos en paralelo:

$$R_{T2} = R_{T1} (\alpha + 1)/2$$

- Tres electrodos en paralelo:

$$R_{T3} = R_{T1} (2 + \alpha - 4 \alpha^2) / (6 - 7 \alpha)$$

- Cuatro electrodos en paralelo:

$$R_{T4} = R_{T1} (12 + 16 \alpha - 23 \alpha^2) / (48 - 40 \alpha)$$

Donde :

$R_{T1}$	:	resistencia de puesta a tierra para un electrodo (ohm)
$R_{T2}$	:	resistencia de puesta a tierra para dos electrodos (ohm)
$R_{T3}$	:	resistencia de puesta a tierra para tres electrodos (ohm)
$R_{T4}$	:	resistencia de puesta a tierra para cuatro electrodos (ohm)
$\alpha$	:	coeficiente de reducción
$a$	:	distancia entre electrodos
$d$	:	diámetro del electrodo

**h** : altura de enterramiento

**L** : longitud de la varilla

El coeficiente de reducción " $\alpha$ ", a su vez, se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\alpha = r / a$$

Donde:

**r** : radio semiesférico equivalente, e igual :

$$r = L / \ln(4L/d)$$

**a** : distancia entre electrodos.

**CUADRO N° 4.2.1  
CUADRO DE CARGAS**

DESCRIPCION	P.I. (Watts)	F.D.	M.D. (kW)
<b>Alumbrado y tomacorriente</b>			
Lab. - Ofic. 1720 m2 x 25W/m2	20,000	1.00	20.000
	23,000	0.70	16.100
Dep. - Alm. 1300 m2 x 2.5W/m2	3,250	1.00	3.250
Area libre 242 m2 x 5W/m2	1,210	1.00	1.210
<b>Cargas Especiales</b>			
Estufa Gustin Hoffman 1	9,000	0.70	6.300
Estufa Gustin Hoffman 2	9,000	0.70	6.300
Bombo lustrador	1,200	0.70	0.840
Bomba grageador	1,200	0.70	0.840
Mezclador 1	680	0.70	0.476
Mezclador 2	1,500	0.70	1.050
Máquina tableteadora 1	1,200	0.70	0.840
Máquina tableteadora 2	1,500	0.70	1.050
Extractor campana	2,200	0.70	1.540
Unidad de aire acondicionado	1,400	0.70	0.980
Bomba de agua	2,200	0.70	1.540
Caldero	5,000	0.70	3.500
Horno	2,200	0.70	1.540
Extractor campana	2,200	0.70	1.540
Autoclave	2,500	0.70	1.750
Unidad de aire acondicionado	1,800	0.70	1.260
Montacarga	1,500	0.70	1.050
Compresor de aire	5,600	0.70	3.920
Compresor de tabletas	6,800	0.70	4.760
Bomba de vacio	1,800	0.70	1.260
Agitador de cremas	1,000	0.70	0.700
Bomba hanogenizadora	7,400	0.70	5.180
Bomba de jarabe	1,000	0.70	0.700
Máquina envasadora	1,000	0.70	0.700
Máquina lavadora	1,000	0.70	0.700
Máquina etiquetadora	1,000	0.70	0.700
Otras cargas existentes	5,000	0.70	3.500
Cargas proyectadas	35,000	0.80	28.000
Sumatoria P.I.	160,340		
Sumatoria M.D.			123.076

**CUADRO N° 4.2.2  
CALCULO DE SUB ALIMENTADORES : TD1**

DESCRIPCION	P.I.	F.D.	M.D.	Id (Amp.)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V_p$ (%)	$\Delta V_t$ (%)
Alumbrado y Tomac.							
Ofic. - Lab. 165 x 25	4125.0	1.0	4125.0	65.81	THW 16 mm <sup>2</sup>	0.21	1.21
Dep. - Alm. 99 x 2.5	247.5	1.0	247.5				
Area libre 180 x 5	900.0	1.0	900.0				
Otras cargas	11800.0	0.7	8260.0				
Reserva	5000.0	0.7	3500.0				
			17032.5				

**CALCULO DE SUB ALIMENTADORES : TD2**

DESCRIPCION	P.I.	F.D.	M.D.	Id (Amp.)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V_p$ (%)	$\Delta V_t$ (%)
Alumbrado y Tomac.							
Ofic. - Lab. 75 x 25	1875.0	1.0	1875.0	37.58	THW 25 mm <sup>2</sup>	1.55	2.55
Dep. - Alm. 310 x 2.5	775.0	1.0	775.0				
Area libre 15 x 5	75.0	1.0	75.0				
Otras cargas	5000.0	0.7	3500.0				
Reserva	5000.0	0.7	3500.0				
			9725.0				

**CALCULO DE SUB ALIMENTADORES : TD3**

DESCRIPCION	P.I.	F.D.	M.D.	Id (Amp.)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V_p$ (%)	$\Delta V_t$ (%)
Alumbrado y Tomac.							
Ofic. - Lab. 264 x 25	6600.0	1.0	6600.0	84.73	THW 35 mm <sup>2</sup>	1.56	2.56
Dep. - Alm. 00 x 2.5	0.0	1.0	0.0				
Area libre 00 x 5	0.0	1.0	0.0				
Otras cargas	16900.0	0.7	11830.0				
Reserva	5000.0	0.7	3500.0				
			21930.0				

**CALCULO DE SUB ALIMENTADORES : TD4**

DESCRIPCION	P.I.	F.D.	M.D.	Id (Amp.)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V_p$ (%)	$\Delta V_t$ (%)
Alumbrado y Tomac.							
Ofic. - Lab. 120 x 25	3000.0	1.0	3000.0	64.06	THW 35 mm <sup>2</sup>	1.51	2.51
Dep. - Alm. 00 x 2.5	0.0	1.0	0.0				
Area libre 00 x 5	0.0	1.0	0.0				
Otras cargas	14400.0	0.7	10080.0				
Reserva	5000.0	0.7	3500.0				
			16580.0				

**CUADRO N° 4.2.2  
CALCULO DE SUB ALIMENTADORES : TD5**

DESCRIPCION	P.I.	F.D.	M.D.	Id (Amp.)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V_p$ (%)	$\Delta V_t$ (%)
Alumbrado y Tomac.							
Ofic. - Lab. 254 x 25	6350.0	1.0	6350.0	68.89	THW 50 mm <sup>2</sup>	1.60	2.60
Dep. - Alm. 00 x 2.5	0.0	1.0	0.0				
Area libre 00 x 5	0.0	1.0	0.0				
Otras cargas	11400.0	0.7	7980.0				
Reserva	5000.0	0.7	3500.0				
			17830.0				

**CALCULO DE SUB ALIMENTADORES : TD6**

DESCRIPCION	P.I.	F.D.	M.D.	Id (Amp.)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V_p$ (%)	$\Delta V_t$ (%)
Alumbrado y Tomac.							
Ofic. - Lab. 210 x 25	5250.0	1.0	5250.0	41.92	THW 35 mm <sup>2</sup>	1.70	2.695
Dep. - Alm. 00 x 2.5	0.0	1.0	0.0				
Area libre 00 x 5	0.0	1.0	0.0				
Otras cargas	3000.0	0.7	2100.0				
Reserva	5000.0	0.7	3500.0				
			10850.0				

**CALCULO DE SUB ALIMENTADORES : TD7**

DESCRIPCION	P.I.	F.D.	M.D.	Id (Amp.)	S (mm <sup>2</sup> )	$\Delta V_p$ (%)	$\Delta V_t$ (%)
Alumbrado y Tomac.							
Ofic. - Lab. 640 x 25	16000.0	1.0	16000.0	76.12	THW 25 mm <sup>2</sup>	1.57	2.57
Dep. - Alm. 00 x 2.5	0.0	1.0	0.0				
Area libre 40 x 5	200.0	1.0	200.0				
Otras cargas	0.0	0.7	0.0				
Reserva	5000.0	0.7	3500.0				
			19700.0				

**CUADRO N° 4.2.3**  
**MEDICION DE RESISTIVIDAD ELECTRICA**

Punto de Medición	Medición				Datos Varios				Resistividad Aparente (Ohm-m)
	"a" (m)	R1 (Ohm)	R2 (Ohm)	Rm (Ohm)	Fecha	Hora	Temp. °C	Tipo de Suelo	
( 1 ) Ubicación Jardín Interior Dispos. "Longitudinal"	0.50 1.00 2.00 3.00 4.00	18.21 9.26 5.64 3.97 3.02	18.18 9.20 5.65 3.97 3.02	18.20 9.23 5.65 3.97 3.02	06/07/95	9,20 AM	18°C	Tierra de Cultivo	57.16 57.99 70.94 74.83 75.90
( 2 ) Ubicación Jardín Interior Dispos. "Transversal"	0.50 1.00 2.00 3.00 4.00	18.20 9.25 5.60 3.96 3.02	18.19 9.21 5.59 3.95 3.01	18.20 9.23 5.60 3.96 3.02	06/07/95	10,30 AM	20°C	Tierra de Cultivo	57.16 57.99 70.31 74.55 75.78
( 3 ) Ubicación Jardín Interior Dispos. "Longitudinal"	0.50 1.00 2.00 3.00 4.00	18.66 9.34 5.75 4.01 3.03	18.63 9.33 5.73 4.00 3.03	18.65 9.34 5.74 4.01 3.03	14/07/95	5,10 P.M:	19°C	Tierra de Cultivo	58.57 58.65 72.13 75.49 76.15
( 4 ) Ubicación Jardín Interior Dispos. "Transversal"	0.50 1.00 2.00 3.00 4.00	18.56 9.33 5.70 3.98 3.03	18.53 9.31 5.69 3.98 3.02	18.55 9.32 5.70 3.98 3.03	14/07/95	5,33 P.M	17°C	Tierra de Cultivo	58.26 58.56 71.57 75.02 76.03



CUADRO N° 4.2.4

## DETERMINACION DE RESISTIVIDADES Y ESPESORES DE CAPAS

Espaciam. "a" (m)	Resistividad Aparente (Ohm-m)	Resistividad Capa Super. $\rho_1$ (Ohm-m)	Resistividad Capa Infer. $\rho_2$ (Ohm-m)	Relación entre $\rho_2 / \rho_1$	Constante de Aprox. $M_0$	Resistividad Equivalente $\rho_m$ (Ohm-m)	Profundidad Capa Super. (m)
0.50	57.16	57.99	75.90	1.309	1.0482	60.79	1.15
1.00	57.99						
2.00	70.94						
3.00	74.83						
4.00	75.90						
0.50	57.16	57.99	75.78	1.307	1.0478	60.77	1.16
1.00	57.99						
2.00	70.31						
3.00	74.55						
4.00	75.78						
0.50	58.57	58.65	76.15	1.298	1.0465	61.38	1.14
1.00	58.65						
2.00	72.13						
3.00	75.49						
4.00	76.15						
0.50	58.26	58.56	76.03	1.298	1.0465	61.28	1.14
1.00	58.56						
2.00	71.57						
3.00	75.02						
4.00	76.03						

CUADRO N° 4.2.5

## DETERMINACION DE LA RESISTIVIDAD DE DISEÑO

Capas de Terreno	Resistividad Terreno $\rho_1$ (Ohm-m)	Profundidad Terreno (m)	Reducción a una Capa			Resistividad de Diseño (Ohm-m)	
			Espesor $d_i$ (m)	$\Sigma (d_i)$	$d_i / \rho_1$		$\Sigma (d_i / \rho_1)$
1ra. Capa	58.65	1.14	1.14	-	0.01939	-	
2da. Capa	76.15	-	1.76	-	0.02314	-	
a capa ( terreno homogeneo )				2.90	-	0.04254	<b>68.17</b>

**CUADRO N° 4.2.6**

**CONFIGURACION Y RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA ESPERADA**

<b>TIPO DE PUESTA A TIERRA</b>	<b>VALOR MAXIMO DE RESIST. P.T. (Ohm)</b>	<b>RESISTIVIDAD Sin Trat. Quim. (ohm-m) (1)</b>	<b>RESISTIVIDAD Con Trat. Quim. (ohm-m) (2)</b>	<b>RESISTENCIA DE P.T. S/Trat. (Ohm) (3)</b>	<b>RESISTENCIA DE P.T. C/Trat. (Ohm) (4)</b>	<b>CONFIGURACION DE PUESTA A TIERRA</b>
A	3.00	68.17	23.86	8.51	2.98	Cuatro electrodos de 2,4 m y 3/4 " diámetro, enterrados a 0,5 m y separación de 5 m.
B	25.00	68.17	23.86	26.67	9.33	Un electrodo de 2,4 m y 3/4 " de diámetro, enterrado a 0,5 m del nivel del suelo.

Nota:

- (1) Resistividad de diseño equivalente a un suelo homogéneo sin ningún tipo de tratamiento químico.
- (2) Resistividad de diseño equivalente a un suelo homogéneo con tratamiento químico con Thor Gel o similar, que garantice, como mínimo, una reducción en la resistividad del suelo del 65%.
- (3) Valor de Resistencia de puesta a tierra esperada sin tratamiento del terreno.
- (4) Valor de Resistencia de puesta a tierra esperada con tratamiento químico con Thor Gel o similar.

**TABLA N° 4.2.1**  
**CONSTANTE DE APROXIMACIÓN "M<sub>o</sub>"**

$\rho_2 / \rho_1$	M <sub>o</sub>	$\rho_2 / \rho_1$	M <sub>o</sub>	$\rho_2 / \rho_1$	M <sub>o</sub>
0.0010	0.6839	0.70	0.9361	14.50	1.413
0.0020	0.6844	0.75	0.9480	15.00	1.416
0.0025	0.6847	0.80	0.9593	15.50	1.418
0.0030	0.6850	0.85	0.9701	16.00	1.421
0.0040	0.6855	0.90	0.9805	16.50	1.423
0.0045	0.6858	0.95	0.9904	17.00	1.425
0.0050	0.6861	1.00	1.0000	17.50	1.427
0.0060	0.6866	1.50	1.0780	18.00	1.429
0.0070	0.6871	2.00	1.1340	18.50	1.430
0.0080	0.6877	2.50	1.1770	19.00	1.432
0.0090	0.6882	3.00	1.2100	20.00	1.435
0.0100	0.6387	3.50	1.2370	30.00	1.456
0.0150	0.6914	4.00	1.2600	40.00	1.467
0.0200	0.6940	4.50	1.2780	50.00	1.474
0.0300	0.6993	5.00	1.2940	60.00	1.479
0.0400	0.7044	5.50	1.3080	70.00	1.482
0.0500	0.7095	6.00	1.3200	80.00	1.484
0.0600	0.7145	6.50	1.3310	90.00	1.486
0.0700	0.7195	7.00	1.3400	100.00	1.488
0.0800	0.7243	7.50	1.3490	110.00	1.489
0.0900	0.7292	8.00	1.3560	120.00	1.490
0.1000	0.7339	8.50	1.3630	130.00	1.491
0.1500	0.7567	9.00	1.3690	140.00	1.492
0.2000	0.7781	9.50	1.3750	150.00	1.493
0.2500	0.7981	10.00	1.3800	160.00	1.494
0.3000	0.8170	10.50	1.3850	180.00	1.495
0.3500	0.8348	11.00	1.3900	200.00	1.496
0.4000	0.8517	11.50	1.3940	240.00	1.497
0.4500	0.8676	12.00	1.3980	280.00	1.498
0.5000	0.8827	12.50	1.4010	350.00	1.499
0.5500	0.8971	13.00	1.4040	450.00	1.500
0.6000	0.9107	13.50	1.4080	640.00	1.501
0.6500	0.9237	14.00	1.4100	1000.00	1.501

Fuente : Directrizes para Atividades de Engenharia - Electrobras - Brazil

ESQUEMA DE INSTALACION DEL INSTRUMENTO  
PARA MEDIR LA RESISTIVIDAD

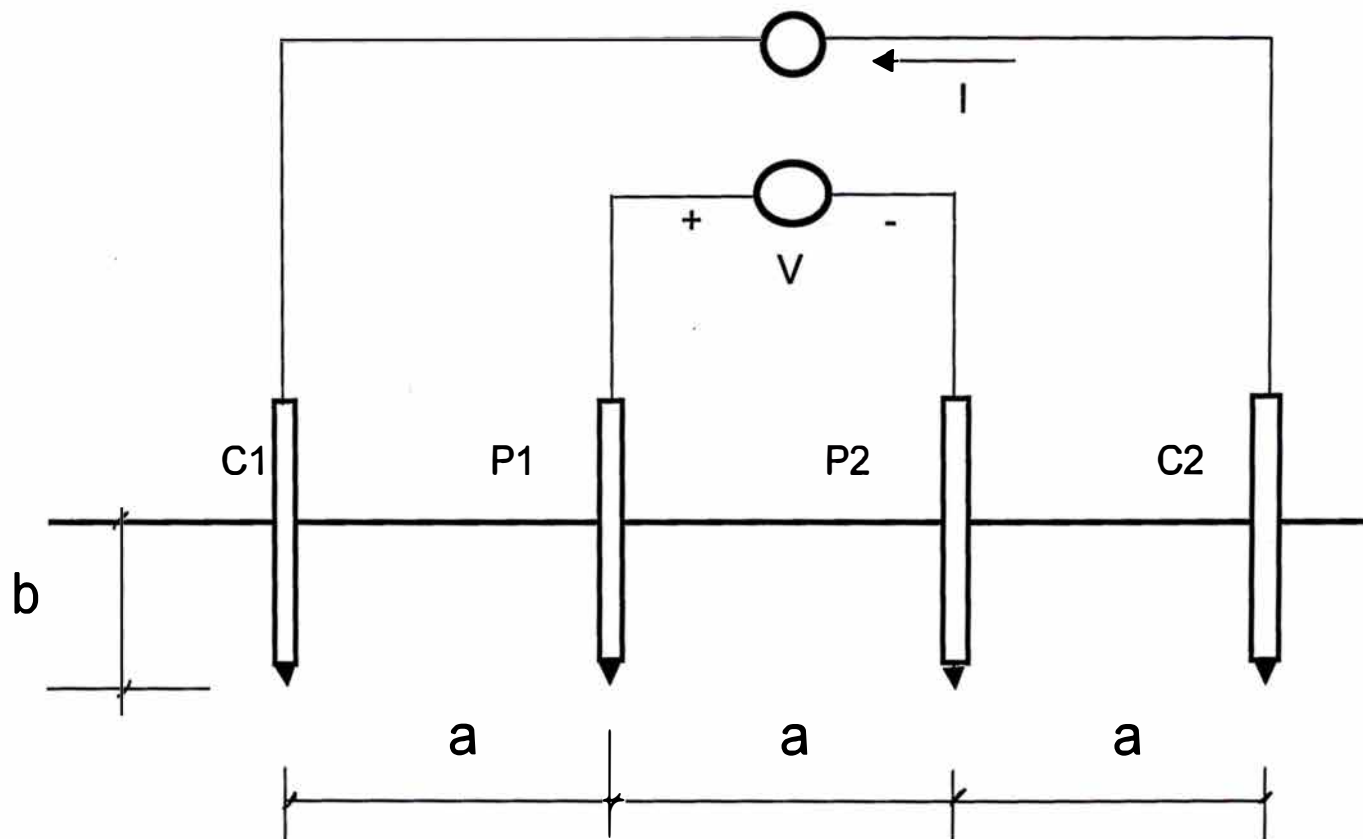
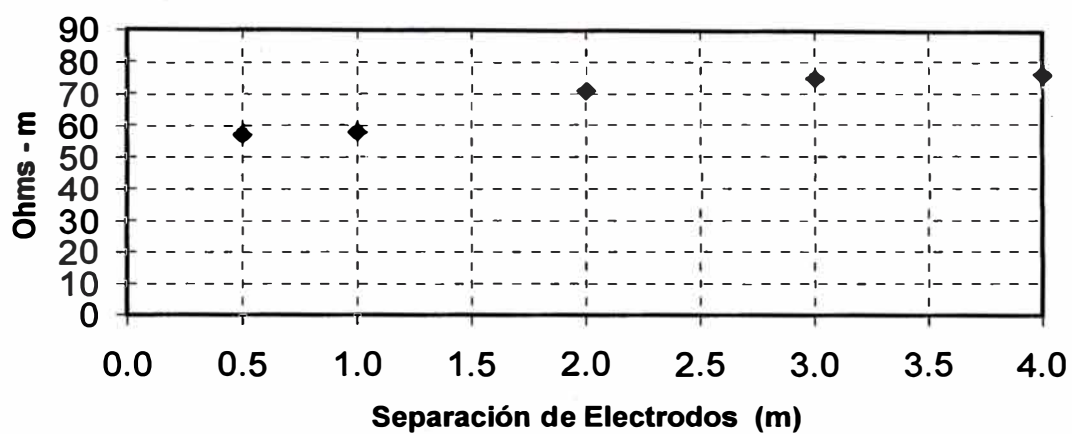
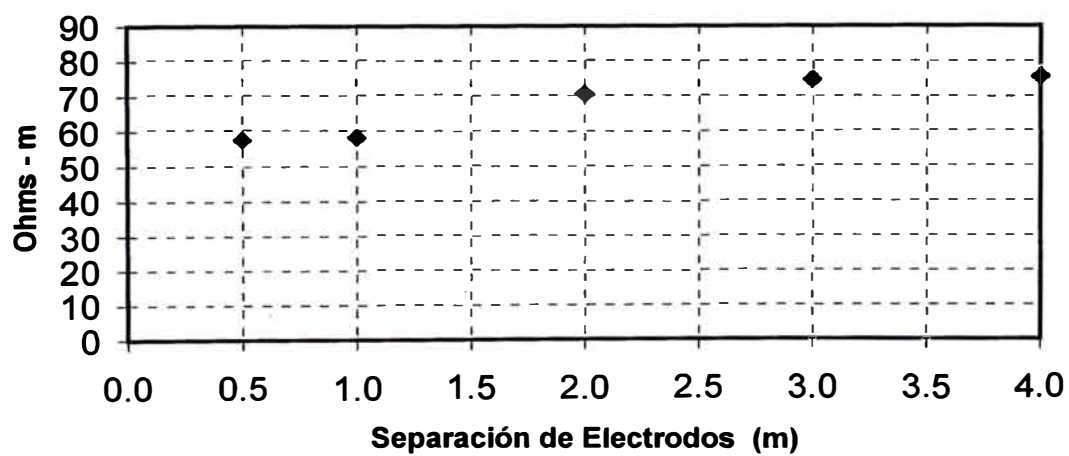


