

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA  
DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

ANALISIS DE LA EJECUCION DEL  
SISTEMA ELECTRICO, TELEFONICO  
E INSTALACIONES ESPECIALES  
DEL NUEVO CAMPUS POLITECNICO

INFORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
(ESPECIALIZACION POTENCIA)

Presentado por:

SANTIAGO AMADO TERAN RON

GUAYAQUIL - ECUADOR

1989

## AGRADECIMIENTO

A los Ingenieros Hernán Gutiérrez  
y Alberto Hanze, por su ayuda  
y colaboración para la realiza-  
ción de este trabajo

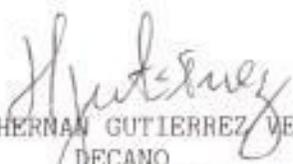
DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS



ING. HERNAN GUTIERREZ VERA  
DECANO  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



ING. ALBERTO HANZE BELLO  
PROFESOR - SUPERVISOR



ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe Técnico, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y Titulos Profesionales de la (ESPOL))



SANTIAGO TERAN RON

## INDICE GENERAL

	Pág
1. GENERALIDADES	1
1.1. Propósito de esta obra	1
1.2. Antecedentes del Proyecto	1
1.3. Descripción general del Proyecto en forma integrada	2
1.4. Características de los componen- tes eléctricos principales	5
2. MODIFICACIONES FUNDAMENTALES Y CORRECTIVOS	8
2.1. Sistema de alta tensión. Cambios de ubicación de redes. Justificación	8
2.2. Diseño Eléctrico de edificios. Prin- cipales cambios y su análisis	10
2.3. Diseño telefónico. Integración del sistema telefónico de Tecnologías e Ingenierías. Recomendaciones e in- formes considerados	14
2.4. Diagramas unifilares definitivos de alta tensión, baja tensión, telefó- nicos y sistemas especiales	17
2.5. Trazado de rutas en planos de implan- tación general. Uso para mantenimiento	21

	Pág
3. ALTA TENSION	24
3.1. Lugar de medición escogido. Ventajas y desventajas	24
3.2. Red prevista de 69 KV para futura subestación	25
3.3. Carga actual planificada y carga futura	26
3.4. Patios de maniobras	28
3.5. Banco de transformadores. Definición al sistema Y-Y	30
3.6. Seccionadores de intemperie de corte simultáneo	32
4. BAJA TENSION	33
4.1. Diseño en edificios y áreas urbanas: reconsideraciones y cambios efectuados	33
4.2. Voltaje 220/127 para edificios y 240/120 para red de alumbrado público	34
4.3. Sistema de Bombeo, agua potable y servida. Sistema de Control	35
4.4. Iluminación vial y de edificios. Niveles aplicados. Lámparas de interiores	38
5. SISTEMA TELEFONICO	41
5.1. Proyectos iniciales y alternativas	

	Pág
para sistema a implantarse. Integra- ción de los dos núcleos	41
5.2. Voz y datos. Enlace con sistema de reloj, alarmas, computación y par- lantes	43
5.3. Fibra Optica y enlace microonda	44
6. MANTENIMIENTO DEL CAMPUS POLITECNICO	45
6.1. Uso de los diagramas y rutas para mantenimiento y trabajos de expansión	45
6.2. Recomendaciones para mantenimiento: sistema motriz, bombeo, seccionado- res, breakers, cajas de registro	46

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFIA

## ANEXOS

## INTRODUCCION

En una obra de la magnitud del nuevo Campus Politécnico, en la que se aplican conocimientos para la solución de los distintos problemas de orden técnico y administrativo, la reconsideración de diseño, las variantes obligadas que los procesos constructivos así lo imponen y las nuevas experiencias acumuladas a través de los casi tres años vinculado a la Unidad Ejecutora del Proyecto BID/ESPOL II, me puede dar el derecho de presentar un informe técnico de la obra eléctrica y así, previa autorización y aprobación de los organismos directivos, obtener el *título de Ingeniero Eléctrico, en la especialidad de Potencia.*

Pero más allá de los beneficios que he recibido de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, me queda la satisfacción de haberla servido y dejar testimonio del avance de su construcción, con todas las dificultades, con todas las soluciones y con el anhelo de contribuir a tan magna obra.