Figura N° 4.2.1

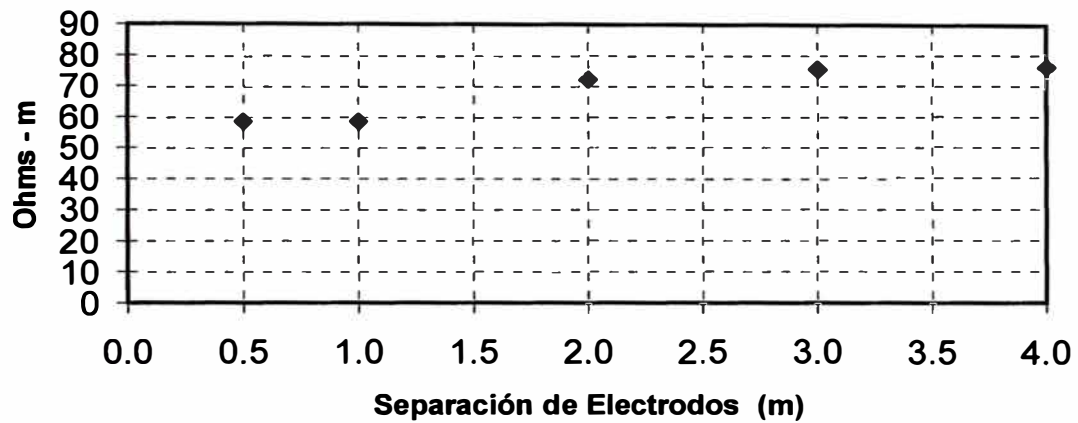
**Gráfico N° 4.2.1:**  
**Resistividad Aparente - Separación Electrodo**  
**Medición 1**



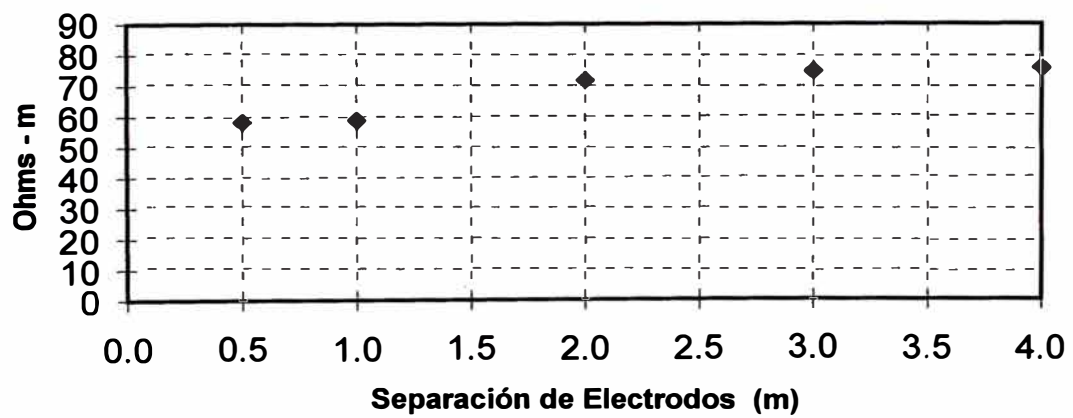
**Gráfico N° 4.2.2 :**  
**Resistividad Aparente - Separacion Electrodo**  
**Medición 2**



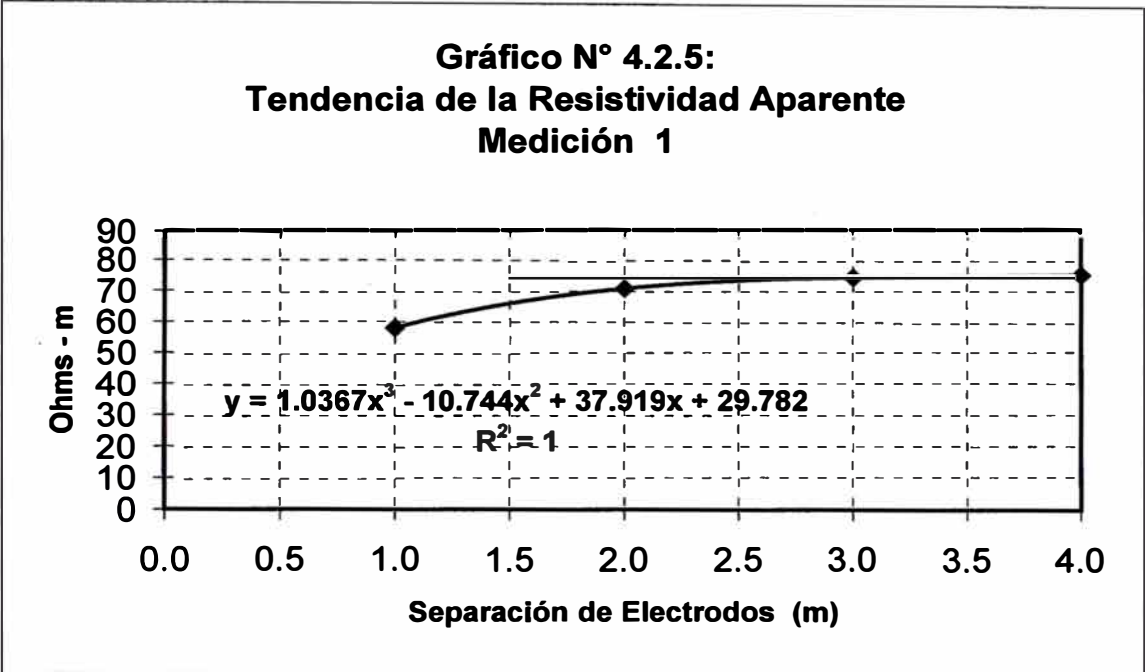
**Gráfico N° 4.2.3 :**  
**Resistividad Aparente - Separación Electrodo**  
**Medición 3**



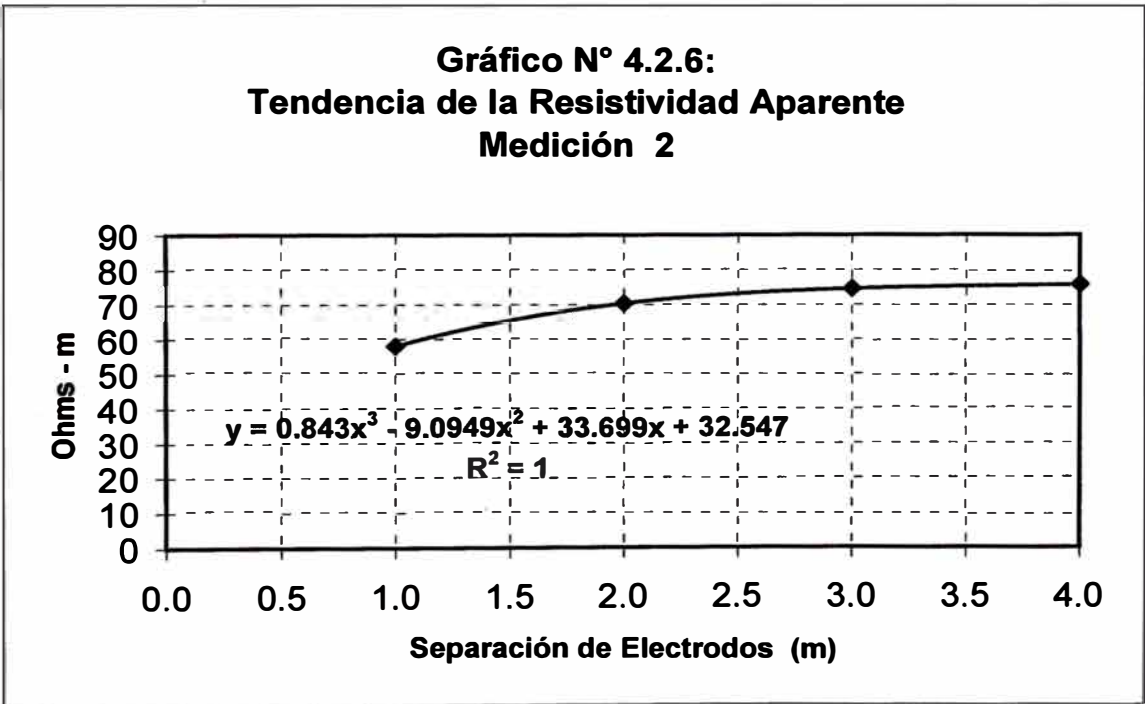
**Gráfico N° 4.2.4 :**  
**Resistividad Aparente - Separación Electrodo**  
**Medición 4**



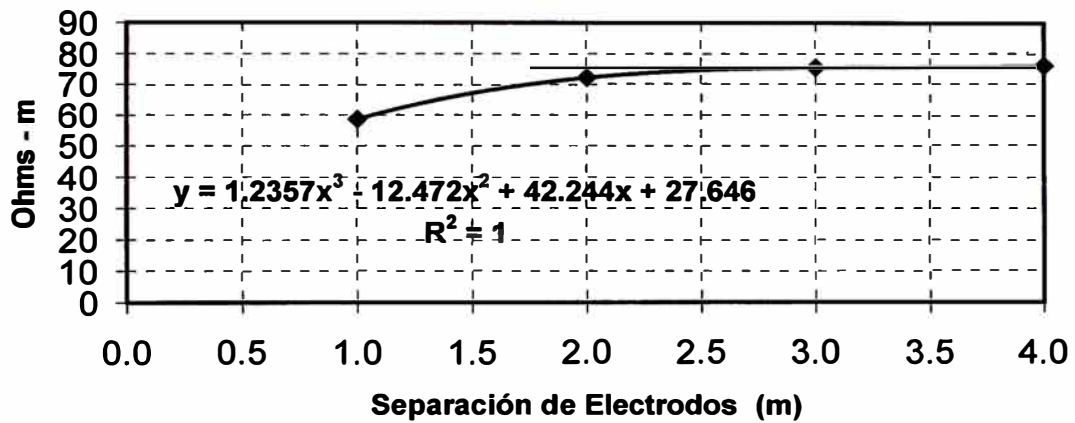
**Gráfico N° 4.2.5:  
Tendencia de la Resistividad Aparente  
Medición 1**



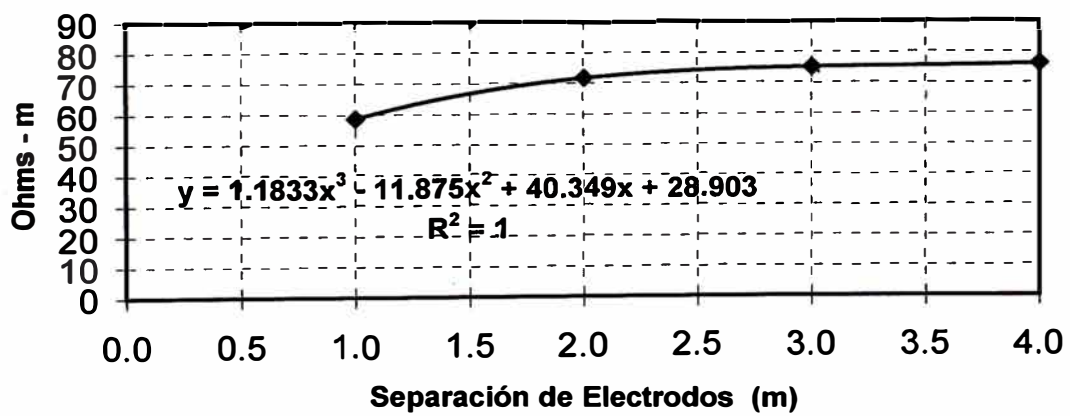
**Gráfico N° 4.2.6:  
Tendencia de la Resistividad Aparente  
Medición 2**



**Gráfico N° 4.2.7:  
Tendencia de la Resistividad Aparente  
Medición 3**



**Gráfico N° 4.2.8:  
Tendencia de la Resistividad Aparente  
Medición 4**





### **4.3 Especificaciones técnicas de suministro**

#### **4.3.1 Aspectos generales**

Estas especificaciones definen las condiciones y características que deben cumplir los fabricantes de los equipos y materiales a ser usados en el presente proyecto.

El diseño, los materiales, fabricación, pruebas e instalaciones deberán ajustarse a las últimas revisiones del Código Nacional de Electricidad, Reglamento Nacional de Construcciones y demás Normas Nacionales e Internacionales que sean aplicables.

Los planos, las especificaciones técnicas y los metrados se complementan; en el caso de existir divergencias entre ellos, los planos prevalecen sobre las especificaciones técnicas y éstas sobre los metrados.

Todos los suministros deberán ajustarse a los diseños de los planos y las características especificadas para el material y equipo. Dichos materiales y equipos podrán ser oportunamente inspeccionados, para su aprobación ó rechazo, por el Ingeniero Supervisor ó su representante.

Todos los equipos y materiales a ser suministrados serán de primer uso y con garantía. Cualquier daño debido a defectos de fabricación determinará su reparación ó su reemplazo por otro equivalente, sin que esto signifique un gasto adicional para el propietario.

Los materiales deben ser almacenados en obra de manera adecuada, siguiendo las indicaciones del fabricante ó los manuales de instalación.

El Contratista deberá incluir todos los materiales y trabajos que fueran necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones, materia del

presente proyecto; aunque no estuvieran expresamente indicados en los documentos del mismo.

#### **4.3.2 Tuberías**

Todos los electroductos consistirán en tubos de cloruro de polivinilo de clase pesada (PVC-SAP).

El presente proyecto considera como mínimo la tubería de 20 mm PVC-SAP. Cuando un plano no indica el diámetro de la tubería, se instalará la de sección mínima.

Las dimensiones mínimas de las tuberías serán las indicas a continuación:

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)
20	26.5	21.9
25	33.0	28.2
35	42.0	37.0
40	48.0	43.0
50	60.0	54.4
65	73.0	66.0
80	88.5	80.9
100	114.0	106.0

Los accesorios como son curvas, uniones tubo a tubo, uniones tubo a caja de paso ó tableros, serán del mismo material que el de la tubería. Las curvas serán de fábrica, las uniones a caja tendrán una campana en cada extremo y un sombrero en el otro para adaptarse a las paredes interiores de la caja.

Para empalmar tubos de PVC se usarán uniones y pegamentos recomendados por los fabricantes.

### 4.3.3 Cables y conductores

El cable alimentador será de cobre electrolítico blando de 99.9% de conductividad, con aislamiento de PVC, con protección del mismo material del tipo NYY, triplex (blanco negro y rojo), para una tensión nominal de 1 kV, fabricados según normas ASTM B-3 y B-8 para los conductores y CEI-20-14 para el aislamiento. Temperatura de operación: 80°C.

Los cables NYY tendrán las siguientes características y dimensiones:

Calibre (mm <sup>2</sup> )	N° Hilos Por Conductor	Espesores		Diámetro Exterior (mm)	Intensidad Admisible (Amperios)
		Aislamiento (mm)	Chaqueta (mm)		
3 x 1 x 16	7	1.5	1.8	25.3	123
3 x 1 x 25	7	1.5	1.8	28.0	151
3 x 1 x 35	7	1.5	1.8	30.6	183
3 x 1 x 70	19	1.5	1.8	37.6	272

Todos los conductores de alimentación a los tableros secundarios de distribución, a partir de los tableros principales, serán con alambre de cobre electrolítico con aislamiento termoplástico tipo THW y TW, fabricados según normas ASTM B-3 y B-8 para los conductores y VDE 0250 para el aislamiento, adecuado para 600 V y una temperatura de operación de 60°C.

El calibre mínimo para los circuitos derivados será 4 mm<sup>2</sup> ó su equivalente. Los conductores de calibre superior a 10 mm<sup>2</sup> serán cableados.

Las características y dimensiones mínimas de los conductores tipo TW se presentan a continuación:

Calibre Conduc.	Sección	N° de Hilos	Diámetro Conduc.	Espesor Aislam.	Diámetro Exterior	Intensidad Admisible
AWG	(mm <sup>2</sup> )		(mm)	(mm)	(mm)	(Amperios)
12	3.31	1	2.05	0.8	3.65	20
10	5.26	1	2.59	0.8	4.19	30
8	8.37	1	3.26	1.0	5.26	40
6	13.30	7	4.66	1.0	6.66	55
4	21.15	7	5.88	1.2	8.28	70

Las características y dimensiones mínimas de los conductores tipo THW se presentan a continuación:

Calibre Conduc.	Sección	N° de Hilos	Diámetro Conduc.	Espesor Aislam.	Diámetro Exterior	Intensidad Admisible
AWG	(mm <sup>2</sup> )		(mm)	(mm)	(mm)	(Amperios)
12	3.31	7	2.33	1.0	4.34	20
10	5.26	7	2.94	1.0	4.95	30
8	8.37	7	3.70	1.2	6.11	45
6	13.30	7	4.67	1.2	7.07	65
4	21.15	7	5.88	1.4	8.69	85

Las intensidades admisibles corresponde para el montaje con no más de tres conductores por ducto.

#### **4.3.4 Tableros**

##### Tablero General:

Esta especificación se refiere a la provisión del Tablero General del proyecto. Los equipos y aparatos suministrados deben ser apropiados para que su operación cumpla con todos los requerimientos en el lugar de su instalación.

El tablero general estará conformado por lo siguiente:

**Gabinete metálico:**

Del tipo autoportado, fabricado en plancha LAF de 1.6mm de espesor, estructura angular de 02 cuerpos, dimensiones aproximadas: 1500 x 2000 x 500 mm., 02 puertas abisagradas y cerradura, acabado en gris martillado, previo tratamiento anticorrosivo (doble capa). El diseño, fabricación y pruebas deberá ceñirse a las indicaciones del CNE y demás normas específicas como NEMA y CEI .

**Barras:**

Las barras serán de cobre electrolítico de 99.9 % de conductibilidad, de sección rectangular, con resistencia mecánica térmica capaz de soportar la corriente de cortocircuito correspondiente al interruptor principal. Se fijarán sobre aisladores portabarras de 1kV, 1000kG. serán pintadas en color rojo, blanco y verde; la barra de tierra será de color amarillo.

**Equipamiento:**

Los interruptores serán del tipo caja moldeados, termomagnéticos para protección contra sobrecargas y cortocircuitos, capacidad de cortocircuito de 25 kA/240V, llevarán marcadas claramente las palabras ON y OFF.

Se dispondrá de un Conmutador de Transferencia Manual de 3x630A para la selección de suministro Normal o Emergencia (grupo electrógeno).

El tablero albergará al sistema de compensación automática de energía reactiva de 30 kVAR, compuesta por un regulador de 6 pasos, 220V,

un transformador de corriente 500/5A y 03 bases portafusibles DZ 25A y fusibles de 6A.

#### Tableros de Distribución:

##### Gabinete metálico:

Del tipo adosar o sobreponer, la caja fabricada en plancha LAF de 1.6mm de espesor, puerta abisagrada marco y mandil en el mismo material, acabado en gris martillado, previo tratamiento anticorrosivo (doble capa).

Las barras de cobre electrolítico se fijarán sobre aisladores de resina fenolica, llevarán barras de tierra.

##### Equipamiento:

Los interruptores serán del tipo caja moldeados de atornillar de 2 ó 3 polos, termomagnéticos para protección contra sobrecargas y cortocircuitos, capacidad de cortocircuito de 10 kA/240V, llevarán marcadas claramente las palabras ON y OFF.

El alambrado de los interruptores debe ser hecho empleando terminales de tornillos con contactos de presión.

Cada interruptor debe tener un mecanismo común de desconexión, de tal manera que si ocurre una sobrecarga o un cortocircuito en los conductores desconecte automáticamente los 2 ó 3 polos del interruptor, similar a la serie General Electric o Westinghouse (USA).

#### **4.3.5 Sistema de puesta a tierra**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación y entrega de materiales para la puesta a tierra de los equipos que se utilizarán en el presente proyecto.

El sistema de puesta a tierra constará de dos configuraciones ó tipos:

Puesta a tierra tipo A:

Para la conexión a la masa de los equipos electrónicos del área de instrumentación (laboratorio y control de calidad).

Estará conformado por cuatro pozos en paralelo, constituido cada uno por un electrodo de 5/8 "  $\phi$  y 2.4 m de longitud, enterrado a una profundidad de 80 cm, en un terreno previamente tratado con Thor Gel o similar, que garantice una reducción de la resistividad en un 65%. La máxima resistencia de puesta tierra para este sistema será de 3 Ohms.

Puesta a tierra tipo B:

Para la conexión a la masa de los tableros y máquinas del área de producción.

Estará conformado por un pozo constituido por un electrodo de 5/8 "  $\phi$  y 2.4 m de longitud, enterrado a una profundidad de 80 cm, en un terreno previamente tratado con Thor Gel o similar, que garantice una reducción de la resistividad en un 65%. La máxima resistencia de puesta tierra para este sistema será de 10 Ohms.

Los pozos de tierra correspondientes a la Subestación Aérea Biposte (SAB) y el Puesto de Medición a la Intemperie (PMI), indicados en los planos IE - 07 e IE – 08, son de este tipo y el máximo valor de resistencia de puesta a tierra será de 20 Ohms.

Los materiales y accesorios correspondientes al sistema de puesta a tierra, cumplirán con las siguientes prescripciones:

### Conductor

El conductor para unir las partes sin tensión eléctrica de los equipos con tierra, será de cobre desnudo, cableado y recocido, de las siguientes características:

Sección nominal	10 mm <sup>2</sup>
Nº de alambres	7
Diámetro exterior del conductor	4,05 mm
Masa del conductor	0,090 kg/m
Resistencia eléctrica máxima en c.c. a 20°C	1,86 Ohm/km

### Electrodo

Será una varilla de acero recubierta con una capa de cobre mediante un proceso de soldadura atómica (Copperweld). Podrá emplearse también varillas de cobre o bronce y tendrán las siguientes dimensiones:

Diámetro nominal	19 mm (3/4 " f)
Longitud	2,40 m

### Borne para el electrodo

Será de bronce, adecuado para garantizar un ajuste seguro entre el conductor de cobre para puesta a tierra y el electrodo.

#### **4.3.6 Postes de concreto armado**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de postes de concreto armado que se utilizarán en la Subestación Aérea Biposte y PMI.



Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la norma ITINTEC 339-027.

Los postes de concreto armado serán centrifugados y de forma troncocónica.

El acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrajas y escoriaciones.

Los postes de concreto tendrán las siguientes características :

Longitud (m)	13
Carga de trabajo a	
0,10 m de la cabeza (Kg)	400
Diámetro en la cabeza (mm)	160
Diámetro en la base (mm)	355

La relación de la carga de rotura (a 0,10 m debajo de la cabeza) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

Los postes deberán llevar impresa con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente :

- a) Marca o nombre del fabricante
- b) Designación del poste      L / c / d / D

donde:

- L      =      longitud en m.
- c      =      carga de trabajo con coeficiente de seguridad 2.
- d      =      diámetro de la cabeza en mm.
- D      =      diámetro de la base, en mm.

- c) Fecha de fabricación

#### 4.3.7 Aisladores

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación y entrega de los aisladores tipo pin y suspensión a emplearse en la Subestación Aérea Biposte y Puesto de Medición tipo Intemperie.

Los aisladores se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Corrosión marina	moderada
- Humedad relativa	entre 80 y 95%
- Temperatura ambiente	15°C a 30°C
- Contaminación ambiental	moderada

Los aisladores tipo PIN serán de porcelana, de superficie exterior vidriada. Tendrán las siguientes características:

Clase ANSI	55-5
Material dieléctrico	porcelana
Dimensiones:	
Diámetro(mm)	178
Altura (mm)	124
Diámetro de agujero para acoplamiento (mm)	25,4
Longitud de línea de fuga mínima (mm)	300
Características mecánicas	
Resistencia en voladizo (kg)	1360
Características eléctricas:	
Tensión disruptiva a baja frecuencia	
- En seco (kV)	80

- Bajo lluvia (kV)	:	45
Tensión disruptiva crítica al impulso		
- positiva (kVp)	:	130
- negativa (kVp)	:	150
Tensión de perforación (kV)	:	115

Los aisladores de suspensión serán de porcelana de superficie exterior vidriada. Tendrán las siguientes características:

- Clase ANSI (equivalente)	:	52-5
- Tipo	:	Niebla (Fog)
- Material dieléctrico	:	porcelana
- Material metálico	:	hierro maleable o acero forjado
- Material del pasador	:	Bronce fosforoso o acero inoxidable
- Conexión	:	bola-casquillo (ball-socket)
- Dimensiones :		
Diámetro máximo	:	254 mm
Espaciamiento (altura)	:	146 mm
Longitud de línea de fuga	:	400 mm
Tipo de acoplamiento	:	IEC 120 – 16 mm A
- Características mecánicas:		
Resistencia electromecánica combinada	:	25000 lb.
Resistencia mecánica al impacto	:	100 pulg.- lb.
Resistencia a una carga continua	:	15000 lb.
- Características eléctricas		
Tensión disruptiva a baja frecuencia :		

- En seco : 100 kV
- Bajo lluvia : 60 kVp
- Tensión disruptiva crítica al impulso:
- Positiva : 150 kVp
- Negativa : 160 kVp
- Tensión de perforación : 110 kV

#### **4.3.8 Transformador de potencia**

Esta especificación cubre las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del transformador de potencia a ser instalado en la Subestación Aérea Biposte, y describen su calidad mínima aceptable.

Su fabricación cumplirá con las prescripciones de la norma IEC 76.1 Power Transformers.

El transformador será trifásico, del tipo de inmersión en aceite y refrigeración natural, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, para montaje exterior.

Tendrá las siguientes características:

- Potencia nominal continua : 160 KVA
- Frecuencia : 60 Hz
- Altitud de trabajo : 1000 msnm
- Tensión nominal primaria en vacío :  $10000 \pm 2 \times 2,5\% V$
- Tensión nominal secundaria en vacío : 400 - 230 V
- Conexión en el lado de alta tensión : Triángulo
- Conexión en el lado de baja tensión : Estrella con neutro  
puesto a tierra.

-	Grupo de conexión	:	Dyn5
-	Tensión de cortocircuito	:	4%
-	Nivel de aislamiento del primario		
	· Tensión de sostenimiento		<u>Externo</u> <u>Interno</u>
	al impulso 1.2/50 (kVp)	150	125
	· Tensión de sostenimiento		
	a la frecuencia industrial (kV)	50	40
-	Nivel de aislamiento del secundario y neutro :		
	· Tensión de sostenimiento a la		
	frecuencia industrial (kV)	2,5	

El transformador trifásico tendrá los siguientes accesorios:

- Tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite.
- Ganchos de suspensión para levantar al transformador completo.
- Conmutador de tomas en vacío
- Termómetro con indicador de máxima temperatura.
- Grifo de vaciado y toma de muestras en aceite.
- Ruedas orientables en planos perpendiculares.
- Borne de conexión a tierra.
- Placa de características.

El transformador será completamente armados en fábrica donde se realizarán las siguientes pruebas, de acuerdo con la norma indicada:

a. Pruebas de rutina

- Aislamiento con tensión aplicada
- Aislamiento con tensión inducida

Relación de transformación

Polaridad

Medición de pérdidas en vacío

Medición de pérdidas en cortocircuito

Medición de la tensión de cortocircuito

Rigidez dieléctrica del aceite

Corriente de excitación

b. Pruebas de tipo

Prueba de calentamiento

Prueba de impulso atmosférico

El transformador deberá ser cuidadosamente embalado en una caja de madera de dimensiones adecuadas para el transporte. La caja deberá tener impresa la siguiente información:

- nombre del propietario
- nombre del fabricante
- masa neta y total
- potencia del transformador

#### **4.3.9 Seccionadores fusibles**

Esta especificación cubre las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los seccionadores fusibles tipo expulsión (cut-out), que se utilizará en la Subestación Aérea Biposte y el Puesto de Medición tipo Intemperie.

Los seccionadores fusibles tipo expulsión, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma

**ANSI C-37. 42 American National Standard for Switchgear - Distribution Cut Outs and Fuse Links Specifications.**

Los seccionadores fusibles se instalarán en una zona que presenten las siguientes condiciones ambientales:

Altitud sobre el nivel del mar	hasta 1000 m
Humedad relativa	entre 80 y 95%
Temperatura ambiental	entre 15°C y 30°C
Contaminación ambiental	pesada

Los seccionadores fusibles tipo expulsión serán unipolares de instalación exterior en crucetas de concreto y/o madera, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértigas.

**Características Eléctricas Principales:**

Tensión de servicio de la red	10 kV
Tensión máxima de servicio	12 kV
Tensión nominal del equipo	15 kV
Nivel de aislamiento :	
Tensión de sostenimiento	
a la onda de impulso (BIL)	110 kVp
Tensión de sostenimiento a la	
frecuencia industrial en seco	70 kV
bajo lluvia	40 kV
Capacidad de interrupción mínima:	1.7 k A

Los aisladores-soporte serán de porcelana y deberán ser diseñados para un ambiente contaminado. Tendrán suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos.

Los seccionadores-fusibles estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta de madera y/o concreto.

El portafusible se rebatirá automáticamente con la actuación del elemento fusible y deberá ser separable de la base. La bisagra de articulación tendrá doble guía.

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 95 mm<sup>2</sup>, y serán del tipo de vías paralelas.

Los fusibles serán del tipo "K" de las capacidades que se muestran en los planos y metrados.

Los seccionadores-fusibles deberán incluir entre otros los siguientes accesorios:

Terminal de tierra

Placa de características

Accesorios para fijación a cruceta

Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los seccionadores.

#### **4.3.10 Sistema de medición en Media Tensión**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los principales equipos que comprenden el sistema de medición en media tensión:



**Transformador de tensión:**

Serán del tipo intemperie, para ser instalados sobre ménsulas de concreto, y tendrán las siguientes características:

Tensión nominal	10 kV
Relación de transformación	10 / 0.1 kV
Aislante interior	aceite
Aislante exterior	porcelana
Montaje	intemperie
Aplicación	medición
Nivel Básico de Aislamiento	95 kV

**Transformador de corriente:**

Serán del tipo intemperie, para ser instalados sobre ménsulas de concreto, y tendrán las siguientes características:

Tensión nominal	10 kV
Relación de transformación	20 / 5 A
Aislante interior	aceite
Aislante exterior	porcelana
Montaje	intemperie
Aplicación	medición
Corriente Límite Térmica	2 kA

**Medidor electrónico:**

Medidor multifunción totalmente electrónico, programable, capaz de medir, registrar, almacenar y exportar datos de energía en kWh, kVarh y potencia en kW y kVAR, en horas punta y fuera de punta, con opción de medir

hasta en cuatro tarifas, con capacidad de efectuar registros de perfil de carga hasta en cuatro canales.

La información del medidor podrá ser obtenida directamente desde la pantalla LCD, mediante una PC portátil, un lector óptico ó mediante una PC de escritorio vía modem.

Las características y especificaciones principales que deberá cumplir el medidor electrónico son las siguientes:

- Montaje : en tablero
- Servicio : trifásico
- Frecuencia : 60 Hz
- Corriente nominal : 5 Amperios
- Voltage nominal : 100 Voltios
- Temperatura : 0°C – 50°C
- Humedad relativa : 80 – 95%
- Precisión : 0.2 % (IEC)
- Comunicaciones : Modem, puerta óptica y puerta serial RS-232C.
- Memoria : Estado sólido (RAM) con batería de respaldo.
- Conversión : Analógico digital A / D, para toma de muestras en 3 canales simultáneos.
- Software : Compatible con los utilizados por EDELNOR, para el procesamiento y análisis de carga.

## **4.4 Especificaciones técnicas de montaje**

### **4.4.1 Especificaciones generales**

El Contratista deberá ejecutar la totalidad de los trabajos, realizar todos los servicios requeridos para la buena ejecución y completa terminación de la Obra, las pruebas y puesta en funcionamiento de todas las instalaciones y equipos.

El Contratista es responsable de estar plenamente informado de todo cuanto se relacione con la naturaleza, localización y finalidad de la obra; sus condiciones generales y locales, su ejecución, conservación y mantenimiento.

El Contratista es responsable de estar plenamente informado de todas las leyes que puedan afectar de alguna manera a las personas empleadas en el trabajo, el equipo o material que utilice y en la forma de llevar a cabo la obra; y se obliga a ceñirse a tales leyes, ordenanzas y reglamentos.

No se permitirá la cesión del Contrato en todo o en parte, sin la autorización de la Supervisión, dada por escrito y previo conocimiento de la persona del Cesionario y de los términos y condiciones de la cesión.

El trabajo debe ser ejecutado en forma eficiente por personal idóneo, especializado y debidamente calificado. A solicitud de la Supervisión, el Contratista despedirá a cualquier persona desordenada, peligrosa, insubordinada, incompetente o que tenga otros defectos a juicio de la Supervisión. Tales destituciones no podrán servir de base a reclamos o indemnizaciones contra el Propietario o la Supervisión.

En todo tiempo, el Contratista deberá tomar las medidas y precauciones necesarias para la seguridad de los trabajadores, prevenir y evitar accidentes,

y prestar asistencia a su Personal, respetando los Reglamentos de Seguridad Vigentes.

El Contratista no podrá efectuar ningún cambio, modificación o reducción en la extensión de la obra contratada sin expresa autorización escrita de la Supervisión. La Supervisión tiene el derecho de ordenar, por escrito, al Contratista la alteración, modificación, cambio, adición, deducción o cualquier otra forma de variación de una o más partes de la obra.

El Contratista deberá llevar a cabo, sin demora alguna, las modificaciones ordenadas. El monto de la diferencia será calculado de acuerdo con los precios del Metrado y Presupuesto del Contrato, donde sea aplicable ; en todo caso, será determinado de común acuerdo, entre la Supervisión y el Contratista.

Si en cualquier momento durante la ejecución, la Supervisión encontrase que, a su juicio, cualquier parte de la Obra, suministro o material empleado por el Contratista o por cualquier subcontratista, es o son defectuosos o están en desacuerdo con los documentos contractuales, avisará al Contratista para que éste disponga de la parte de la obra, del suministro o del material impugnado para su reemplazo o reparación.

El Contratista, en el más breve lapso y a su costo, deberá subsanar las deficiencias.

La presencia de la Supervisión en las operaciones del Contratista no releva a éste, en ningún caso ni en ningún modo, de su responsabilidad por la cabal y adecuada ejecución de los trabajos.

Asimismo, la aprobación, por parte de la supervisión, de documentos técnicos para la ejecución de trabajos, no releva al Contratista de su responsabilidad por la correcta ejecución y funcionamiento de las instalaciones del proyecto.

#### **4.4.2 Especificaciones particulares**

##### **Excavación e izaje de postes:**

El Contratista ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado, utilizando los métodos y equipos más adecuados para el tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

En ningún caso, durante el transporte o izaje, los postes serán sometidos a daños o a esfuerzos excesivos.

Antes del izaje, todo los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.

### Montaje de la Subestación:

El Contratista ejecutará el montaje y conexionado de los equipos de cada tipo de subestación, de acuerdo con los planos del proyecto.

El transformador será izado mediante grúa o cabría, y se fijará a las plataformas de estructuras bipostes mediante perfiles pernos y accesorios adecuados.

El lado de alta tensión de los transformadores se ubicará hacia el lado de la calle y se cuidará que ningún elemento con tensión quede a menos de 2.0 m de cualquier objeto, edificio, casa, etc.

El montaje del transformador será hecho de tal manera que garantice que, aún bajo el efecto de temblores, éste no sufra desplazamientos.

Los seccionadores fusibles se montarán en crucetas de madera siguiendo las instrucciones del fabricante. Se tendrá cuidado que ninguna parte con tensión de estos seccionadores-fusibles, quede a distancia menor que aquellas estipuladas por el Código Nacional de Electricidad.

Se comprobará que la operación del seccionador no afecte mecánicamente a los postes, a los bornes de los transformadores, ni a los conductores de conexionado.

Los seccionadores-fusibles una vez instalados y conectados a las líneas de 22.9/13.2 kV y al transformador, deberán permanecer en la posición de "abierto" hasta que las instalaciones sean aceptadas y conectadas al sistema por personal de EDELNOR.

### Sistema de utilización en baja tensión

Todo el diseño de las instalaciones interiores se ha efectuado tomando como base lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad y el Reglamento Nacional de Construcciones, por consiguiente la ejecución de los trabajos correspondientes se ejecutarán ciñéndose estrictamente a las indicaciones del proyecto y las publicaciones oficiales mencionadas.

Cualquier trabajo, material y equipo que no se muestre en las especificaciones, pero que aparezcan en los planos, metrados o presupuesto y que se necesite para completar las instalaciones generales del proyecto, serán suministrados, instalados y probados por el Contratista sin costo alguno para el propietario.

Asimismo, detalles menores de trabajos y materiales no usualmente mostrados en planos, especificaciones y metrados, pero necesarios para las instalaciones, deben ser incluidos en el trabajo del contratista y considerados como si estuviesen mostrados en los documentos mencionados.

Los alimentadores, circuitos derivados y electroductos se indican en forma esquemática, no siendo por tanto necesario que se siga estrictamente en obra el trazo que se muestra en los planos.

Las ubicaciones de los tableros, cajas y otros detalles mostrados en los planos, son solamente aproximados. La posición definitiva se fijará después de verificar las condiciones que se presenten en obra.

Los ductos deberán formar un sistema unido mecánicamente de caja a caja, o accesorio a accesorio, estableciendo una adecuada red de conductos.

Los conductos deberán estar enteramente libres de contactos con otras tuberías de instalaciones y no se permitirá su instalación a menos de 15 cm de distancia entre tuberías.

Para empalmar tubos de PVC se usarán uniones y pegamentos recomendados por los fabricantes.

Para unir tubos a cajas se empalmará conectores que protejan el aislamiento de los conductores del filo de las cajas y que eviten la separación de tubos de las cajas en el momento de la instalación. El presente proyecto considera como mínimo la tubería de 20 mm PVC-SAP.

No se permitirá la formación de trampas o bolsillo para evitar la acumulación de humedad. No se aceptará más de 4 curvas de 90° ó su equivalente entre cajas. No son permisibles más de dos curvas de 90 °C entre caja y caja.

Antes de proceder al alambrado se limpiarán y secarán los tubos y se barnizarán las cajas.

Los conductores serán continuos de caja a caja, no permitiéndose empalmes en las tuberías. Todos los empalmes se ejecutarán en las cajas y serán eléctrica y mecánicamente seguros, protegiéndose con cinta plástica aislante.

Al término, el Contratista deberá proceder a la limpieza de desperdicios que existan, ocasionados por material y equipos empleados en la ejecución de su trabajo.

Pruebas:



Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas antes de la puesta en servicio.

Deberá verificarse lo siguiente:

- El cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.
- Los residuos de embalajes y otros desperdicios deben haberse retirado.
- El correcto montaje de las estructuras dentro de las tolerancia permisibles y de conformidad con los planos aprobados.
- Ajuste de pernos y tuercas.
- Montaje, limpieza y estado físico de los aisladores tipo PIN y de suspensión.
- Los pasadores de seguridad de los aisladores y accesorios deben estar correctamente ubicados.
- En el transformador de distribución: estanqueidad del tanque, posición del cambiador de tomas, nivel de aceite, anclaje a la estructura, ajuste de barras y conexionado en general.
- Determinación de la secuencia de fases.
- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.
- Medición de la resistencia a tierra de las subestaciones.
- Medida de aislamiento fase a tierra, y entre fases.
- En el transformador de distribución: medición del aislamiento de los devanados.

#### 4.5 Medrado y Presupuesto

##### RESUMEN GENERAL

CLIENTE CONSORCIO FARMACEUTICO NACIONAL S.A.  
 ATENCION  
 OBRA REMODELACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA PLANTA  
 JR DOMINGO NIETO 150, PUEBLO LIBRE  
 FECHA

ITEM	CANT.		PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$
		RESUMEN		
1		ALIMENTADOR		3,505.10
2		TABLERO GENERAL TG.		4,603.75
3		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-A		402.46
4		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-2		599.60
5		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-3		326.46
6		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-4		523.82
7		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-5		853.65
8		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-6		595.30
9		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-51		74.64
10		SUBTABLERO TD-A		316.55
11		SUBTABLERO TD-2		352.40
12		SUBTABLERO TD-3		344.64
13		SUBTABLERO TD-4		374.00
14		SUBTABLERO TD-5		389.00
15		SUBTABLERO TD-6		299.00
16		SUBTABLERO TD-51		220.00
		TOTAL COSTO DIRECTO		13,780.37
		GASTOS GENERALES Y DIRECCION TECNICA		3,445.09
		TOTAL PRESUPUESTO	US\$	17,225.46 +IGV

##### TIEMPO DE EJECUCION DE TRABAJOS

Tablero General TG-  
 Aliementador a Tablero general  
 Subtableros

10 días  
 02 días  
 02 días/subtablero

## DETALLE METRADO Y PRESUPUESTO

CLIENTE CONSORCIO FARMACEUTICO NACIONAL S.A.  
 ATENCION  
 OBRA REMODELACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA PLANTA  
 JR DOMINGO NIETO 150, PUEBLO LIBRE  
 FECHA

ITEM	CANT.		PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$	PRECIO TOTAL US\$
1.00		ALIMENTADOR			
1.10	1	Retiro de cable existente	EST	150.00	150.00
1.20	50	Suministro e instalación de cable NYY 31x70mm <sup>2</sup>	m	37.08	1,854.00
1.30	17	Suministro e instalación de tubería 100mm PVC SAP	m	3.30	56.10
1.40	5	Suministro e instalación de cajas de pase 500mmx500mmx200mm	Un.	25.00	125.00
1.50	25	Soportes de estructura metálica para alineación	Un.	50.00	1,250.00
1.60	1	Materiales Varios ( terminales, cinta, conect vulcanizante, etc.)	Un.	70.00	70.00
SUBTOTAL 1.0					3,505.10
2.00		TABLERO GENERAL TG.			-
		De acceso frontal, tipo autosoportado, de ejecución modular. Construido en ángulos de fierro de 1 1/2"x3/16" plancha LAF 1/16", 02 cuerpos, Dimensiones: 2200x 1600x500mm., provisto de puertas frontales con cerradura			-
		Decapada mecánicamente y pintada con dos capas de imprimante anticorrosivo epóxico y dos de acabado de color gris mate.			-
		Incluye barras de cobre electrolítico 10x60mm, aisladores portabarras 1 kV. equipada con ITM 25 kA/240C mínimo			-
2.10	1	Conmutador Telergon Serie 500 de 630A	Und.	1,500.00	1,500.00
2.20	1	ITM 3X630A Reg, Merlin Gerin	Und.	724.00	724.00
2.30	2	ITM 3x100A, Merlin Gerin	Und.	108.00	216.00
2.40	2	ITM 3x90A, Merlin Gerin	Und.	108.00	216.00
2.50	1	ITM 3x80A, Merlin Gerin	Und.	108.00	108.00
2.60	2	ITM 3x70A, Merlin Gerin	Und.	108.00	216.00
2.70	1	Banco de condensadores de 3 pasos de 10 kVAR	Und.	1,008.00	1,008.00
2.80	1	Sistema de Medición	Und.	208.00	208.00
	1	Voltímetro 0-300V 96x96 mm.			
	1	Amperímetro 0-100 A 96x96mm.			
	2	Conmutadores de medición			
	3	Portafusibles DZ/6A			

## DETALLE METRADO Y PRESUPUESTO

CLIENTE CONSORCIO FARMACEUTICO NACIONAL S.A.  
 ATENCION  
 OBRA REMODELACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA PLANTA  
 JR DOMINGO NIETO 150, PUEBLO LIBRE  
 FECHA

ITEM	CANT.		PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$	PRECIO TOTAL US\$
2.90	TD-1				
	1	base atornillable de 36 polos, a fijar en tabl equipados con ITM 10 kA/240V	Und.	140.00	140.00
	1	ITM 3x70A, atornillable	Und.	48.00	48.00
	1	ITM 3x40A, atornillable	Und.	45.00	45.00
	1	ITM 3x30A, atornillable	Und.	40.00	40.00
	8	ITM 2x20A	Und.	11.95	95.60
	1	ITM 2x15A	Und.	11.95	11.95
	6	Cable THW 16mm2	Und.	1.20	7.20
1	Materiales Varios ( terminales, cinta vulcanizante, etc.)	Und.	20.00	20.00	
SUBTOTAL 2.0					4,603.75
3.00		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-A			
3.10	1	Retiro de cable existente	EST	50.00	50.00
3.20	100	Suministro e instalación de cable THW 25mm2	m.	1.86	186.00
3.30	32	Suministro e instalación de cable TW 10mm2 (tierra)	m.	1.53	48.96
3.40	30	Suministro e instalación de tubería 1 1/4" PVC SAP	m.	1.35	40.50
3.50	4	Suministro e instalación de cajas de pase 6"x6"x4"	Und.	8.00	32.00
3.60	1	Materiales Varios ( terminales, cinta vulcanizante, etc.)	Und.	45.00	45.00
SUBTOTAL 3.0					402.46
4.00		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-2			
4.10	1	Retiro de cable existente	EST	65.00	65.00
4.20	120	Suministro e instalación de cable THW 25mm2	m.	1.86	223.20
4.30	55	Suministro e instalación de cable TW 6mm2 (tierra)	m.	0.68	37.40
4.40	14	Suministro e instalación de tubería 45mmØ PVC SAP	Und.	3.50	49.00
4.50	5	Suministro e instalación de cajas de pase 15"x15"x6"	Und.	25.00	125.00
4.60	1	Materiales Varios ( terminales, cinta, conec vulcanizante, etc.)	Und.	100.00	100.00
SUBTOTAL 4.0					599.60

## DETALLE METRADO Y PRESUPUESTO

CLIENTE CONSORCIO FARMACEUTICO NACIONAL S.A.  
 ATENCION  
 OBRA REMODELACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA PLANTA  
 JR DOMINGO NIETO 150, PUEBLO LIBRE  
 FECHA