ANALISIS DE LA EJECUCION DEL SISTEMA ELECTRICO,  
TELEFONICO E INSTALACIONES ESPECIALES DEL NUEVO  
CAMPUS POLITECNICO

1. GENERALIDADES

1.1. Propósito de esta obra

La Escuela Superior Politécnica del Litoral en su afán de progreso y de poner al servicio de la juventud un gran centro de educación superior se propone ejecutar una de las obras más grande del país, construir el nuevo Campus Politécnico. Dentro de las áreas de construcción, está la obra eléctrica, que por su magnitud y complejidad, es necesario dejar memorias técnicas bien definidas, analizar alternativas de trascendencia, recomendaciones fundamentales para su operación y por último una descripción general de todos los componentes eléctricos que han participado.

1.2. Antecedentes del Proyecto

La ESPOL en los predios actuales no podía dar

las comodidades para que se desarrollen nuevas líneas de formación técnica como son las tecnologías, ya que este tipo de formación de mandos medios era urgente su desarrollo. Es así como a través de financiamientos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la contraparte local del Banco de Desarrollo del Ecuador (BEDE), se logra líneas de crédito para poner en marcha el proyecto de las Escuelas de Tecnologías.

Hasta este logro no hay mucha trascendencia, pues la política de estos organismos de desarrollo es impulsar la preparación académica de mandos medios, pero es aquí cuando los personeros de la ESPOL en forma decidida y audaz logran la financiación para construir aulas, laboratorios, áreas administrativas para las Ingenierías.

Luego de una etapa de planificación donde se recaban datos sobre necesidades presentes y futuras, se materializa lo que hoy está en su etapa final, el nuevo Campus Politécnico.

### 1.3. Descripción General del Proyecto en forma integrada

El Campus Politécnico cuenta con una alimentadora trifásica que proviene de la subestación de Mapasingue y que se la construyó con postes para red de 69 KV., para luego de atravesar los terrenos llegar a la altura de lo que es el edificio de Biblioteca de Ingeniería. De esta línea parten tres alimentadoras secundarias: una para la estación de bombeo, otra para los edificios de Tecnologías y por último para el Sector de Ingenierías.

La alimentadora a la estación de bombeo energiza un banco de 3 x 50 KVA que a su vez provee electricidad a dos bombas de 56 Kw. y a una casa de guardianía.

La alimentadora secundaria a Tecnologías se enlaza a tres patios de maniobra tipo abierto los que dan energía a los cuartos de transformadores de los edificios 33, 34, 36, 37, 42, 47 y 55. Hay una derivación adicional aérea monofásica para el tanque elevado (agua potable) para darle alumbrado decorativo, interior, de seguridad y posible área de servicio con fines turísticos.

La tercera alimentadora secundaria energiza

la red trifásica vial en el área de Ingeniería en una extensión de 1.500 metros y alimenta a su vez a cuatro patios de maniobra, estación del cárcamo de bombeo y alumbrado vial.

El sistema en baja tensión consta de un alumbrado público con lámparas de 400 W. de sodio en vías y parqueaderos y 250 W. de sodio en áreas verdes y exteriores de edificios.

El alumbrado de interiores es fundamentalmente con lámparas fluorescentes de 2 x 110 w. a 220v., toma de servicio general a 120v. polarizados, tomas de fuerza trifásica con neutro y tierra para talleres y laboratorios.

El sistema telefónico consta de una central ubicada en el edificio de gobierno de Tecnología (Nº 36) y otra ubicada en el edificio del Rectorado (Nº 1). Es notable el hecho que los dos edificios tienen sus respectivas acometidas con una derivación hacia la vía en caja 80 x 80 x 80 cms.

Esta falta de definición nos obligará a una consideración posterior.

De las centrales antes mencionadas parten alimentadoras hacia sus respectivos distritos donde se encuentran las cajas de distribución intermedia y final (CDI y CDF). Consta también de teléfonos monederos los cuales se enlazan directamente a los CDP.

Por último tenemos los sistemas de instalaciones especiales que fueron excluidos en el proyecto de las Tecnologías quedando su uso sólo para las Ingenierías. Básicamente consta de ductos para computación, señales monitoreadas de reloj, parlantes, señales de alarma contra robo y fuego.

#### 1.4. Características de los componentes eléctricos principales

Con la intención de tener resumido los componentes eléctricos fundamentales presento la lista de los mismos pero detallando en lo posible su origen y característica principal.

Transformadores convencionales con régimen 13.200/7620/120 V. marca TPL de procedencia colombiana, patente Westinghouse. Como comentario puedo afirmar que su construcción deja

mucho que desear, tiene láminas del tanque muy delgadas y en vacío calienta en exceso. Se recomienda un estudio de sus características para cuantificar sus limitaciones.

Cables desnudos de aluminio para alta tensión fabricado por Electrocables, tipo 5005.

Cable 15 KV, aluminio, procedencia colombiana y de cobre, procedencia canadiense.

Postes de hormigón de 750, 500 y 250 Kg/cm<sup>2</sup> fabricado por Hormigón Centrifugado.

Postes metálicos de sección 4" x 4" x 7.5 mts. soportados en base de hormigón.

Bombas de agua de 75 HP, marca Guolds de arranque delta-estrella.

Bombas tipo sumergibles 22 Kw con arranque delta-estrella.

Cajas fusible, tipo intemperie, marca Westinghouse, tipo NCX.

Tableros seccionadores de alta tensión, corte

simultáneo, fabricación SQUARE ANDINA, norma 1.

Tableros general, de distribución, fuerza, control de alumbrado, marca SQUARE ANDINA.

Lámparas de alumbrado público, marca American Electric.

Las piezas de control eléctrico para alumbrado y tomacorriente, marca Leviton ó Eagle, con placas metálicas.

Seccionador vertical, corte simultáneo, 600 A., 15 KV., marca Kearny, tipo AR-60.

## MODIFICACIONES FUNDAMENTALES Y CORRECTIVOS

### 2.1. Sistema de alta tensión. Cambios de ubicación de redes. Justificación

El diseño de redes de alta tensión se lo trazó posterior al proyecto civil del Campus por lo que no se pudo aplicar un criterio más técnico y económico. En el área de Tecnologías, según mi criterio, no hay alternativas dignas de mención, pero en las Ingenierías se pueden hacer los siguientes comentarios:

La red trifásica de alta tensión se lo proyectó en la curva interior de la vía que envuelve el área de Ingeniería. Si vemos su topografía notaremos principalmente cortes profundos en los linderos, lo que nos imposibilita instalar anclas de empuje aparte de que sus costos son enormes y su presencia nos presentaría una palizada de mal gusto. Así que el cambio era indispensable por lo que se dispuso un rediseño que reubicaba la red en la curva exterior donde hay tensores a menor costo, menos visibles y de fácil instalación.

Pero es importante analizar la mejor alternativa que podría haber mejorado el proyecto pero que debido a las circunstancias de nuestro medio, los proyectos civiles toman forma sin un criterio eléctrico a nivel de anteproyecto.

Si analizamos el gráfico con la alternativa propuesta (ver Anexo ), la red de alta tensión de Tecnologías se prolongaría por campo traviesa hasta el centro de las áreas de Ingenierías donde se podrían alimentar los patios de maniobra sin tener que seguir la ruta perimetral que nos obliga a recorrer 1.800 metros. En estas condiciones la línea prevista para 69 KV quedaría sólo para la entrada por Los Ceibos donde se ubicaría la subestación y la medición en alta. Con respecto al alumbrado de la vía principal se hubiera dispuesto una postería central de doble lámpara.

Pero para las condiciones actuales tendremos las siguientes alternativas de trabajo:

Una vez que la línea principal pase a régimen de 69 KV se procederá a instalar una subestación a la altura del edificio N° 32. La red trifásica vial de Ingenierías se tendrá que

prolongar desde su arranque, a la altura de la Biblioteca (edificio N° 2) hasta la entrada a la altura de Colinas de los Ceibos y empalmar con la alimentadora actual. Es importante aclarar que en los postes a usarse se han dejado previsto 500 Kg. para soportar la red futura. Además será necesario instalar una red trifásica desde el patio de maniobra N° 1 de Tecnologías hasta la estación de bombeo.

## 2.2. Diseño Eléctrico de edificios. Principales cambios y su análisis

El proyecto se inicia con las Escuelas de Tecnologías, las que por no estar constituidas, crean la primera dificultad, no se proporcionaron datos suficientes para su equipamiento las que recién en su etapa final se las tiene, por lo que se procedió a ejecutarla. De esta manera las instalaciones de laboratorio son sobrepuestas, predominando electrocanales y ductos sobrepuestos.

Todos los edificios tienen sistema trifásico a 220 v. y los bloques N°s. 33, 34, 36, 37, 40, 42, 47 y 55 sus respectivos transformadores.

Los paneles PDG son los que reciben la acometida en baja tensión derivando de ahí a los paneles de distribución, de alumbrado y de fuerza. En el proyecto original se había considerado una conexión Y- $\Delta$  lo que nos introducía una limitación en los paneles por la presencia de línea de fuerza que no permite su uso completo. De esta manera se cambió la conexión al sistema Y-Y por lo que el uso de los paneles se optimizó.

Los edificios 43 y 45 se alimentan en baja tensión del edificio 42. El edificio 41 se alimenta del 40, el 46 del 33 y el 39 del edificio 55. A los edificios en mención se les ha instalado varilla de tierra para aterrizar el neutro a la entrada por seguridad y por disponerlo las normas.