ITEM	CANT.		PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$	PRECIO TOTAL US\$
5.00		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-3			
5.10	1	Retiro de cable existente	EST	40.00	40.00
5.20	75	Suministro e instalación de cable THW 35mm <sup>2</sup>	m.	2.32	174.00
5.30	32	Suministro e instalación de cable TW 10mm <sup>2</sup> (tierra)	m.	1.53	48.96
5.40	9	Suministro e instalación de tubería 45mmØ PVC SAP	Und.	2.50	22.50
5.50	2	Suministro e instalación de cajas de pase 300mmx300mmx100mm.	Und.	8.00	16.00
5.60	1	Materiales Varios ( terminales, cinta, conec vulcanizante, etc.)	Und.	25.00	25.00
SUBTOTAL 5.0					326.46
6.00		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-4			
6.10	1	Retiro de cable existente	EST	40.00	40.00
6.20	96	Suministro e instalación de cable THW 35mm <sup>2</sup>	m.	2.32	222.72
6.30	32	Suministro e instalación de cable TW 35mm <sup>2</sup> (tierra)	m.	4.80	153.60
6.40	11	Suministro e instalación de tubería 45mmØ PVC SAP	Und.	2.50	27.50
6.50	2	Suministro e instalación de cajas de pase 300mmx300mmx100	Und.	25.00	50.00
6.60	1	Materiales Varios ( terminales, cinta, conec vulcanizante, etc.)	Und.	30.00	30.00
SUBTOTAL 6.0					523.82
7.00		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-5			
7.10	1	Retiro de cable existente	EST	60.00	60.00
7.20	135	Suministro e instalación de cable THW 50mm <sup>2</sup>	m.	4.00	540.00
7.30	50	Suministro e instalación de cable TW 16mm <sup>2</sup> (tierra)	m.	2.32	116.00
7.40	15	Suministro e instalación de tubería 50mm <sup>2</sup> PVC SAP	Und.	3.51	52.65
7.50	2	Suministro e instalación de cajas de pase 300mmx300mmx100	Und.	25.00	50.00
7.50	1	Materiales Varios ( terminales, cinta, conec vulcanizante, etc.)	Und.	35.00	35.00
SUBTOTAL 7.0					853.65

## DETALLE METRADO Y PRESUPUESTO

CLIENTE CONSORCIO FARMACEUTICO NACIONAL S.A.  
 ATENCION  
 OBRA REMODELACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA PLANTA  
 JR DOMINGO NIETO 150, PUEBLO LIBRE  
 FECHA

ITEM	CANT.		PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$	PRECIO TOTAL US\$
8.00		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-6			
8.10	1	Retiro de cable existente	EST	40.00	40.00
8.20	165	Suministro e instalación de cable THW 35mm <sup>2</sup>	m.	2.32	382.80
8.30	50	Suministro e instalación de cable TW 16mm <sup>2</sup> (tierra)	m.	0.68	34.00
8.40	19	Suministro e instalación de tubería 45mmØ PVC SAP	Und.	2.50	47.50
8.50	2	Suministro e instalación de cajas de pase 300mmx300mmx100	Und.	25.00	50.00
8.60	1	Suministro e instalación de cajas de pase 400mmx400mmx150	Und.	16.00	16.00
8.50	1	Materiales Varios ( terminales, cinta, conec vulcanizante, etc.)	Und.	25.00	25.00
SUBTOTAL 8.0					595.30
9.00		ALIMENTADOR A SUBTABLERO TD-51			
9.10	1	Retiro de cable existente	EST	30.00	30.00
9.20	18	Suministro e instalación de cable TW 6mm <sup>2</sup>	m.	0.68	12.24
9.30	10	Suministro e instalación de cable TW 4mm <sup>2</sup> (tierra)	m.	0.44	4.40
9.40	3	Suministro e instalación de tubería 25mmØ PVC SAP	m.	1.00	3.00
9.50	1	Materiales Varios ( terminales, cinta, conec vulcanizante, etc.)	Und.	25.00	25.00
SUBTOTAL 9.0					74.64
10.00		SUBTABLERO TD-A			
10.10	1	Tablero electrico de empotrar, 30 polos, 3Ø atornillable de empotrar.	Und.	150.00	150.00
10.20	1	ITM 3x80A atornillable	Und.	59.00	59.00
10.30	5	ITM 2x20A	Und.	11.95	59.75
10.40	4	ITM 2x15A	Und.	11.95	47.80
SUBTOTAL 10					316.55
11.00		SUBTABLERO TD-2			
11.10	1	Tablero electrico de empotrar, 30 polos, 3Ø atornillable de empotrar. equipado con:	Und.	150.00	150.00
11.20	1	ITM 3x80A atornillable	Und.	59.00	59.00
11.30	1	ITM 3x30A atornillable	Und.	44.00	44.00
11.40	3	ITM 2x20A	Und.	14.20	42.60
11.50	4	ITM 2x15A	Und.	14.20	56.80
SUBTOTAL 11					352.40

## DETALLE METRADO Y PRESUPUESTO

CLIENTE CONSORCIO FARMACEUTICO NACIONAL S.A.  
 ATENCION  
 OBRA REMODELACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA PLANTA  
 JR DOMINGO NIETO 150, PUEBLO LIBRE  
 FECHA

ITEM	CANT.		PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$	PRECIO TOTAL US\$
12.00		SUBTABLERO TD-3			
12.10	1	Tablero de distribución eléctrica de 30 polo 3Ø, atornillable de empotrar	Und.	145.00	145.00
12.20	1	ITM 3x100A atornillable	Und.	55.24	55.24
12.30	1	ITM 3x40A, atornillable	Und.	45.00	45.00
12.40	1	ITM 2x30A, atornillable	Und.	14.20	14.20
12.50	6	ITM 2x20A, atornillable	Und.	14.20	85.20
12.60	2	ITM 2x15A, atornillable	Und.	14.20	
SUBTOTAL 12					344.64
13.00		SUBTABLERO TD-4			
13.10	1	Tablero elctrico de empotrar, 30 polos equipado con:	Und.	160.00	160.00
13.20	1	ITM 3x100A atornillable	Und.	55.00	55.00
13.30	1	ITM 3x40A, atornillable	Und.	45.00	45.00
13.40	1	ITM 3x30A, atornillable	Und.	44.00	44.00
13.50	1	ITM 2x30A, atornillable	Und.	14.00	14.00
13.60	3	ITM 2x20A, atornillable	Und.	14.00	42.00
13.70	1	ITM 2x15A, atornillable	Und.	14.00	14.00
SUBTOTAL 13					374.00
14.00		SUBTABLERO TD-5			
14.10	1	Tablero elctrico de empotrar, 36 polos equipado con:	Und.	160.00	160.00
14.20	1	ITM 3x90A, atornillable	Und.	56.00	56.00
14.30	1	ITM 3x40A, atornillable	Und.	45.00	45.00
14.40	1	ITM 3x30A, atornillable	Und.	44.00	44.00
14.50	4	ITM 2x20A, atornillable	Und.	14.00	56.00
14.60	2	ITM 2x15A, atornillable	Und.	14.00	28.00
SUBTOTAL 13					389.00
15.00		SUBTABLERO TD-6			
15.10	1	Tablero electrico de empotrar, 24 polos equipado con:	Und.	130.00	130.00
15.20	1	ITM 3x100A atornillable	Und.	55.00	55.00
15.30	1	ITM 3x30A, atornillable	Und.	44.00	44.00
15.40	2	ITM 2x20A, atornillable	Und.	14.00	28.00
15.50	3	ITM 2x15A, atornillable	Und.	14.00	42.00
SUBTOTAL 14					299.00
16.00		SUBTABLERO TD-51			
16.10	1	Tablero electrico de empotrar, 18 polos equipado con:	Und.	120.00	120.00
16.20	1	ITM 3x30A	Und.	40.00	40.00
16.30	4	ITM 2x15A	Und.	12.00	48.00
16.40	1	ITM 2x20A	Und.	12.00	12.00
SUBTOTAL 15					220.00

**ANEXO N° 1**

**ALBUM FOTOGRAFICO**





FOTO 1 Acometida entre caja toma y medidor.



FOTO 2 Acometida existente - Vista exterior.

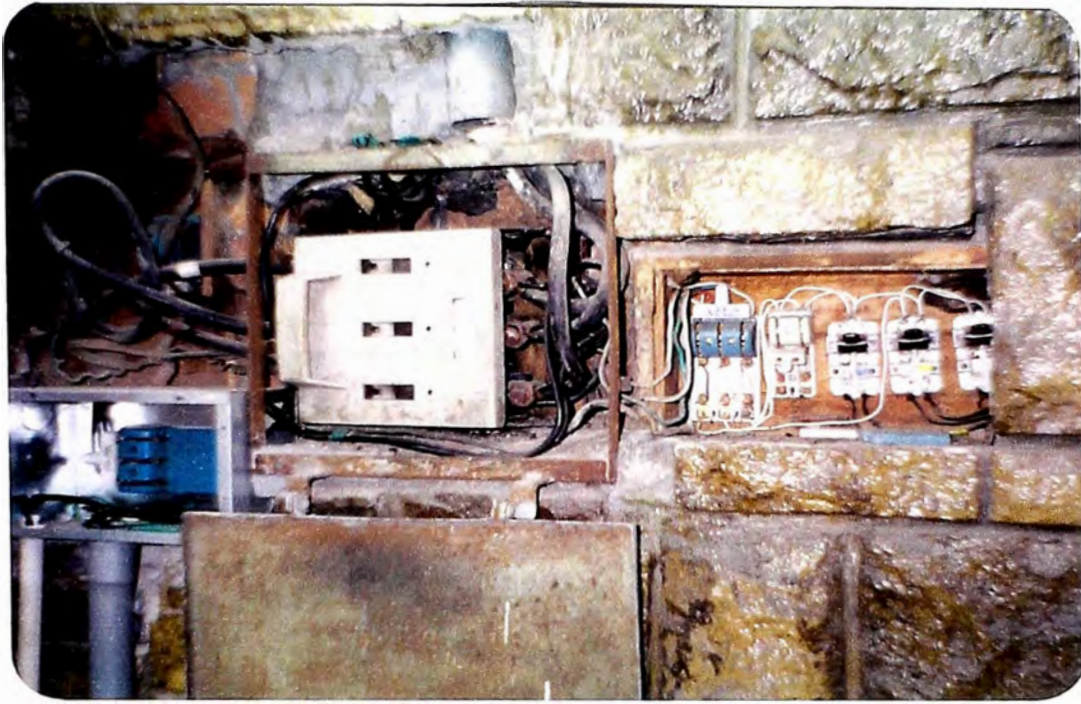


FOTO 3

Tablero de protección existente.



FOTO 4

Recorrido de sub - alimentadores existentes



FOTO 5

Vista de recorrido de Canalizaciones y Caja de derivación



FOTO 6

Vista de recorrido de sub - alimentadores existente y distancias con otros existentes..

# PLANOS

RELACION DE PLANOS

DE PLANO	DESCRIPCION
01	RELACION DE PLANOS, LEYENDA GENERAL Y PLANO DE UBICACION
02	SISTEMA DE UTILIZACION 10KV, ARMADO DE PMI, SUBESTACION BIPOSTE, ESQUEMAS ELECTRICOS Y PUESTA A TIERRA
03	SISTEMA DE UTILIZACION 10KV, ARMADO DE PMI, SUBESTACION BIPOSTE, ESQUEMAS ELECTRICOS Y PUESTA A TIERRA
04	DIAGRAMA UNIFILAR DE ALIMENTADORES Y TABLEROS ELECTRICOS EXISTENTES - MONTANTE
05	RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA DEL PRIMER PISO
06	RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA DEL SEGUNDO PISO
07	RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA DEL TERCER PISO
08	DIAGRAMA UNIFILAR DE ALIMENTADORES Y TABLEROS PROYECTADOS
09	MONTANTE PROYECTADO, SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y ESPECIFICACIONES TECNICAS
10	RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA DEL PRIMER PISO
11	RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA DEL SEGUNDO PISO
12	RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA DEL TERCER PISO
13	INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL PRIMER PISO - EXISTENTE
14	INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL SEGUNDO PISO - EXISTENTE
15	INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL TERCER PISO - EXISTENTE

LEYENDA GENERAL

SIMBOLO DESCRIPCION

SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTE Y FUERZA

	SALIDA PARA BOMBO DE LUZ, SIMBOLO GENERAL EMPOTRADO EN TECHO, CAV. OCTOGONAL DE 100x55mm, F1G PESADO
	SALIDA PARA BRAQUETE ADOASADO, SIMBOLO GENERAL EMPOTRADO EN PARED A 1.95m, SNPT (EJE) SALVO INDICACION CONTRARIA, CAJA OCTOGONAL DE 100x55mm, F1G PESADO
	SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE TIPO UNIVERSAL A 0.30m SNPT. (EJE) EMPOTRADO EN PARED, CAJA RECTANGULAR DE 100x55x50mm, F1G PESADO
	SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR CON ESPIGA A TIERRA A 0.30m SNPT. (EJE), CAJA RECTANGULAR DE 100x55x50mm, SALVO INDICACION
	SALIDA PARA INTERRUPTOR UNIPOLAR DE 01 GOLPE A 1.20m SNPT (EJE), CAJA RECTANGULAR DE 100x55x50mm, F1G PESADO
	SALIDA PARA INTERRUPTOR UNIPOLAR DE 02 GOLPES A 1.20m SNPT (EJE), CAJA RECTANGULAR DE 100x55x50mm, F1G PESADO
	SALIDA PARA INTERRUPTOR UNIPOLAR DE 03 GOLPES A 1.20m SNPT (EJE), CAJA RECTANGULAR DE 100x55x50mm, F1G PESADO
	SALIDA PARA INTERRUPTOR DE CONMUTACION A 1.20m SNPT (EJE), CAJA RECTANGULAR DE 100x55x50mm, F1G PESADO
	SALIDA PARA CAJA DE CONEXION Y DISTRIBUCION ELECTRICA EMPOTRADA EN PARED O TECHO, CAJA OCTOGONAL DE 100x55x50mm, SALVO OTRA INDICACION
	CAJA DE PASE DE F1G CUADRADA, MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN PLANO
	REGULADOR AUTOMATICO DE ENERGIA REACTIVA 3 PASOS
	CONTACTOR CAPACIDAD DEFINIDA POR EL EQUIPADOR DEL TABLERO EN BASE A LA CARGA QUE VA A CONTROLAR
	TABLERO ELECTRICO NORMAL DE DISTRIBUCION
	INTERRUPTOR HORARIO
	INTERRUPTOR BIPOLAR
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MECANISMO DE CONTROL PARA EQUIPO
	MOTOR
	EQUIPO DE MEDICION ELECTRICO DE EDLINDOR
	TRANSFORMADOR
	SISTEMA DE MEDICION DE POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA
	MEDIDOR KILOWATS HORA
	POZO DE TIERRA

LEYENDA DE CONDUCTOS

	TUBERIA PARA EL SISTEMA ELECTRICO DE ALUMBRADO CON CONDUCTOR, EMPOTRADO EN TECHO O PARED PVC-SAP (SALVO INDICACION)
	TUBERIA PARA EL SISTEMA ELECTRICO DE TOMACORRIENTES CON CONDUCTOR, EMPOTRADO EN PISO, PVC-SAP (SALVO INDICACION)
	TUBERIA PARA EL SISTEMA ELECTRICO DE FUERZA CON CONDUCTOR, EMPOTRADO EN PISO PVC-SAP (SALVO INDICACION)
	SIMBOLOGIA DE EMPALME PARA DERIVACION

SIMBOLOGIA DE EMPALME PARA DERIVACION EN CAJA DE FASE

SIMBOLOGIA DE EMPALME MULTIPLE DE DERIVACION EN CAJA DE FASE

LEYENDA DE ARTEFACTOS

	ARTEFACTO RECTANGULAR PARA ADOASAR CON 02 LAMPARAS FLUORESCENTES DE 36W DE ALTO FACTOR
	ARTEFACTO TIPO BRAQUETE ADOASADO A PARED, HERMETICO PARA EXTERIORES CON LAMPARA INCANDESCENTE DE 100W, 220V, 60 CPS, CON CUERPO DE ALUMINIO INYECTADO Y ACABADO DE COLOR BLANCO
	ARTEFACTO CUADRADO PARA ADOASAR, CON CUBIERTA DE PLASTICO DE PROTECCION Y LAMPARA FLUORESCENTE CIRCULAR DE 32W
	ARTEFACTO CIRCULAR PARA ADOASAR CON LAMPARA FLUORESCENTE CIRCULAR DE 32W



PLANO DE UBICACION

ESCALA APROX 1/5000

NOTAS:

- LA SIMBOLOGIA DESCRITA EN LA LEYENDA GENERAL, SE APLICA EN TODO EL PROYECTO
- VER ESPECIFICACIONES TECNICAS EN PLANO N° 09

CUADRO DE CARGAS EXISTENTE

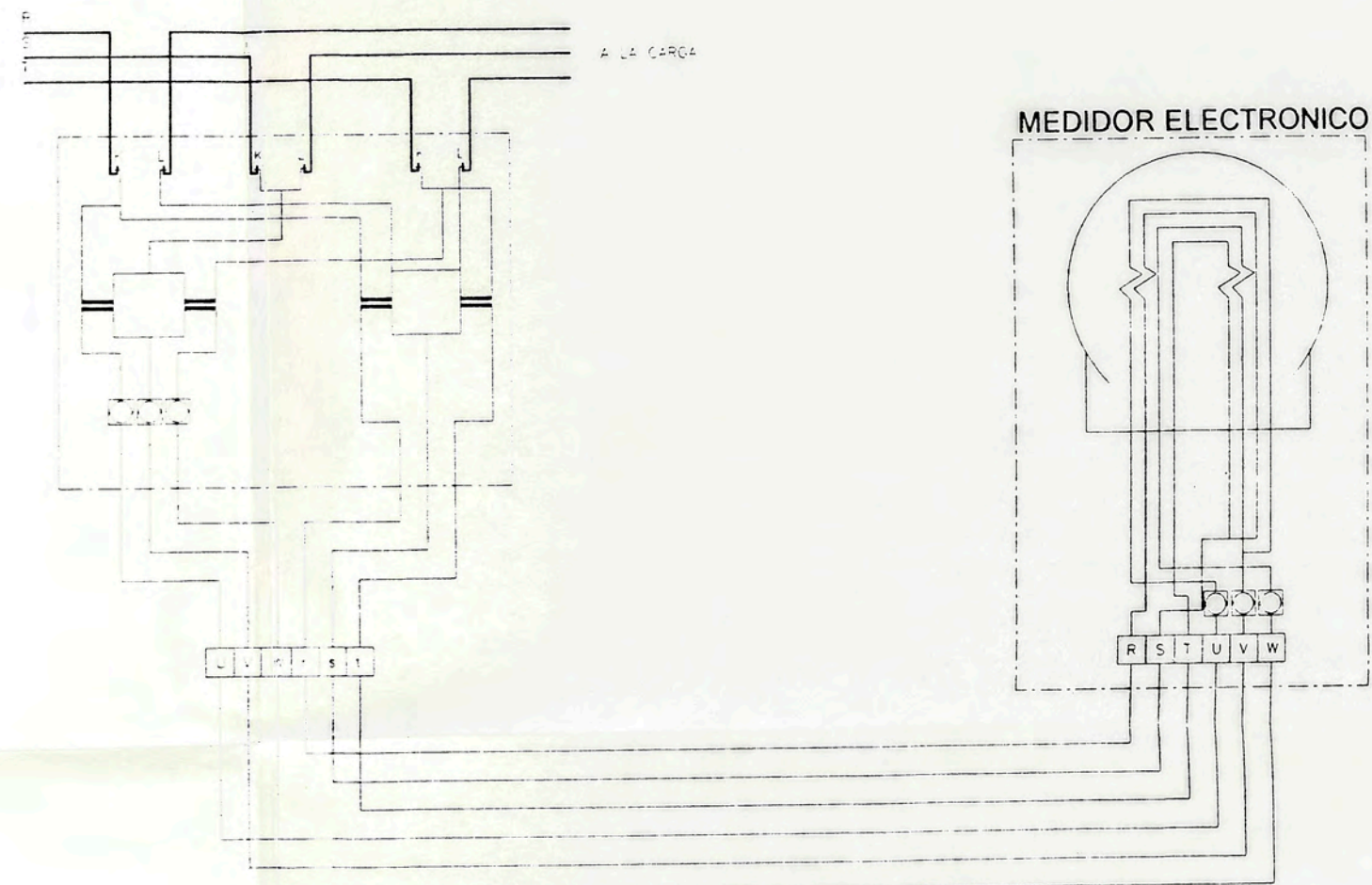
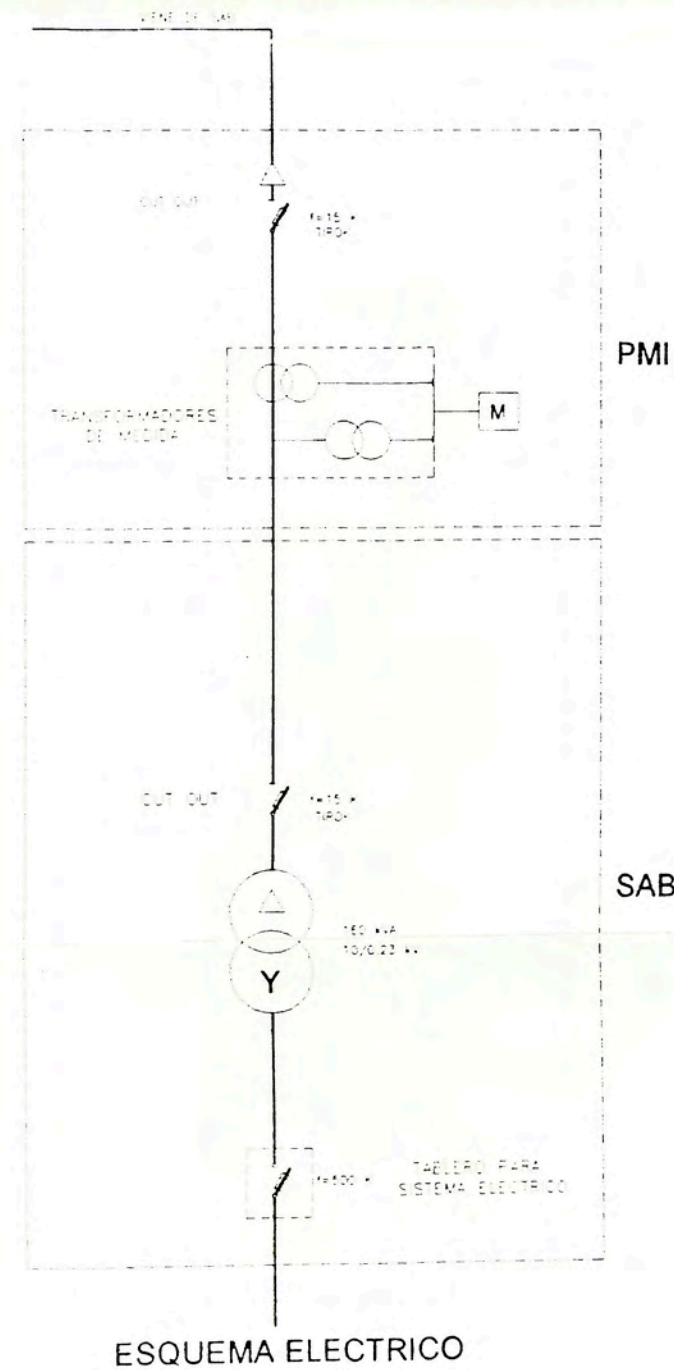
DESCRIPCION	F. (Watts)	F.D.	M <sup>2</sup> (W)
<b>Alumbrado y tomacorriente</b>			
Lab. - Ofic. 1720m <sup>2</sup> x 25W/m <sup>2</sup>	20,000	1.00	17,200
	23,000	0.70	15,940
Dep. - Alm. 1300m <sup>2</sup> x 2.5W/m <sup>2</sup>	20,000	1.00	13,000
Aire libre 242m <sup>2</sup> x 5W/m <sup>2</sup>	1,210	1.00	1,210
<b>Cargas Especiales</b>			
Estufa Gustin Hoffman 1	9,000	0.70	6,300
Estufa Gustin Hoffman 2	9,000	0.70	6,300
Bomba lustrador	1,000	0.70	700
Bomba grafeador	1,200	0.70	840
Mezclador 1	600	0.70	420
Mezclador 2	1,500	0.70	1,050
Maquina tableteadora 1	1,200	0.70	840
Maquina tableteadora 2	1,500	0.70	1,050
Extractor campana	2,200	0.70	1,540
Unidad de aire acondicionado	1,400	0.70	980
Bomba de agua	2,200	0.70	1,540
Caldera	5,000	0.70	3,500
Horno	2,200	0.70	1,540
Extractor campana	2,200	0.70	1,540
Autoclave	2,500	0.70	1,750
Unidad de aire acondicionado	1,800	0.70	1,260
Montacarga	1,500	0.70	1,050
Compresor de aire	5,600	0.70	3,920
Compresor de tabletas	6,800	0.70	4,760
Bomba de vacio	1,800	0.70	1,260
Agitador de cremas	1,000	0.70	700
Bomba homogenizadora	7,400	0.70	5,180
Bomba de jarabe	1,000	0.70	700
Maquina envasadora	1,000	0.70	700
Maquina lavadora	1,000	0.70	700
Maquina etiquetadora	1,000	0.70	700
Otras cargas existentes	5,000	0.70	3,500
<b>Sumatoria P.I.</b>	<b>125,340</b>		<b>95,030</b>
<b>Sumatoria M.D.</b>			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