En los edificios de Ingeniería los diseños son más complejos y con criterio de abundancia y holgura, los paneles tienen suficiente reservas y los laboratorios y talleres con sus necesidades bien definidas.

Los edificios 1, 2, 5, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 25, 27 y 30 tienen sus respectivos transformado-

res y tableros general y los edificios 6, 24, 26 y 32 tienen acometidas en baja tensión de los edificios más próximos.

Para el sistema de climatización se han dispuesto centrales de aire acondicionado o unidades pequeñas de ventana. Para las centrales se han propuesto dos modalidades, las unidades autocontenidas y las tipo partida, compresión y evaporación. Inicialmente se había propuesto para el Rectorado (edificio 1) y Biblioteca (edificio 2) una unidad de aproximadamente 500 Kw. que bombea agua helada y por medio de sopladores climatizar los distintos plenum de los edificios. Dicho proyecto se desechó por los costos iniciales ya que son equipos de gran valor aunque su eficiencia con respecto a las unidades autocontenidas es mejor.

Estos cambios, como algunos rediseños en otros edificios nos han creado problemas ya que se requieren otras potencias para los transformadores cuando éstos ya están comprados e incluso instalados. Mi posición ha sido de que se han exagerado las demandas en los edificios aplicando factores inadecuados como el caso del gobierno de Eléctrica donde sólo por alumbrado hay una

diferencia de 60 Kw.

Ante estas circunstancias lo más conveniente para la Institución es mantener los transformadores y que si los incrementos de carga, en el futuro, lo amerita proceder a reemplazarlos. Lo mismo podremos aplicar a los cambios que conllevarían estos rediseños con otros componentes como breaker general, terminales, barras y breakers de subalimentadoras ya que su cambio oportuno no se puede efectivizar por las condiciones del contrato que tienen precios globales no desglosados y que aplicarlos administrativamente es imposible, exceptuando los edificios 1 y 2, donde los cambios son significativos por lo que las modificaciones serán inmediatas.

Sobre el alumbrado, éste es de 220 v., con lámparas de 110 W., dobles y de encendido instantáneo. Toda la instalación es empotrada aunque en los edificios administrativos donde predominan tumbados falsos y tabiquerías el sistema es mixto, ya que la tabiquería obliga a un sistema flexible por ser un sistema muy voluble y sujeto a cambios y que se instala en la etapa final de la construcción. Los interruptores de encendido son a 220 v., 2 polos y los tomacorriente

alimentados con alambre N° 10 y piezas polarizadas, con una fase activa, un neutro color blanco y tierra color verde.

Para optimizar el servicio se tratará de balancear las cargas una vez terminado el trabajo ya que los rediseños no nos permitirán aplicar las planillas de carga originalmente diseñadas.

### 2.3. Diseño telefónico. Integración del sistema telefónico de Tecnologías e Ingenierías. Recomendaciones e informes considerados

Los diseños telefónicos adolecen de una falla fundamental, no hay criterio de integración y cada núcleo tiene sus propios esquemas y normas. La causa principal es que primero se hicieron los diseños de Tecnologías y sin considerarlos se diseñaron los de Ingenierías. Esto ha motivado nuestra preocupación en enlazarlos aplicando un criterio técnico y funcional.

Podemos describir que Tecnologías tiene una acometida a la altura del edificio de gobierno (36) al pie de la vía, dejando la posibilidad de extenderla a un sistema aéreo a través de los postes o por ducterías paralelas a la avenida

Con respecto a su destino se espera enlazar a la central de Mapasingue por ser las que mejores condiciones técnicas tiene por ser digital.

Para el sistema telefónico a las Tecnologías se las dividió en cuatro distritos, teniendo una CDP en el edificio 36 y CDI, CDFM y CDF en los edificios 42, 36, 37 y 34.

La acometida para la central del edificio de gobierno consta para 60 pares, de donde parten alimentadoras para los cuatro distritos y alimentadoras especiales directas para los monederos.

En el Núcleo de Ingenierías tenemos una caja de salida sin destino y que alimenta la central ubicada en el edificio del gobierno de Ingeniería (1) de donde se distribuyen 10 alimentadoras para los 10 distritos planificados y con las siguientes cajas CDI: Distrito 1 para 60 pares CDI-25, Distrito 2 para 120 pares CDI-19 (no se construye todavía), Distrito 3 para 180 pares CDI-17, Distrito 4 para 100 pares CDI-15 (gobierno de Eléctrica), Distrito 5 para 40 pares CDI-26B, Distrito 6 para 70

pares CDI-26A, Distrito 7 para 100 pares CDI-25A, Distrito 8 para 80 pares CDI-25B, Distrito 9 para 40 pares CDI-2 y Distrito 10 para 190 pares CDI-1. Para todos los teléfonos monederos convergerán directamente al CDP por protección. Como la responsabilidad eléctrica nuestra está en dejar la ductería lista para el posterior equipamiento, se ha planteado enlazar los dos núcleos bordeando la vía, por lo que hasta que haya la autorización respectiva, hemos dejado pasantes importantes en las avenidas y evitar futuras roturas. De haber una integración total, el distrito central será el del rectorado, de donde derivará una alimentación para las Tecnologías.

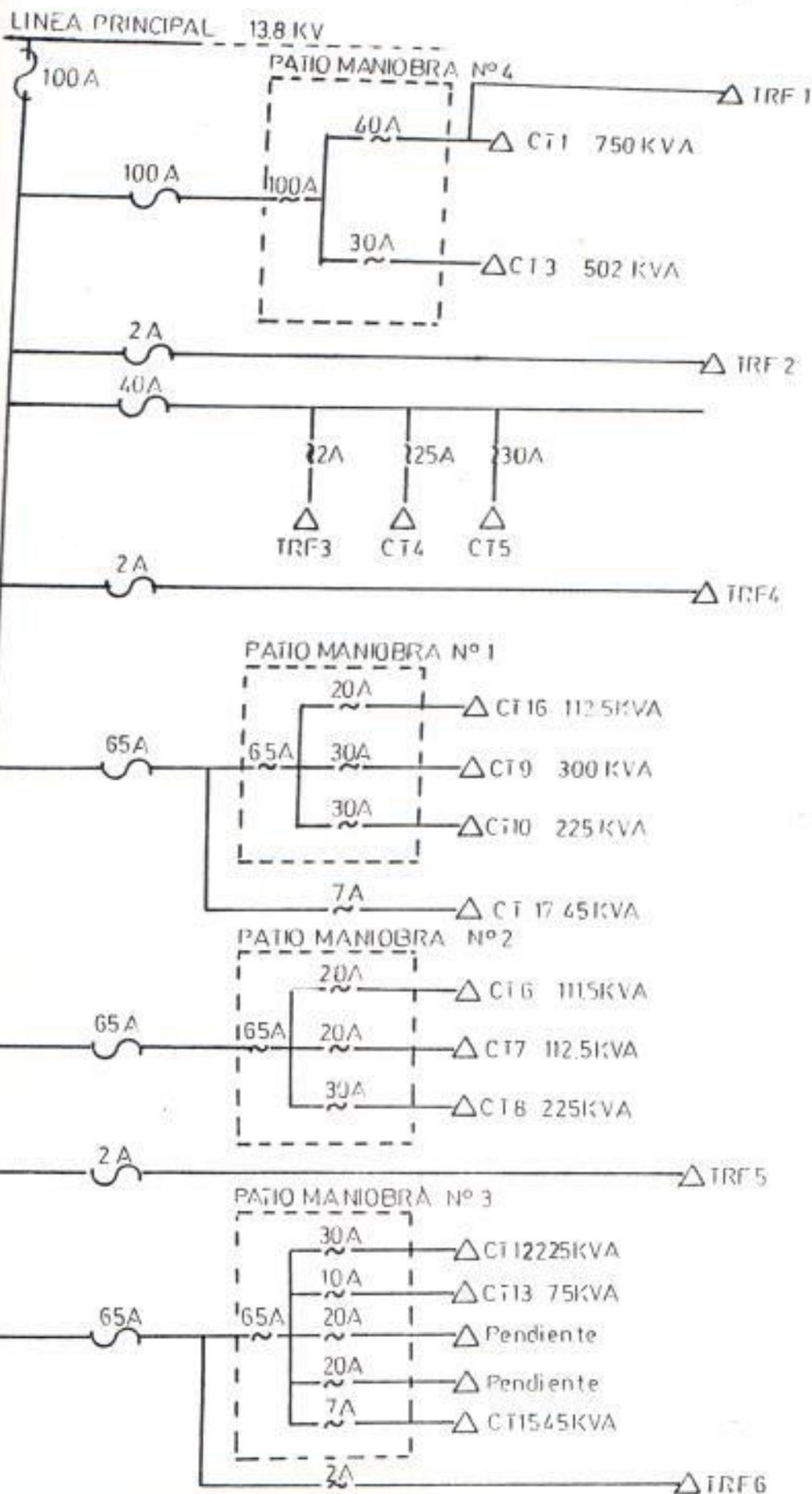
Parte importantísima del sistema telefónico es el enlace con la central más cercana, donde hay dos posibilidades: la central de Los Ceibos y la de Mapasingue. Definitivamente será la de Mapasingue, pero la forma de enlace está por definirse ya que están en carpeta un enlace micro-onda, enlace tradicional o enlace por fibra óptica, que es la más atractiva; todo dependerá de las ofertas de equipamiento donde serán variables importantes las características y los costos.