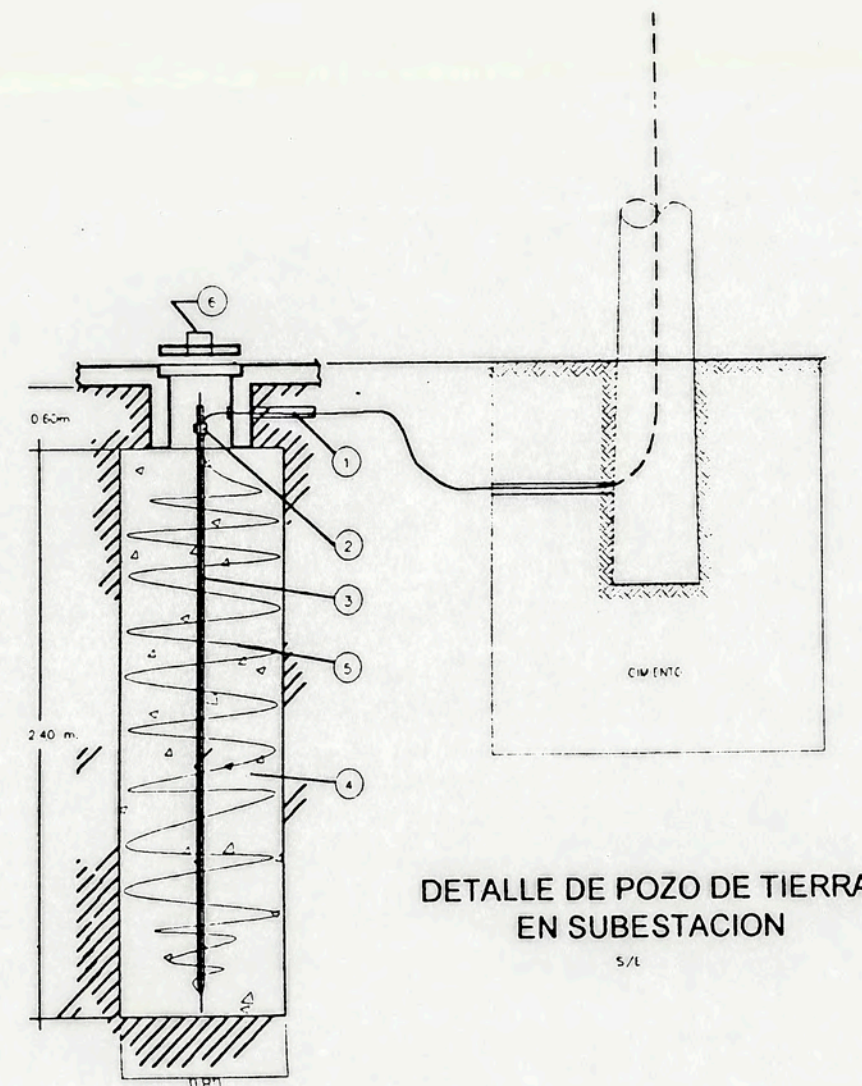
RELACION DE PLANOS, LEYENDA GENERAL Y PLANO DE UBICACION

DISEÑO	JAIME LLACHUA CORTEZ	EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA
ASESOR	UBALDO ROSADO A.	
FECHA	OCTUBRE 2000	ESCALA
		S/E
		PLANO N°
		01



ESQUEMA DE CONEXIONES DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TERMINAL EXTERIOR DE 25 mm <sup>2</sup> x 25x51
	CUT OUT 100A - 26 kv. FUSIBLE TIPO K
	MEDIDOR ELECTRONICO DE EDELNOR
	TRANSFORMADOR DE 160 kVA, 10/0.23 kv Dyn5
	RECCIONADOR DE POTENCIA TIPO NH 630A - 220V. FUSIBLE DE 500A



DETALLE DE POZO DE TIERRA EN SUBESTACION S/E

LEYENDA DE POZO DE TIERRA	
POSICION	DESCRIPCION
1	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO TIPO TW
2	BORNE PARA PUESTA A TIERRA
3	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA DE ALEACION DE COBRE C COPPERWELD
4	TIERRA VEGETAL + 5 kg DE SAND-GEL
5	CONDUCTOR CU DESNUDO
6	MANUA DE EXTRACCION DE BRONCE

INSTALACION DE PUESTA A TIERRA EDELNOR NORMAS DE DISTRIBUCION LI - 7 - 605

NOTAS:

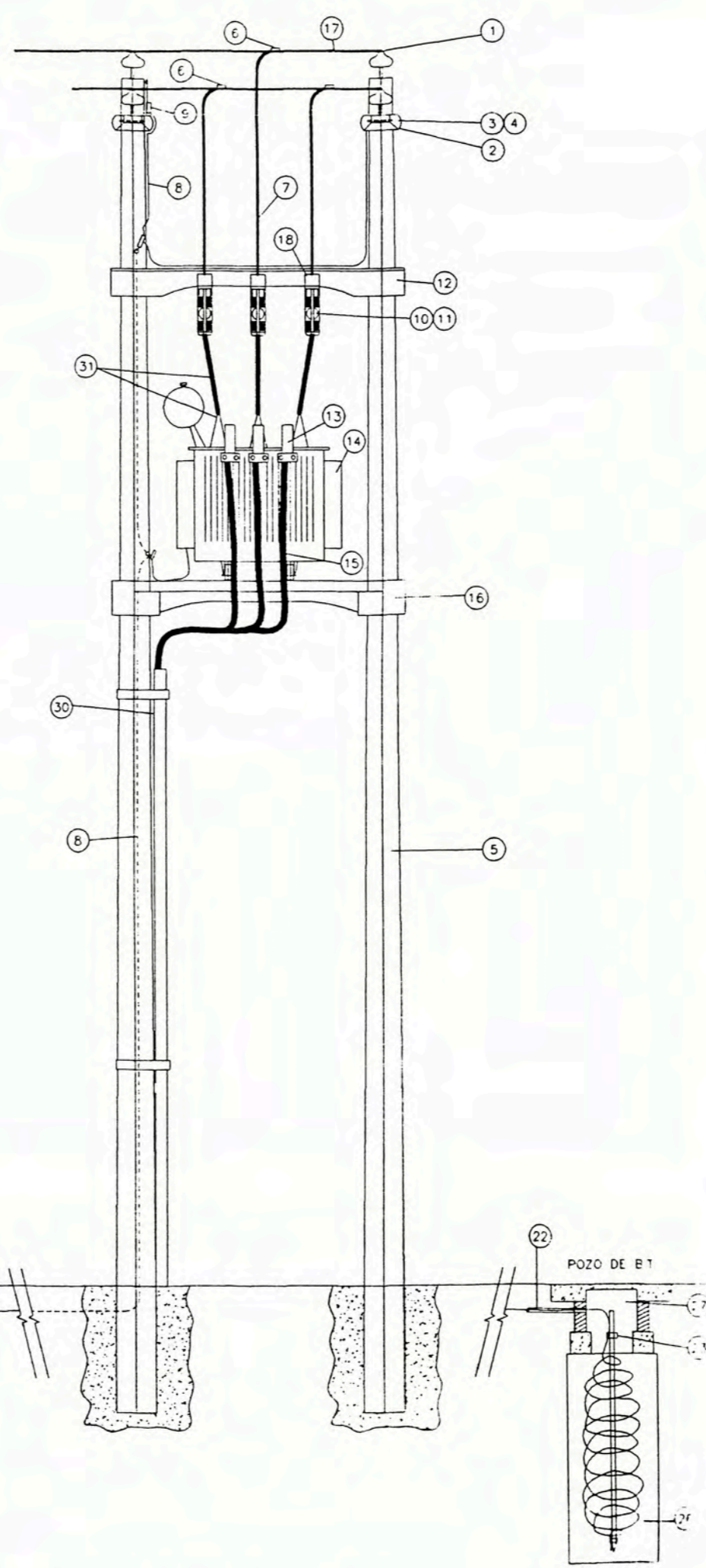
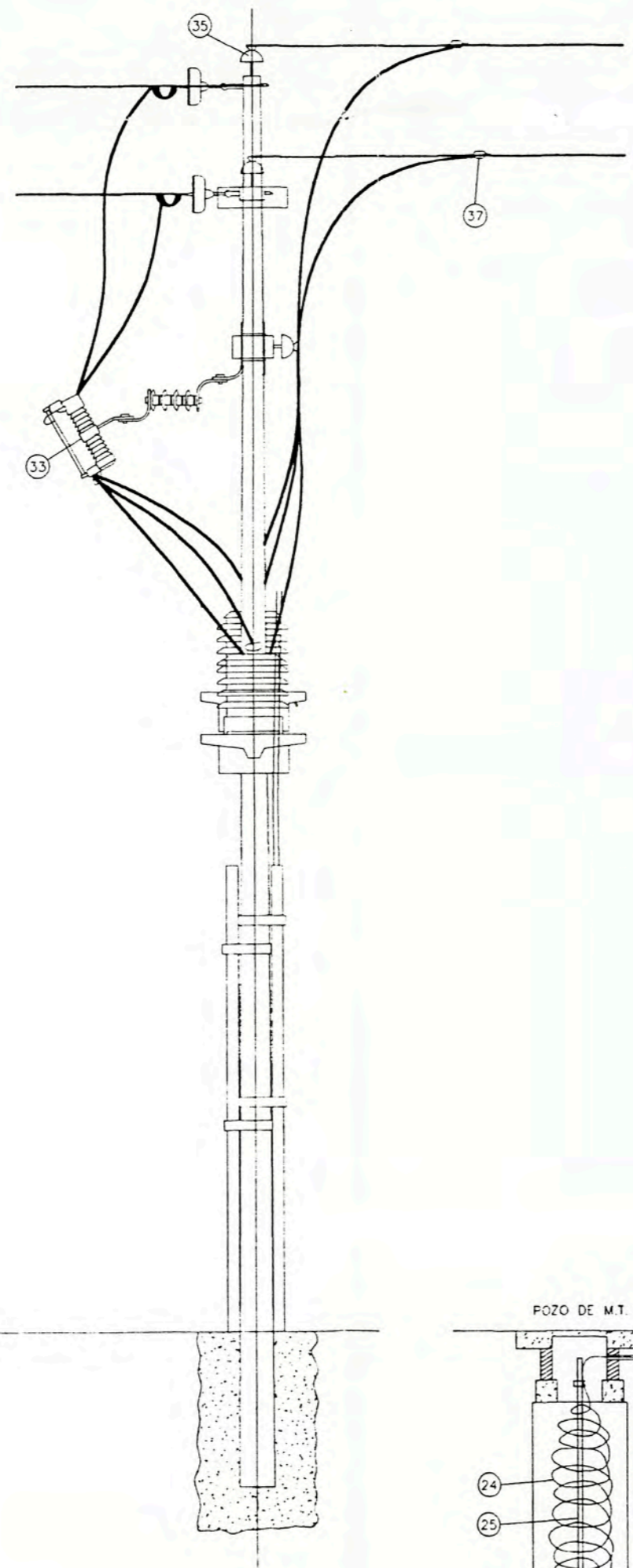
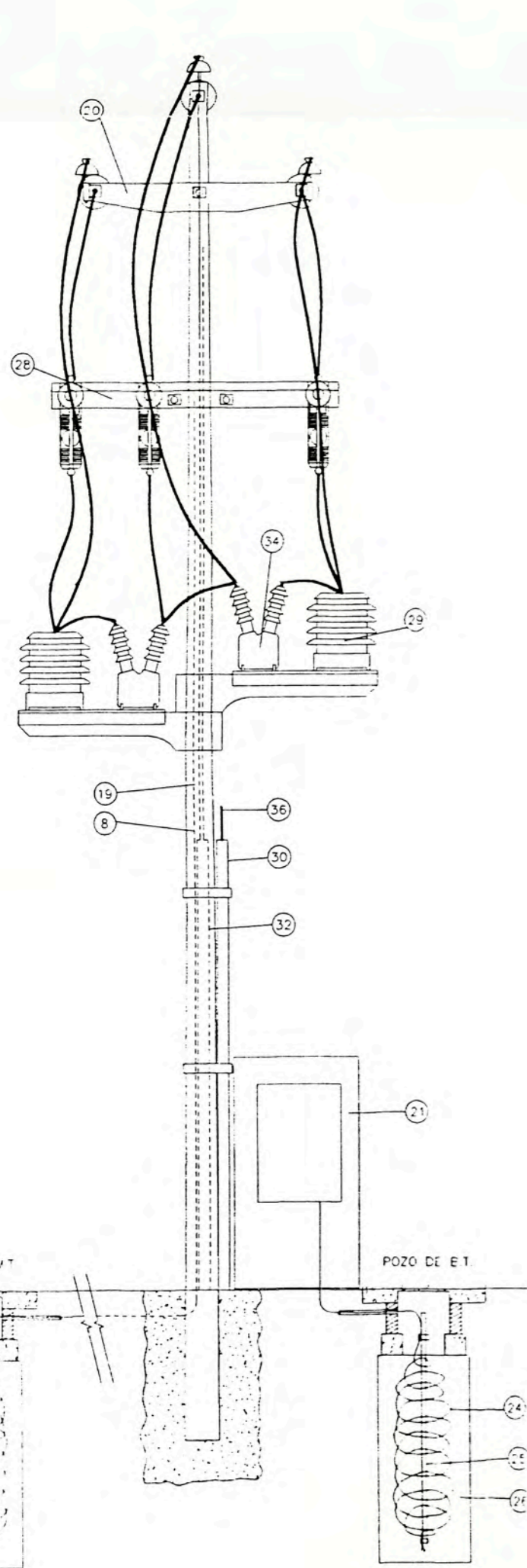
1- VER DETALLES DE SUBESTACION EN PLANO N° 02

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

SISTEMA DE UTILIZACION EN 10 KV  
ESQUEMAS ELECTRICOS,  
PUESTA A TIERRA

DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA
ASESOR UBALDO ROSADO A.	
FECHA OCTUBRE 2000	ESCALA S/E
	PLANO N° 02



LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCION
1	AMARRE DE COBRE
2	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO Z/1.2/300
3	VARILLA ROSCADA DE 5/8" x 10"
4	ARANDELA CURVADA
5	POSTE DE C.A.C. DE 11.00/40/180/345
6	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO DE 25 mm <sup>2</sup>
7	CABLE UNIPOLAR TW 35 mm <sup>2</sup>
8	CONDUCTOR DE CONEXION A TIERRA DE 16 mm <sup>2</sup> e DE CU
9	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO DE 16 mm <sup>2</sup>
10	BASE UNIPOLAR DE 100A CUT OUT
11	FUSIBLE DE EXPULSION TIPO 15K ANSI
12	PALOMILLA DE CONCRETO
13	TERMINAL A PRESION
14	TRANSFORMADOR TRIFASICO 160kVA 10/0.23 kV
15	CABLE DE COMUNICACION TIPO NYY 2(3-1x150 mm <sup>2</sup> )
16	LOZA SOSTEN DE TRANSFORMADOR
17	CONDUCTOR DE CU TEMPLE DURO DE 7 H. OS
18	AI SLADOR POLIMERIC O CLASE 25kV
19	EXTENSOR DE LINEA DE FUGA PARA BASE CUT OUT
20	CRUCETA DE CONCRETO ARMADO
21	CRUCETA DE CONCRETO ARMADO
22	TUBO PVC - SAP DE 1 1/2" e
23	BORNE PARA PUESTA A TIERRA DE BRONCE TIPO AB
24	CONDUCTOR DE COBRE BLANDO CONEXION A TIERRA DE 35 mm <sup>2</sup>
25	ELECTRODO COPPERWELD DE 16 mm <sup>2</sup> e (5/8" e) x 2.4 M.
26	TIERRA VEGETAL - GEL
27	BOVEDA DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA
28	CRUCETA ASIMETRICA DE CONCRETO Z <sub>o</sub> /1.5/0.90/250
29	TRANSFORMACION DECORRIENTE
30	TUBO PVC - SAP DE 2" e
31	SISTEMA DE AISLAMIENTO PARA TERMINALES DE BUSHING DE TRANSFORMADOR Y CABLE DE COMUNICACION EN 10 kV
32	TUBO PVC - SAP DE 3" e
33	FUSIBLE DE EXPULSION TIPO 15K ANSI
34	TRANSFORMADOR DE TENSION 10/0.1 kV
35	AI SLADOR TIPO PIN, 10 kV
36	A LOS BORNES DEL SECUNDARIO DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y TENSION
37	VANO CON TENSAO REDUCIDO (NO MAYOR DE 20 mm)
	LINEA DEL CLIENTE

**NOTAS:**

1 - DETALLES SOBRE ESQUEMAS DE MEDICION SE OBSERVAN EN EL PLANO N° 02

PUESTO DE MEDICION A LA INTEMPERIE (P.M.I.) EN 10 KV

S/E

EDELNOR NORMAS DE DISTRIBUCION MI-7-101

SUBESTACION AEREA BIPOSTE 11.00 M.