2.4. Diagramas unifilares definitivos de alta tensión, baja tensión, telefónicos y sistemas especiales

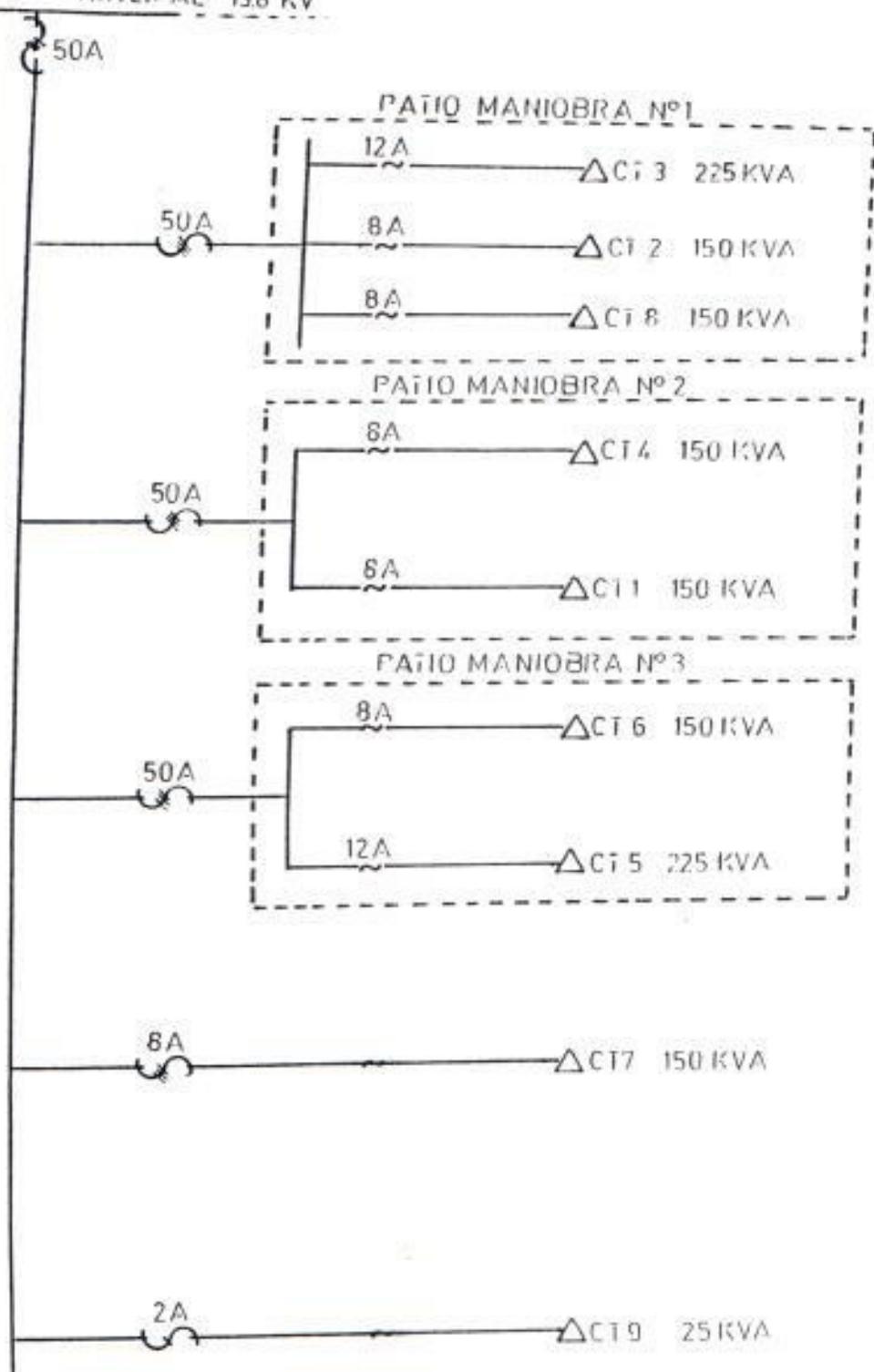
Los diagramas se detallan en las siguientes páginas:

2.4  
 DIAGRAMA UNIFILAR A.T. NUCLEO INGENIERIA ESPOL

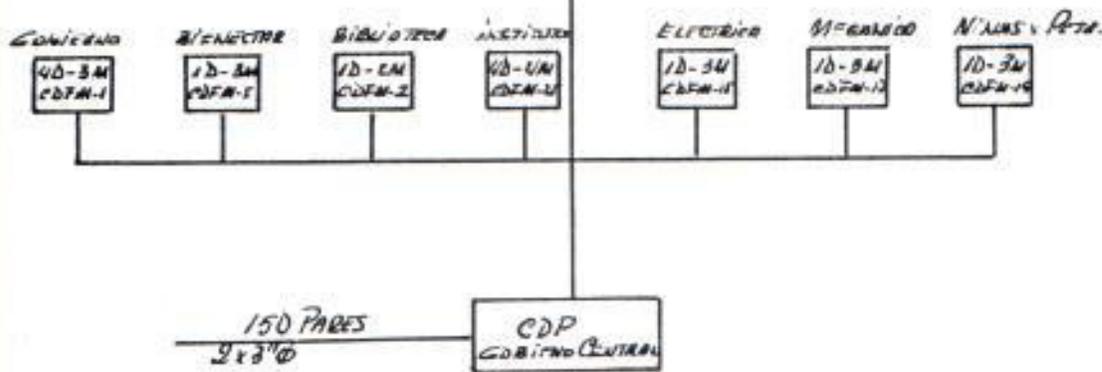
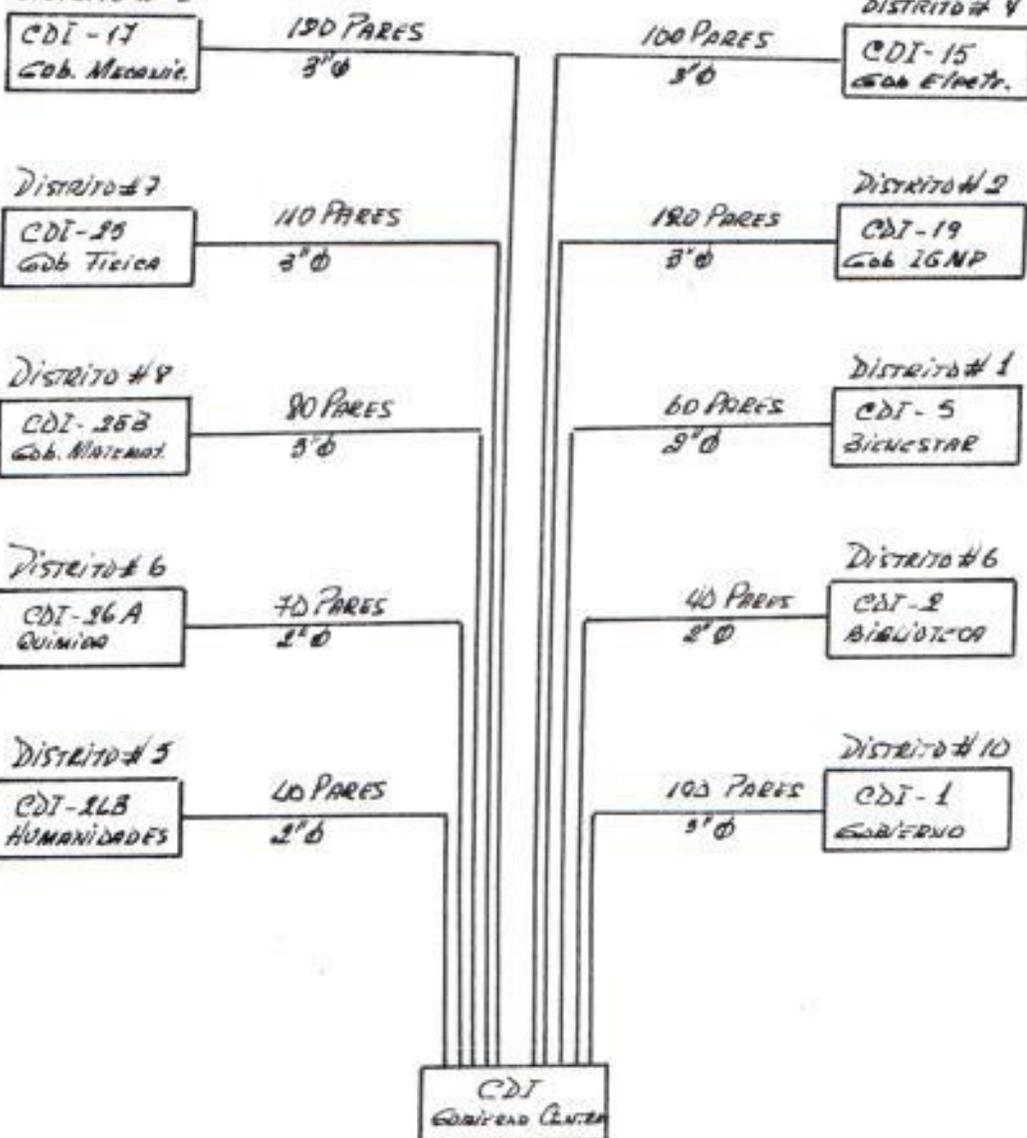
17-A