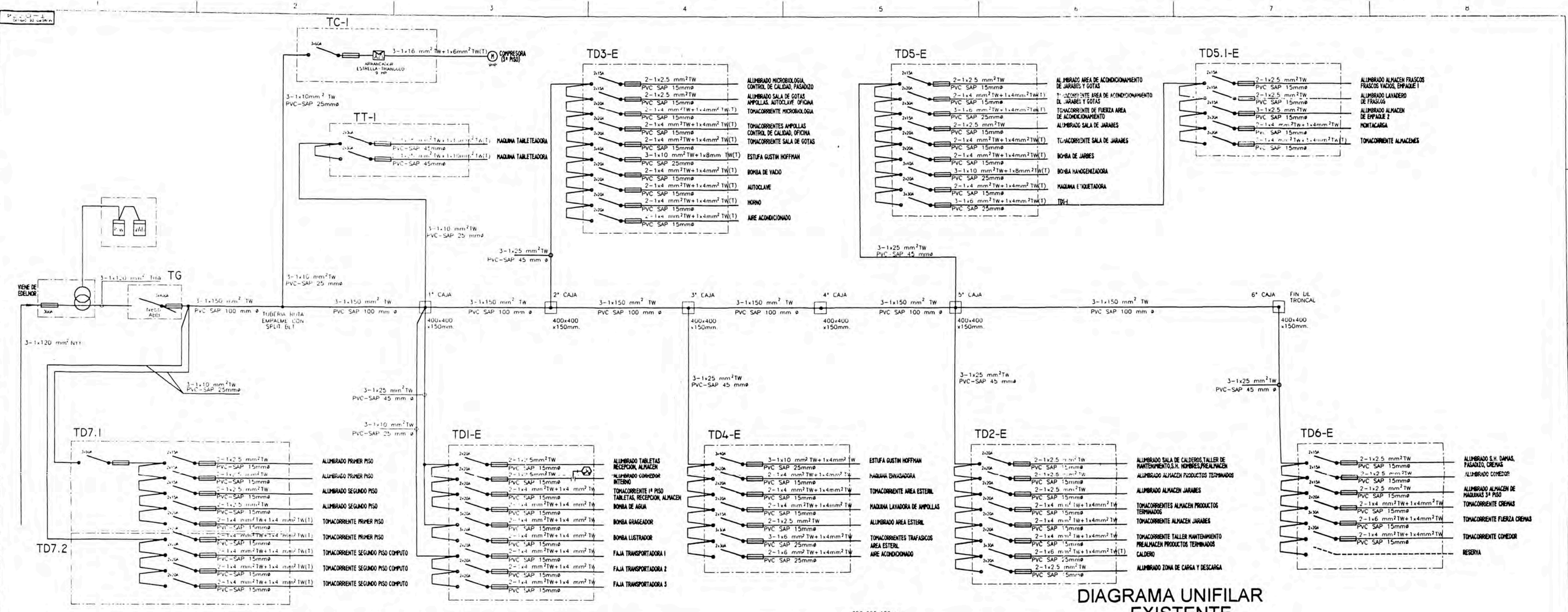
S/E

EDELNOR NORMAS DE DISTRIBUCION TI-7-550

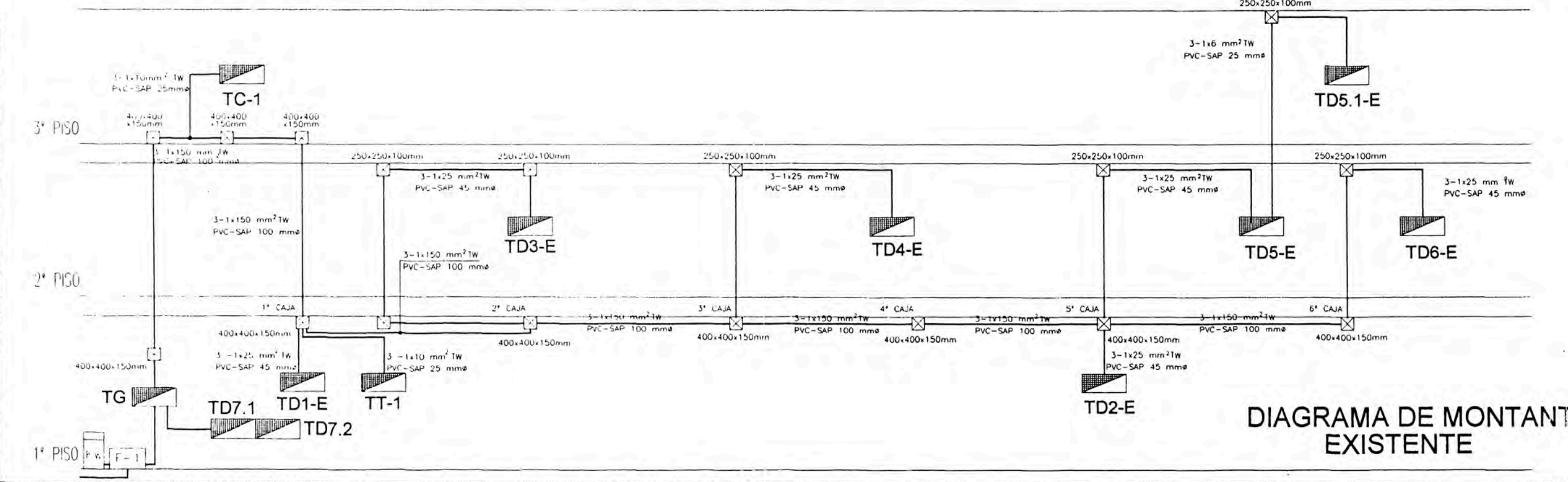
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

**SISTEMA DE UTILIZACION EN 10 KV ARMADO DE PMI Y SUBESTACION AEREA BIPOSTE**

DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICA EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA
ASESOR GERALDO ROSADO A.	
FECHA OCTUBRE 2000	ESCALA S/E
	PLANO N° 03



**DIAGRAMA UNIFILAR EXISTENTE**

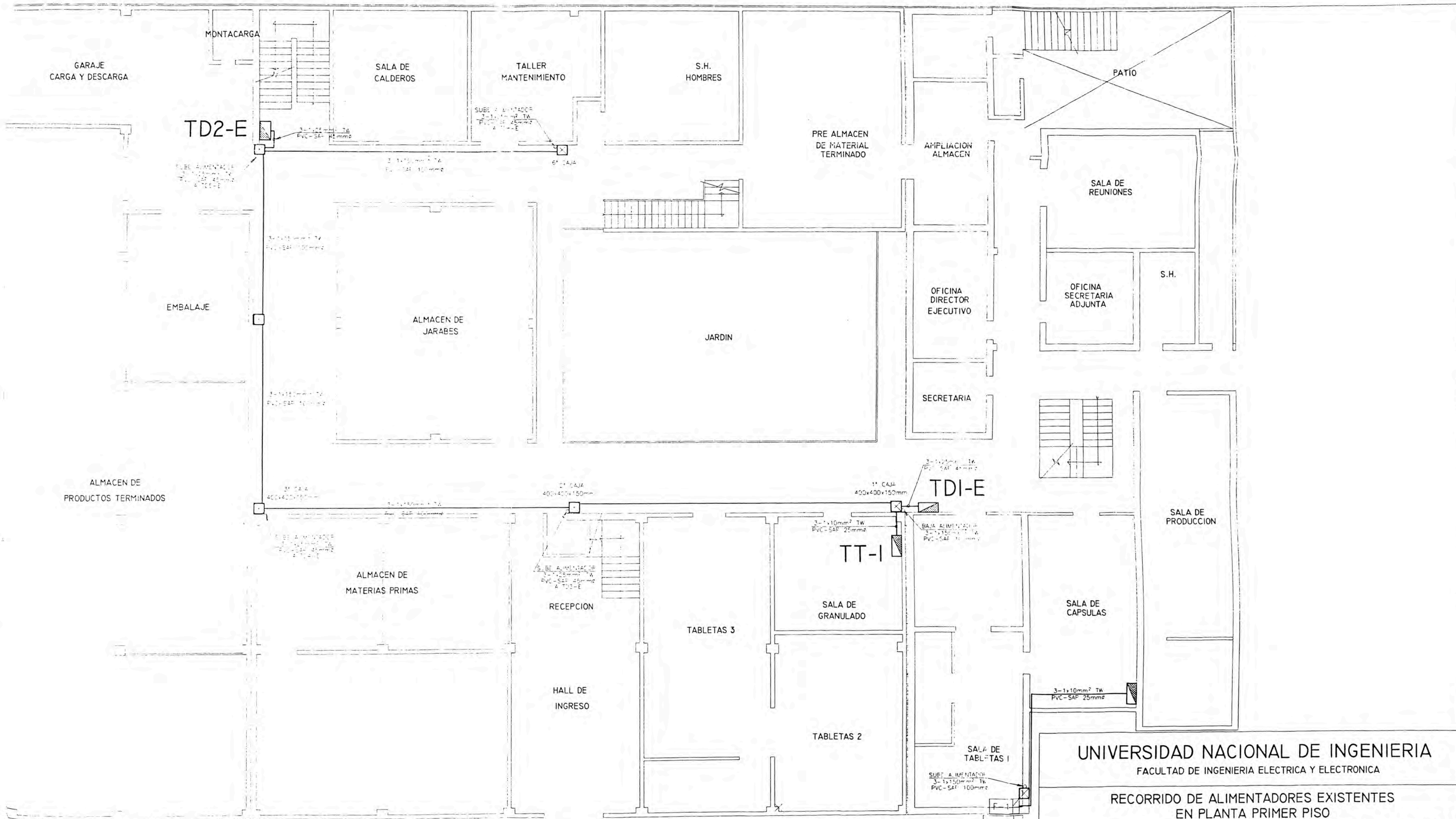


**DIAGRAMA DE MONTANTE EXISTENTE**

NOTAS:  
1.- LA DESCRIPCION DE LA SIMBOLOGIA EMPLEADA EN ESTE PLANO SE OBSERVA EN EL PLANO N° 1

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
<b>DIAGRAMA UNIFILAR DE TABLEROS ELECTRICOS Y ALIMENTADORES EXISTENTES - MONTANTE</b>		
DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ ASESOR UBALDO ROSADO A.	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
FECHA OCTUBRE 2000	ESCALA S/E	PLANO N° 04



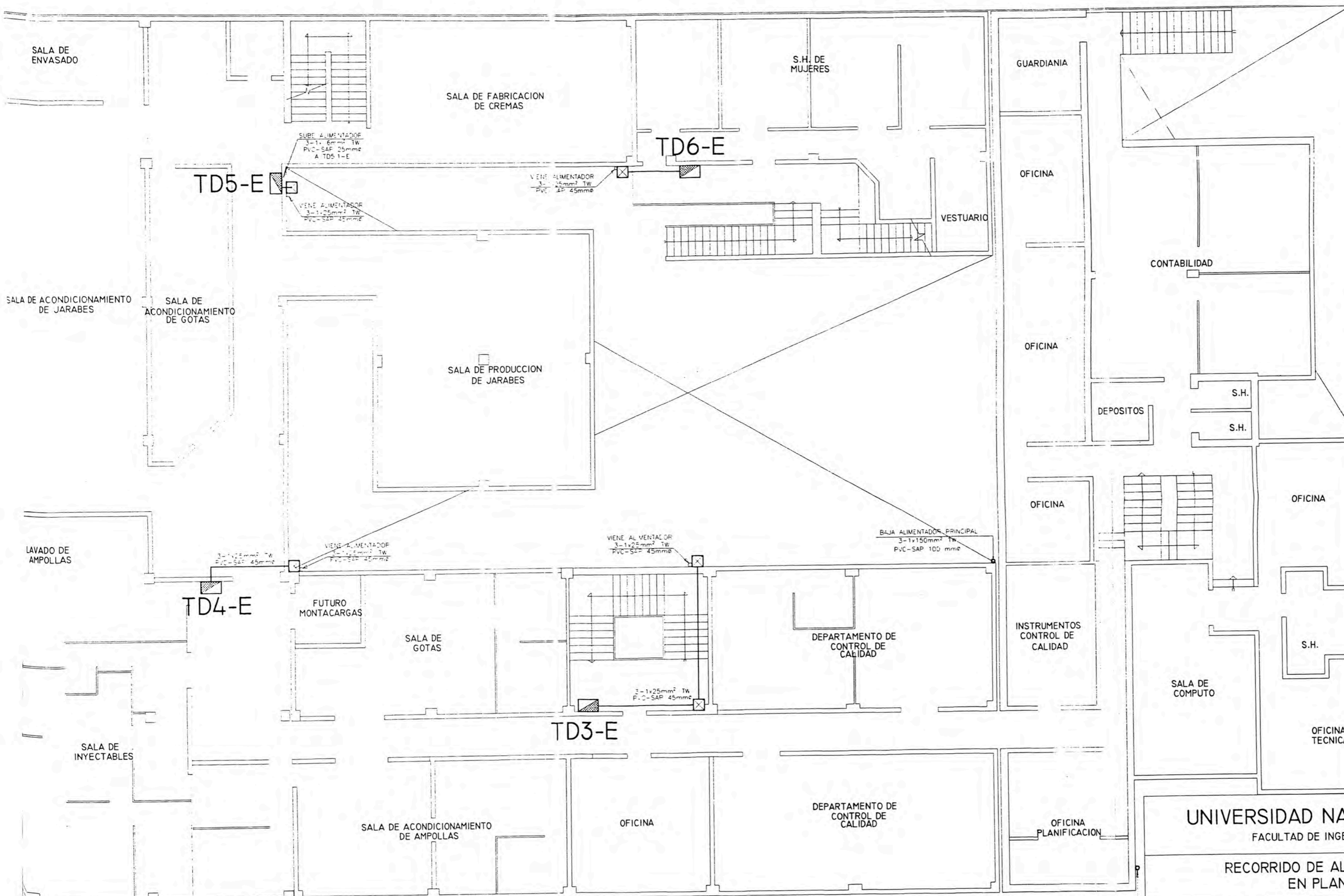


NOTAS:  
 1- VER LEGENDA GENERAL DE SIMBOLOS UTILIZADA EN ESTE PLANO EN EL PLANO Nº 01  
 2- VER DIAGRAMA UNILAR EXISTENTE EN PLANO Nº 04

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

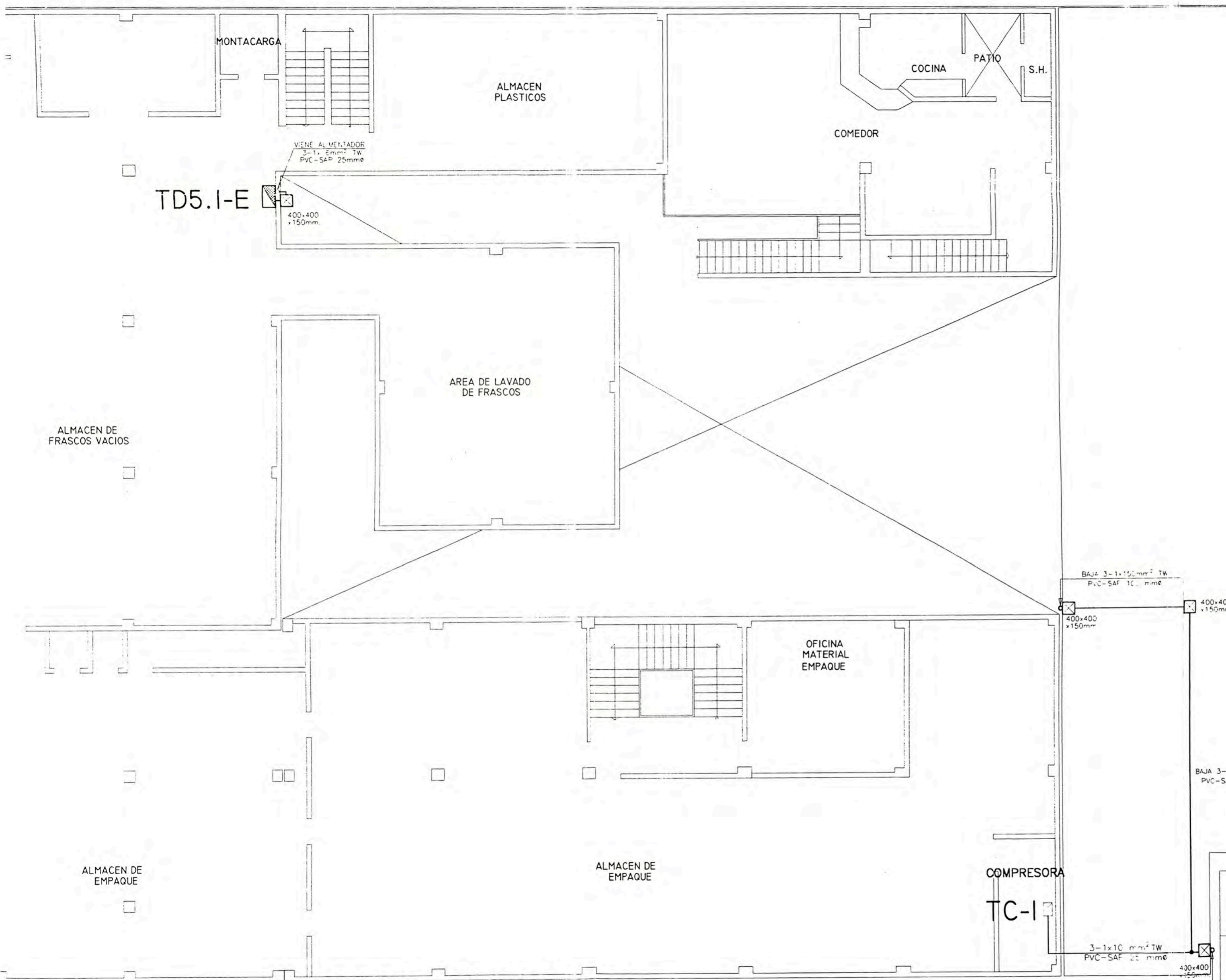
**RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA PRIMER PISO**

DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
ASESOR UBALDO ROSADO A.		
FECHA SEPTIEMBRE 2000	ESCALA 1/100	PLANO Nº 05



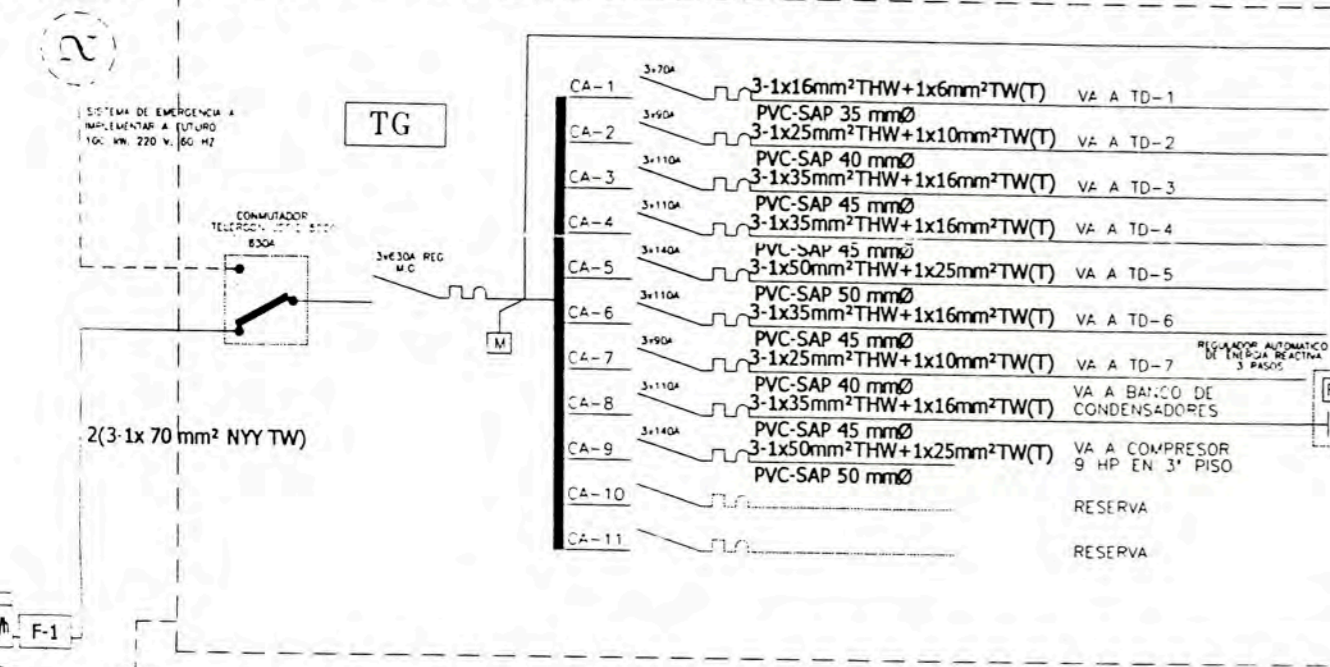
NOTAS:  
 1-VER LEYENDA GENERAL DE SIMBOLOGIA USADA EN ESTE PLANO EN PLANO N° 01  
 2-VER DIAGRAMA UNIFICAR EXISTENTE EN PLANO N° 04

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
<b>RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA SEGUNDO PISO</b>		
DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
ASESOR UBALDO ROSADO A.	ESCALA 1/100	PLANO N° 06
FECHA SEPTIEMBRE 2000		



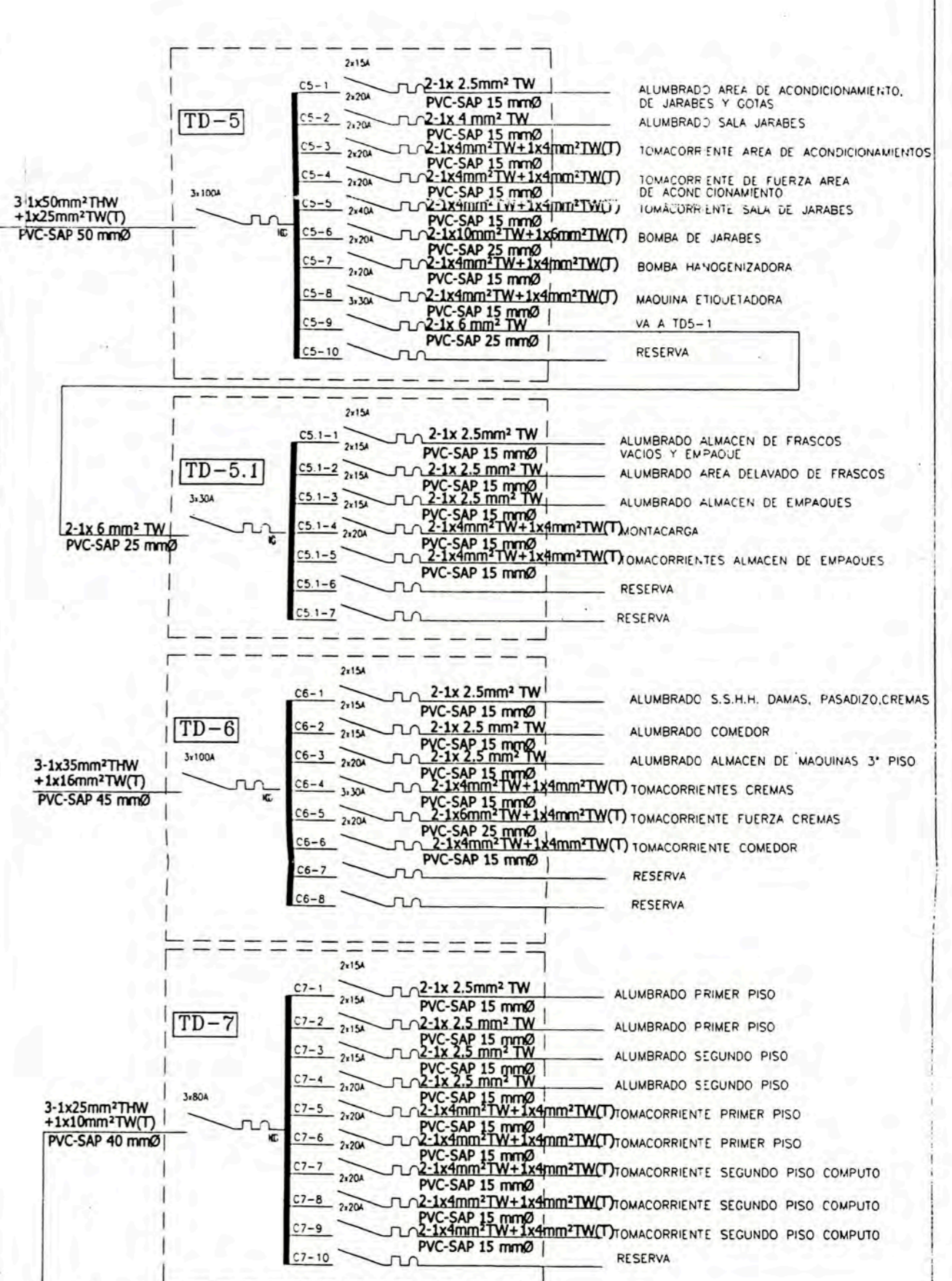
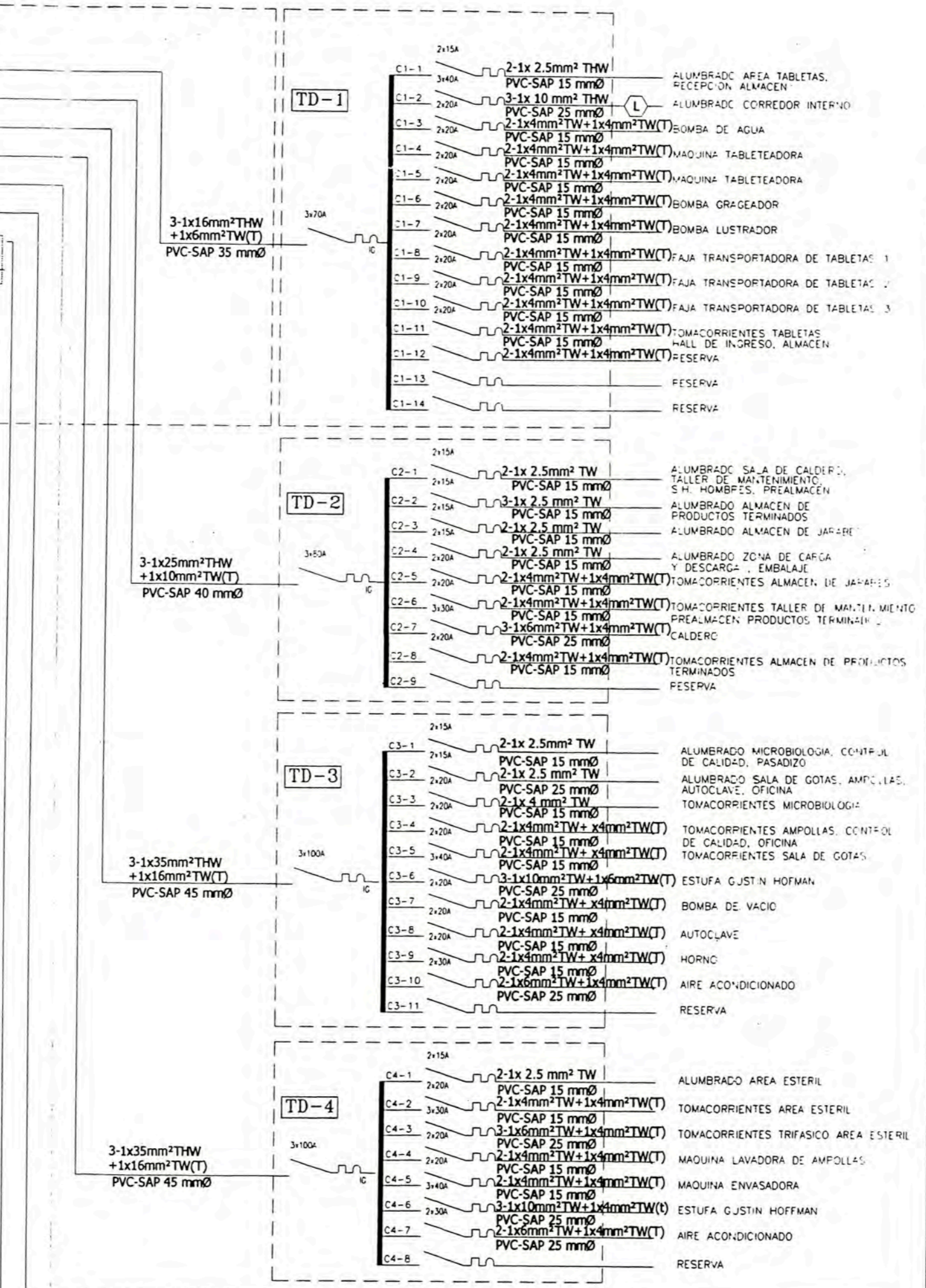
NOTAS:  
 -VER LEGENDA GENERAL DE SIMBOLOS USADA EN ESTE PLANO EN PLANO N° 01  
 -VER DIAGRAMA UNIFILAR EXISTENTE EN PLANO N° 04

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
<b>RECORRIDO DE ALIMENTADORES EXISTENTES EN PLANTA TERCER PISO</b>		
DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
ASESOR UBALDO ROSADO A.		
FECHA SEPTIEMBRE 2000	ESCALA 1/100	PLANO N° 07



POZO DE TIERRA DE COMPUTO

mm <sup>2</sup>	AWG MCM
2.5	14
4	12
6	10
10	8
16	6
25	4
35	2
50	1
70	2/0
95	3/0
120	4/0
150	250MCM
185	350
240	400
300	500



NOTAS:

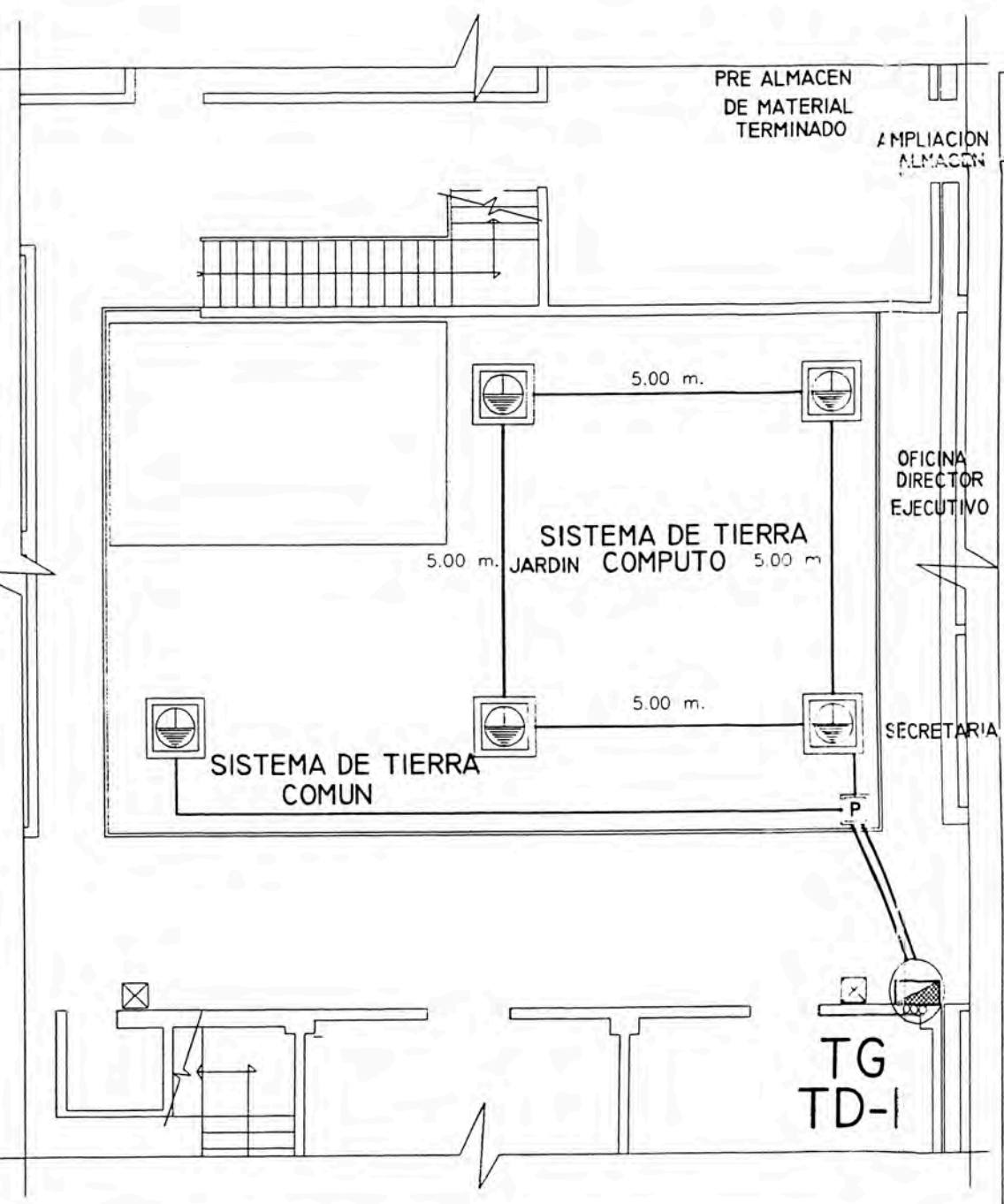
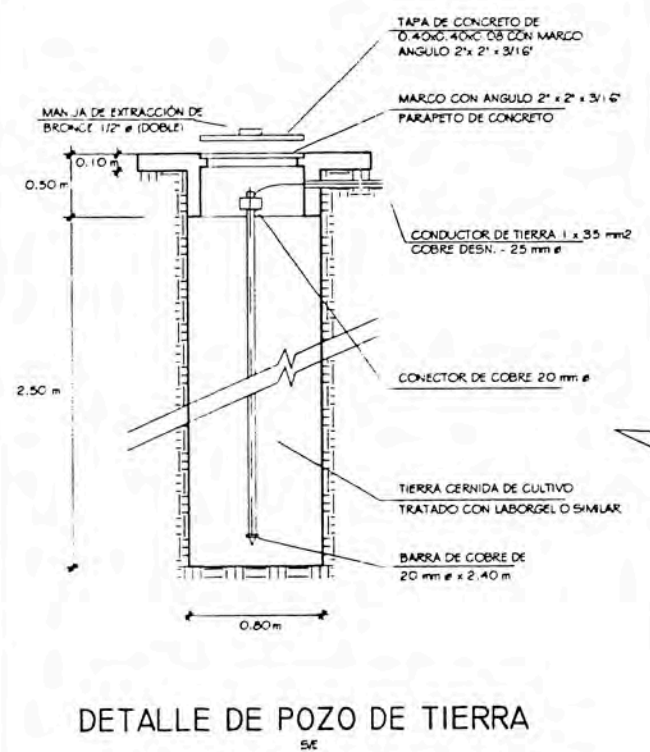
- 1.-VER DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA EMPLEADA EN ESTE PLANO EN EL PLANO N° 1
- 2.-LOS CALIBRES DE CABLES Y TUBERIAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS, PARA LAS CONVERSIONES VER CUADRO RESPECTIVO
- 3.-EL CUADRO DE EQUIVALENCIAS HA SIDO TOMADO DEL CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD TOMO V-1992

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO

DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA		
ASESOR UBALDO ROSADO A.	ESCALA S/E	PLANO N° 08	
FECHA OCTUBRE 2000			

CUADRO DE CARGAS PROYECTADO			
DESCRIPCION	P.I. (Watts)	F.D.	M.D. (kW)
<b>Iluminado y tomacorriente</b>			
ab - Ofic. 1720m <sup>2</sup> x 25W/m <sup>2</sup>	20,000	1.00	20.000
	23,000	0.70	16.100
Esp - Alm 1300m <sup>2</sup> x 2.5W/m <sup>2</sup>	20,000	1.00	3.250
Aire libre 242m <sup>2</sup> x 5W/m <sup>2</sup>	1,210	1.00	1.210
<b>Cargas Especiales</b>			
Estufa Gustin Hoffman 1	9,000	0.70	6.300
Estufa Gustin Hoffman 2	9,000	0.70	6.300
Bomba ilustrador	1,200	0.70	0.840
Bomba graeador	1,200	0.70	0.840
Mezclador 1	680	0.70	0.476
Mezclador 2	1,500	0.70	1.050
Maquina tableteadora 1	1,200	0.70	0.840
Maquina tableteadora 2	1,500	0.70	1.050
Extractor campana	2,200	0.70	1.540
Unidad de aire acondicionado	1,400	0.70	0.980
Bomba de agua	2,200	0.70	1.540
Caldero	5,000	0.70	3.500
Horno	2,200	0.70	1.540
Extractor campana	2,200	0.70	1.540
Autoclave	2,500	0.70	1.750
Unidad de aire acondicionado	1,800	0.70	1.260
Montacarga	1,500	0.70	1.050
Compresor de aire	5,600	0.70	3.920
Compresor de tabletas	6,800	0.70	4.760
Bomba de vacio	1,800	0.70	1.260
Agitador de cremas	1,000	0.70	0.700
Bomba homogenizadora	7,400	0.70	5.180
Bomba de jarabe	1,000	0.70	0.700
Maquina envasadora	1,000	0.70	0.700
Maquina lavadora	1,000	0.70	0.700
Maquina etiquetadora	1,000	0.70	0.700
Otras cargas existentes	5,000	0.70	3.500
Cargas proyectada	35,000	0.70	28.000
Sumatoria P.I	160,340		
Sumatoria M.D			123.076



### ESPECIFICACIONES Y NOTAS GENERALES DEL SISTEMA ELECTRICO PROYECTADO

- CONDUCTORES**
  - LOS CONDUCTORES SERAN DE COBRE ELECTROLITICO UNIPOLARES, ESPECIFICADO EN mm<sup>2</sup> DE SECCION
  - LOS CONDUCTORES DE ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DE FUERZA SERAN CON AISLAMIENTO TERMOPLASTICO TIPO THW PARA TENSION DE SERVICIO DE 600V Y TEMPERATURA DE OPERACION DE 75°C Y DEL TIPO THW PARA CIRCUITOS DERIVADOS PARA UNA TENSION DE SERVICIO DE 600V
  - EL CALIBRE MINIMO DE LOS CONDUCTORES A EMPLEARSE SERAN DE 4mm<sup>2</sup>.
  - LOS CONDUCTORES DEBEN LLEVAR ACOTACION INDICADA DEL TIPO DE AISLAMIENTO Y NOMBRE DEL FABRICANTE MARCADAS EN FORMA PERMANENTE A INTERVALOS REGULARES EN TODA LA LONGITUD DEL CONDUCTOR (PIRELLI O INDECO)
  - LOS CONDUCTORES DEBERAN SER IDENTIFICADOS SEGUN EL CODIGO DE COLORES (A LA FASE R,S,T LES CORRESPONDE LOS COLORES ROJO, VERDE, NEGRO RESPECTIVAMENTE; Y EL CABLE DE PUESTA A TIERRA O PROTECCION SERA DE COLOR AMARILLO)
- TUBERIAS**
  - LAS TUBERIAS SERAN DE CLORURO DE POLIVINILO DEL TIPO STANDAR AMERICANO LIVIANO (PVC-SAP) DE 20 mmø (MINIMO)
  - SALVO INDICACION EN PLANO SE USARAN CURVAS NORMALIZADAS Y CONECTORES TUBO A CAJA DEL MISMO MATERIAL
  - EN DONDE CORRESPONDA LAS TUBERIAS SE INSTALARAN DIRECTAMENTE EN CONTACTO CON EL TERRENO Y DEBERAN SER PROTEGIDAS CON UN DADO DE CONCRETO Pobre DE 15cm. DE ESPESOR A 0.30m. DE PROFUNDIDAD COMO MINIMO.
  - TODAS LAS TUBERIAS DEBEN SER INSTALADAS CON ALAMBRE GUIA N° 16 (GALVANIZADO)
- CAJAS DE PASE**
  - LAS CAJAS DE PASE DE ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, INTERRUPTORES, PASO SERAN DE FIERRO GALVANIZADO EN CALIENTE DEL TIPO PESADO
- TABLEROS**
  - LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION SERAN EMPOTRADOS EN GABINETE METALICO CON TAPA HERMETICA DEL MISMO MATERIAL (F' G'). LOS INTERRUPTORES SERAN TERMOMAGNETICOS AUTOMATICOS DEL TIPO NO FUSE, TENDRAN BARRA DE COBRE PARA LA CONEXION A TIERRA.
- NOTAS GENERALES**
  - EL CONTRATISTA DEBERA SUMINISTRAR E INSTALAR LAS CAJAS DE PASE REQUERIDAS PARA LA INSTALACION CUYAS DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DEBEN CUMPLIR LO INDIUCADO EN LEYENDAS ESPECIFICACIONES Y CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
  - TODAS LAS TUBERIAS EMPOTRADAS POR EL PISO SE ORDENARAN Y COORDINARAN CON LAS TUBERIAS SANITARIAS DEBIENDO IMPERMEABILIZARLAS CONVENIENTEMENTE, CON UNA SEPARACION MINIMA DE 0.30
  - TODAS LAS SALIDAS DE FUERZA LLEVARAN CONDUCTORES DESNUDO PARA PROTECCION A TIERRA DE 1x4mm<sup>2</sup> COMO MINIMO
  - TODAS LAS CAJAS PARA DERIVACION O SALIDAS EN AMBIENTES HUMEDOS SERAN HERMETICOS A PRUEBA DE HUMEDAD Y LA ALTURA SE CONFIRMARA EN OBRA.
  - EL PRESENTE PROYECTO SE CONTEMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS, MEMORIA DESCRIPTIVA Y CONSIDERACIONES GENERALES EN EL MISMO
  - PARA TODO LO INDICADO SON VALIDOS LAS PRESCRIPCIONES DEL CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, TOMO I Y V, REGLAMENTO NACIONAL DE CONTRUCCIONES Y DEMAS NORMAS VIGENTES

#### NOTAS:

- LAS EQUIVALENCIAS DE LOS CALIBRES DE CABLES SE OBSERAN EN EL PLANO N° 08
- VER LEYENDA GENERAL DE SIMBOLOGIA USADA EN PLANO N° 01

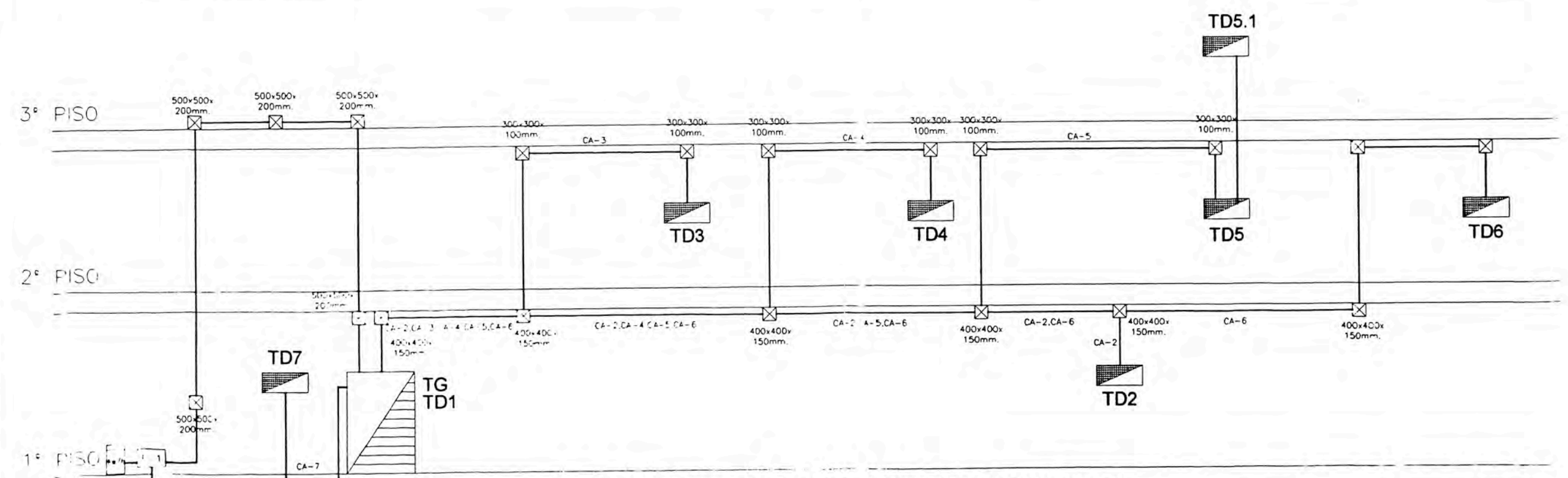
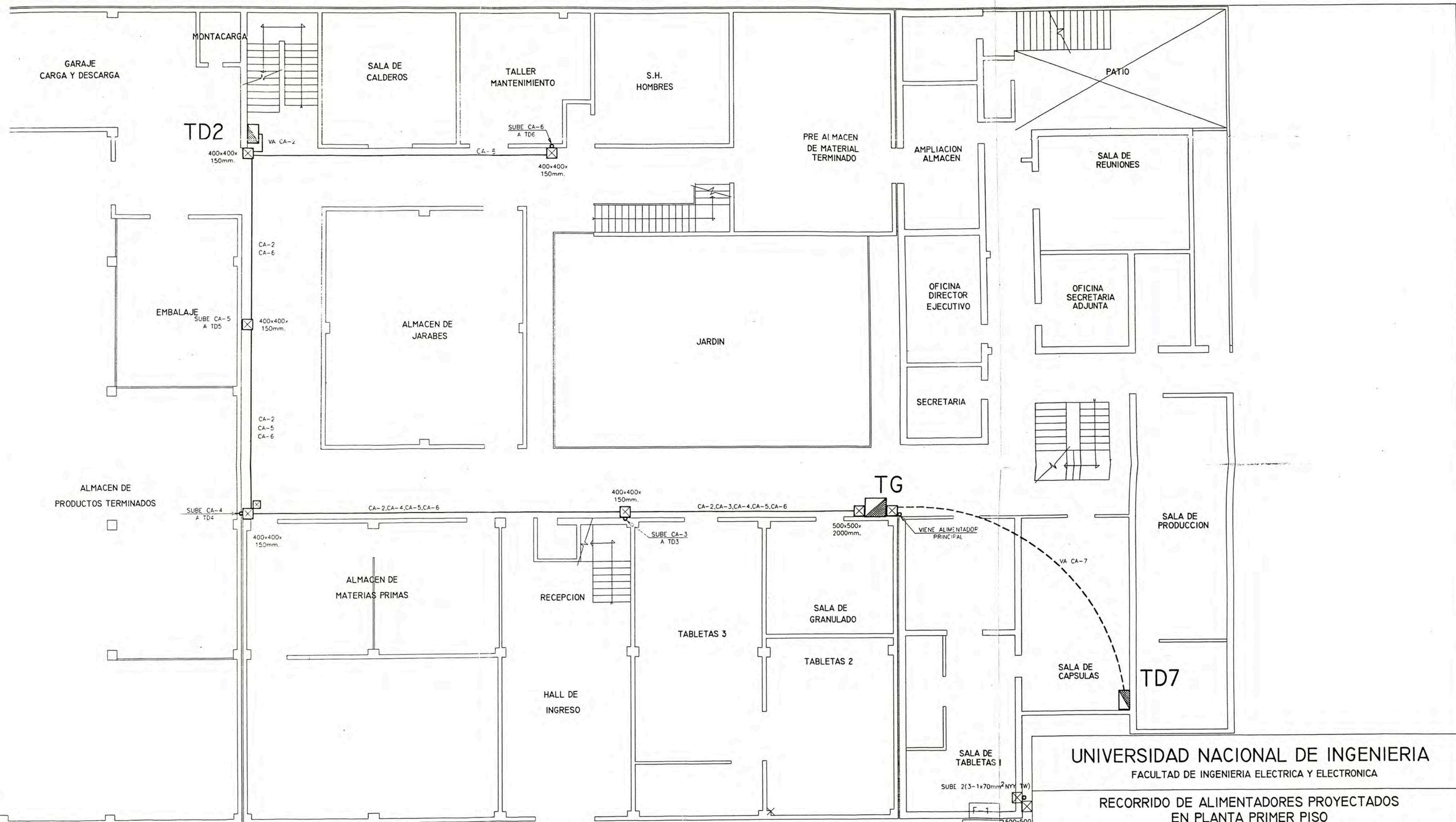


DIAGRAMA DE MONTANTE PROYECTADO

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

**DIAGRAMA DE MONTANTE Y SISTEMA DE TIERRA PROYECTADAS**

DISEÑO JAIMÉ LLACHUA CORTEZ ASESOR UBALDO ROSADO A.	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>
FECHA OCTUBRE 2000	ESCALA 1/100
	PLANO N° 09



NOTAS:  
 1.-VER DIAGRAMA UNIFILAR EN PLANO N° 08  
 2.-VER DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA EMPLEADA EN PLANO N° 01  
 3.-ESTE PLANO COORDINA CON EL DIAGRAMA UNIFILAR DEL PLANO N° 09

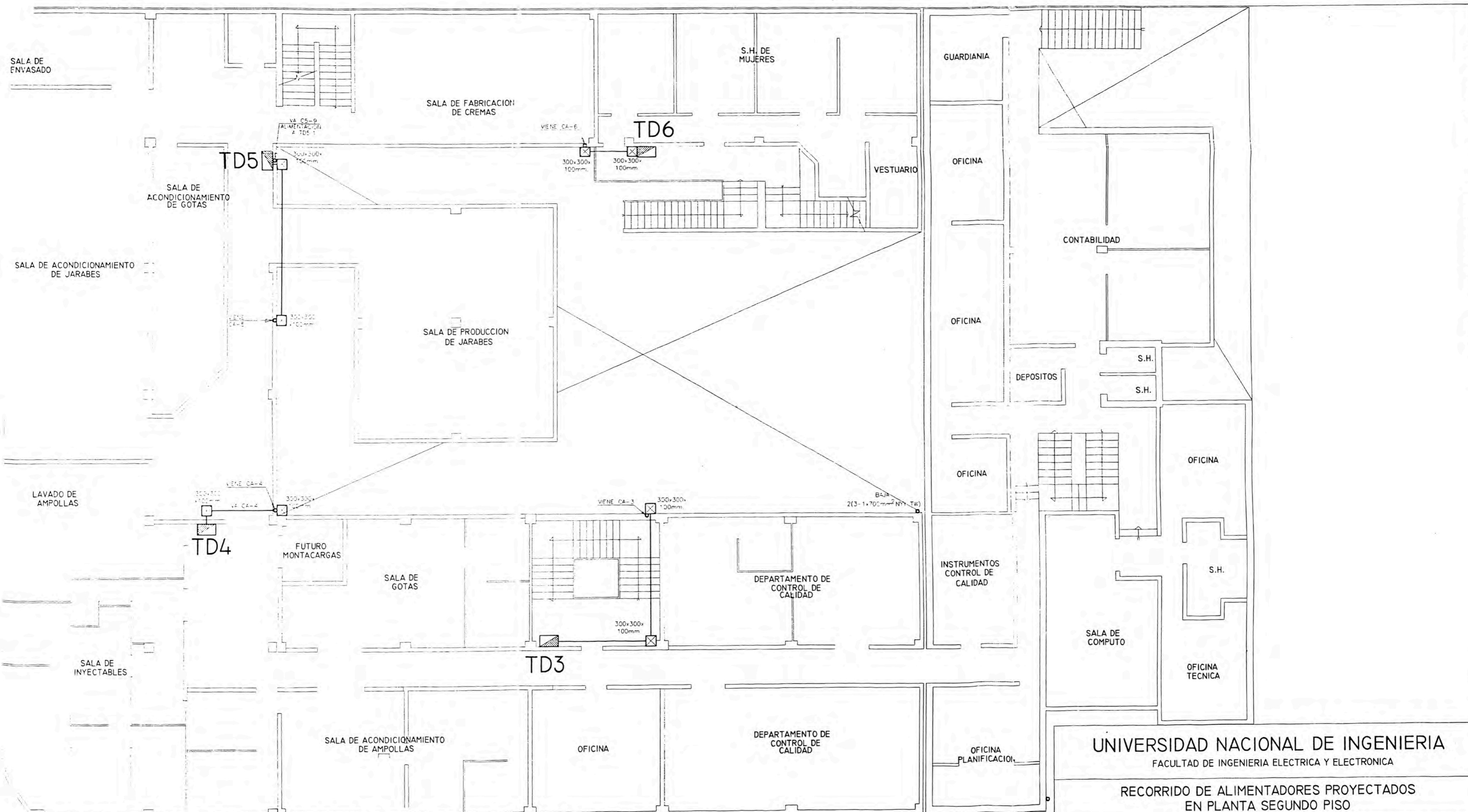
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

**RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA PRIMER PISO**

**EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA**

DISENO	JAIME LLACHUA CORTEZ
ASESOR	UBALDO ROSADO A.
FECHA	SEPTIEMBRE 2000

ESCALA	1/100	PLANO N°	10
--------	-------	----------	----



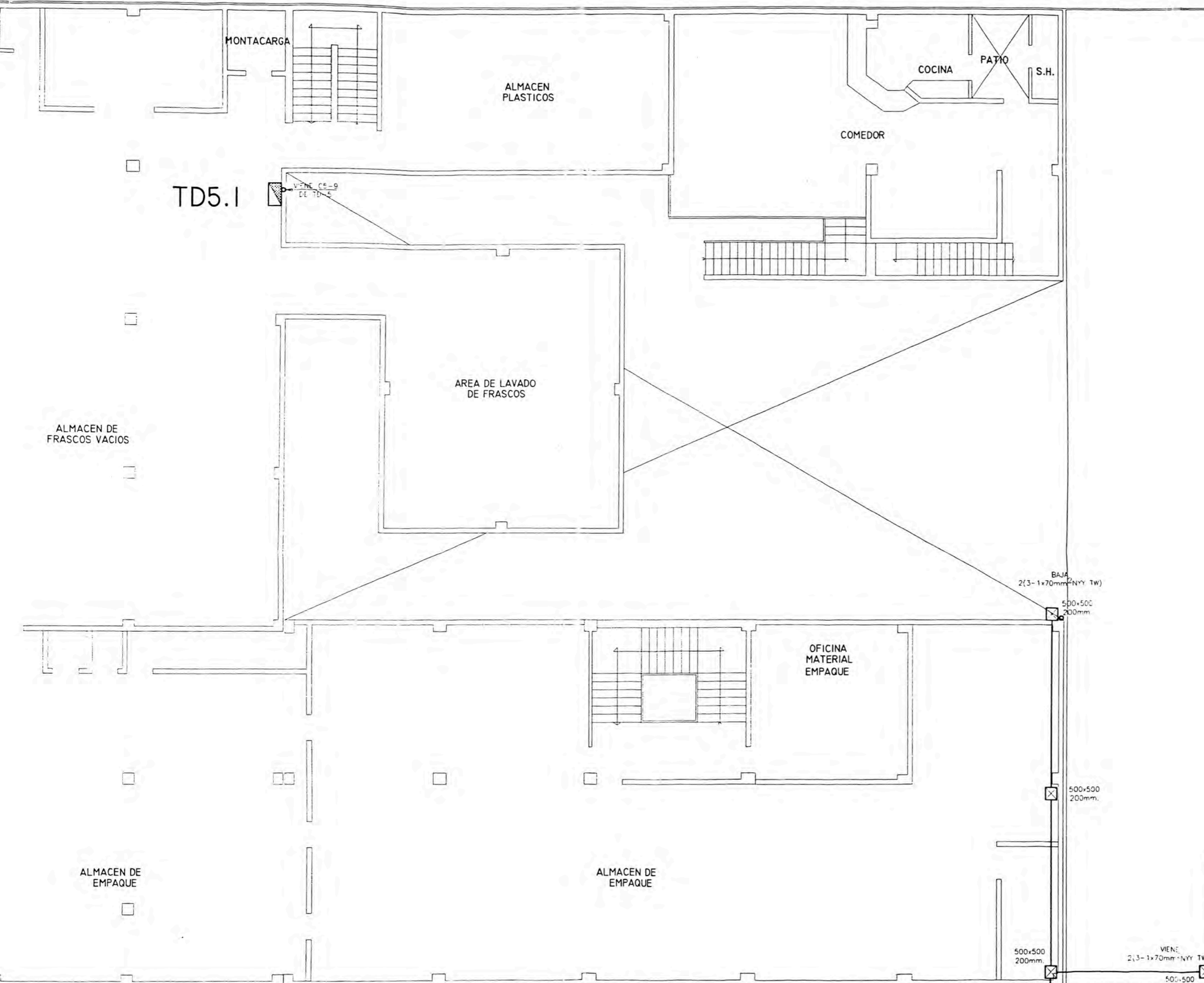
**NOTAS:**

- 1- VER DIAGRAMA UNIFILAR EN PLANO N° 08
- 2- VER DESCRIPCIÓN DE SIMBOLOGÍA EMPLEADA EN PLANO N° 01
- 3- ESTE PLANO COORDINA CON EL DIAGRAMA UNIFILAR DEL PLANO N° 09

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

**RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA SEGUNDO PISO**

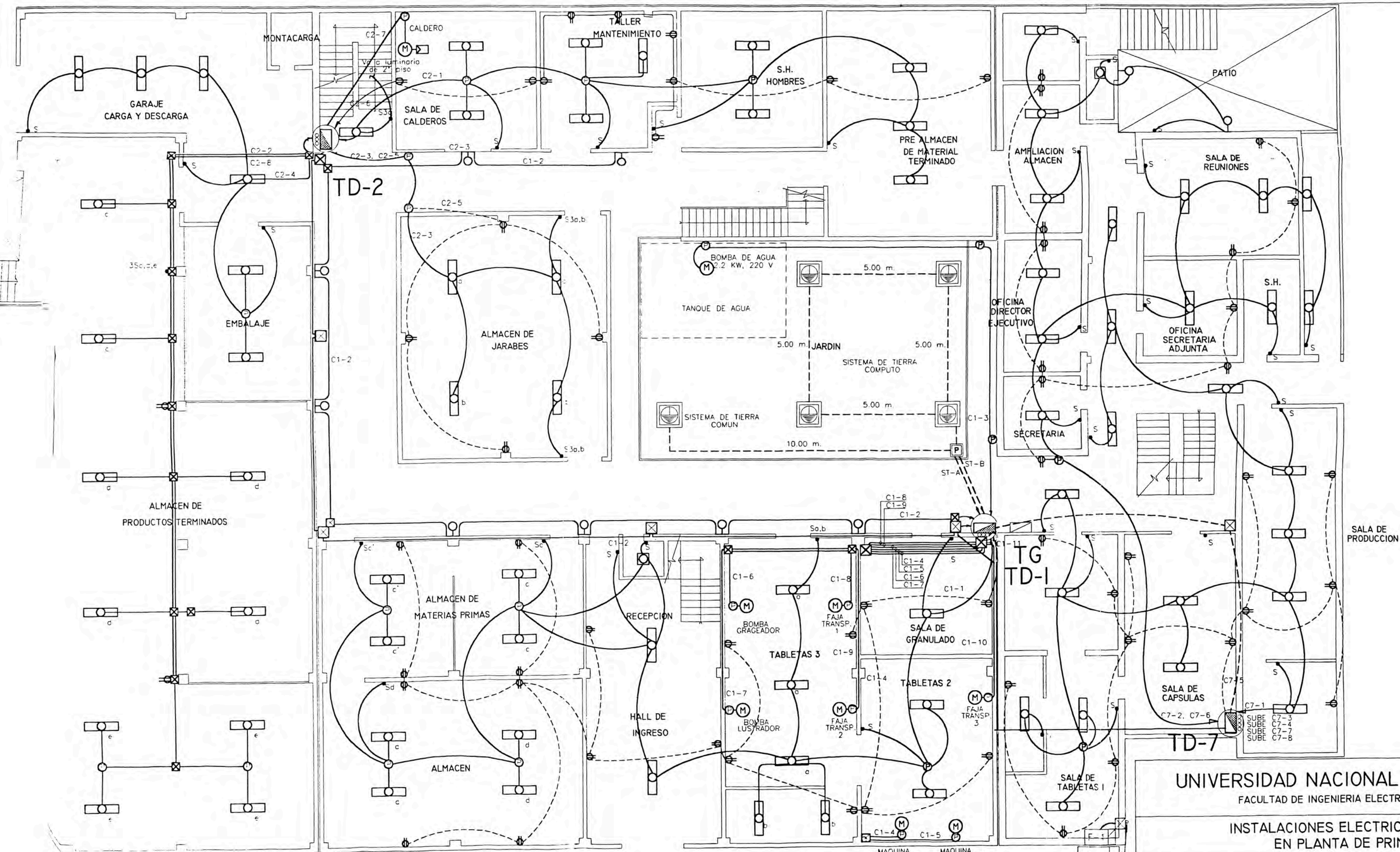
DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
ASESOR UBALDO ROSADO A.		
FECHA SEPTIEMBRE 2000	ESCALA 1/100	PLANO N° 11



NOTAS:  
 1-VER DIAGRAMA UNIFILAR EN PLANO N° 08  
 2-VER DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA EMPLEADA EN PLANO N° 01  
 3-ESTE PLANO COORDINA CON EL DIAGRAMA UNIFILAR DEL PLANO N° 09

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
<b>RECORRIDO DE ALIMENTADORES PROYECTADOS EN PLANTA TERCER PISO</b>		
DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
ASESOR UBALDO ROSADO A.		
FECHA SEPTIEMBRE 2000	ESCALA 1/100	PLANO N° 12

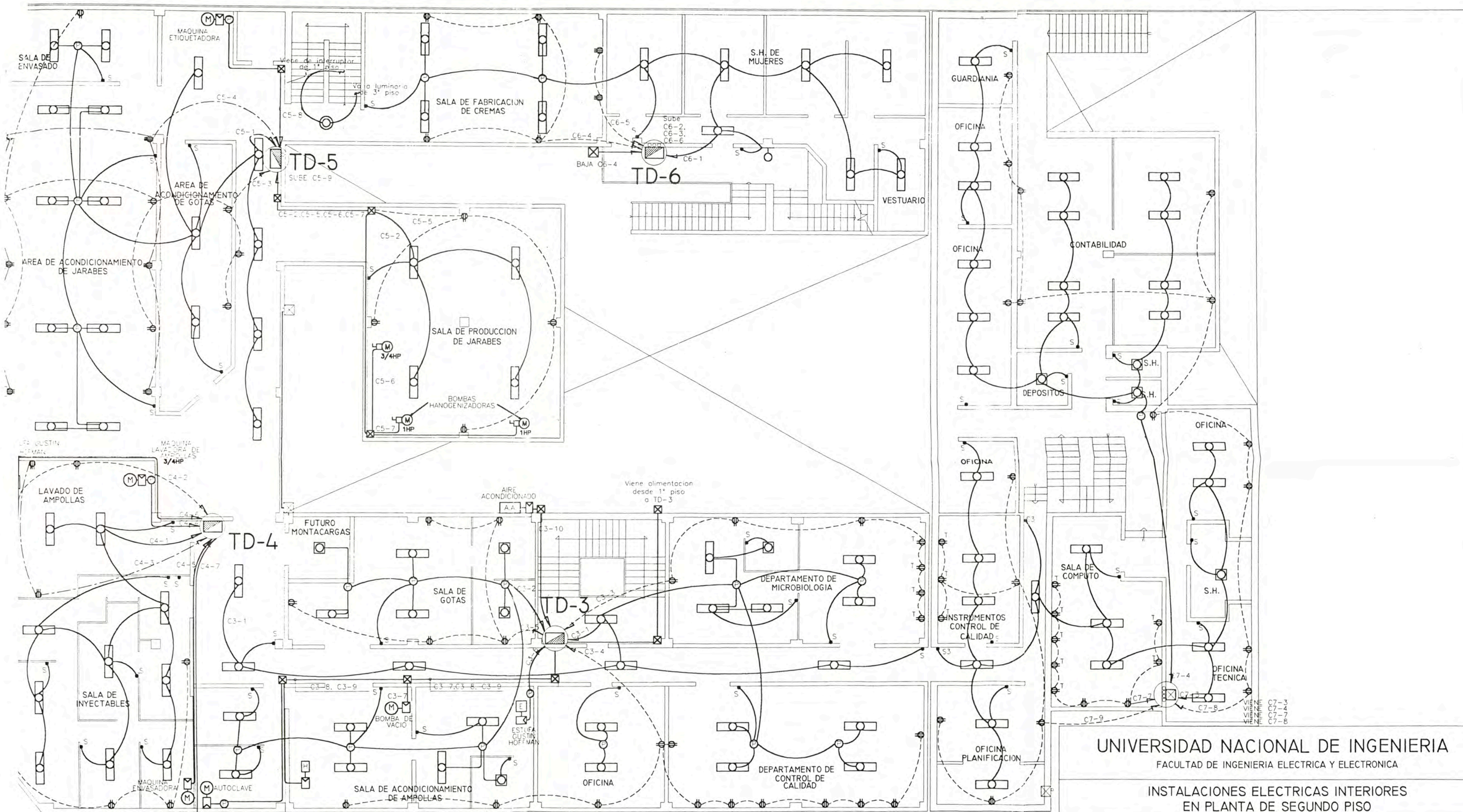




**NOTAS:**  
 1.- LA SIMBOLOGIA USADA EN ESTE PLANO SE DESCRIBE EN PLANO N° 01  
 2.- ESTE PLANO COORDINA CON DIAGRAMA UNIFILAR DEL PLANO N° 08

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES EN PLANTA DE PRIMER PISO</b>	
DISEÑO JAIME LLACHUA CORTEZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICA EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>
ASESOR UBALDO ROSADO A.	
FECHA SEPTIEMBRE 2000	ESCALA 1/100
	PLANO N° 13

Sube alimentación a TG hasta caja de poste en 2° piso

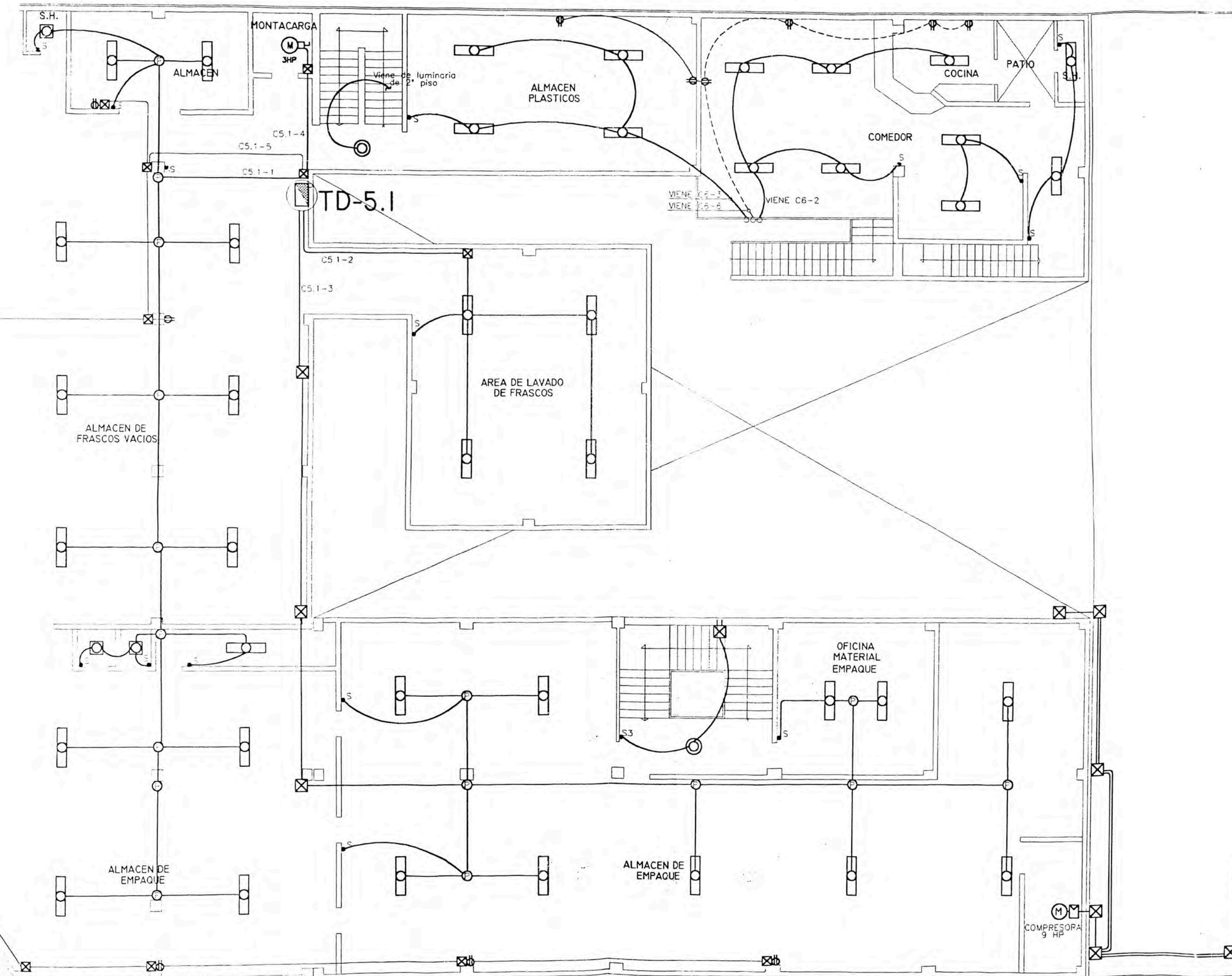


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

**INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES  
 EN PLANTA DE SEGUNDO PISO**

DISEÑO JAIMÉ LLACHUA CORTEZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICA EN EL LOCAL DE PRODUCCION DEL LABORATORIO COFANA PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
ASESOR UBALDO ROSADO A.		
FECHA SEPTIEMBRE 2000	ESCALA 1/100	PLANO N° 14

**NOTAS:**  
 1.- LA SIMBOLOGIA USADA EN ESTE PLANO SE DESCRIBE EN PLANO N° 01  
 2.- ESTE PLANO COORDINA CON DIAGRAMA UNIFILAR DEL PLANO N° 08



NOTAS:  
 1 - LA SIMBOLOGIA USADA EN ESTE PLANO SE DESCRIBE EN PLANO N° 01  
 2 - ESTE PLANO COORDINA CON DIAGRAMA UNIFILAR DEL PLANO N° 08

Viene alimentado por  
 2(3-1+70 mm<sup>2</sup> HW)  
 Viene alimentado por TD  
 3-1x16 mm<sup>2</sup> HW

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES</b> <b>EN PLANTA DE TERCER PISO</b>		
DISEÑO JAIME LLACHUA COPTAZ	<b>EVALUACION Y REPLANTEO DE LAS INSTALACIONES</b> <b>ELECTRICA EN EL LOCAL DE PRODUCCION</b> <b>DEL LABORATORIO COFANA</b> <b>PUEBLO LIBRE - LIMA</b>	
ASESOR UBALDO ROSADO A.	ESCALA 1/100	PLANO N° 15
FECHA SEPTIEMBRE 2000		