LINEA PRINCIPAL 138 KV

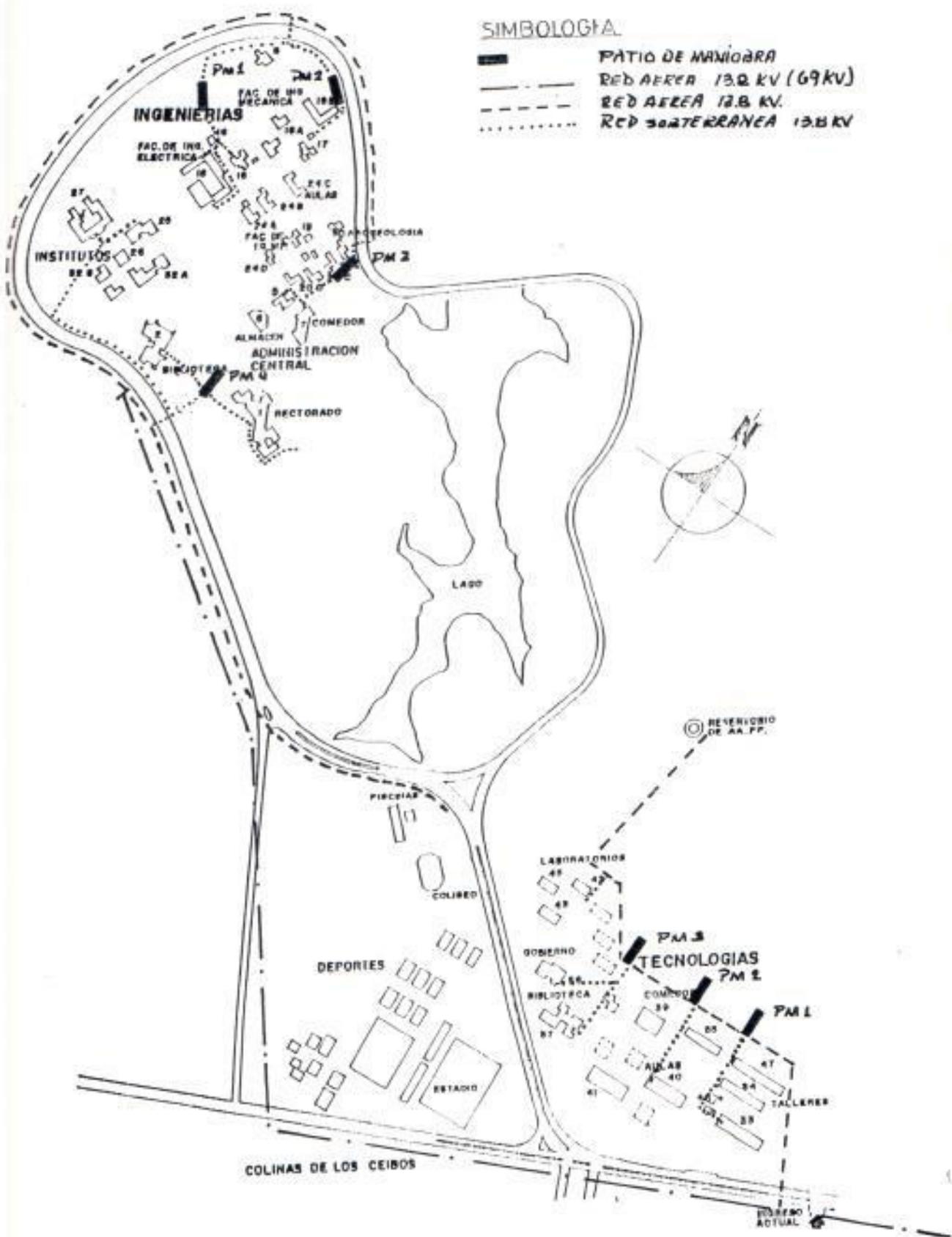


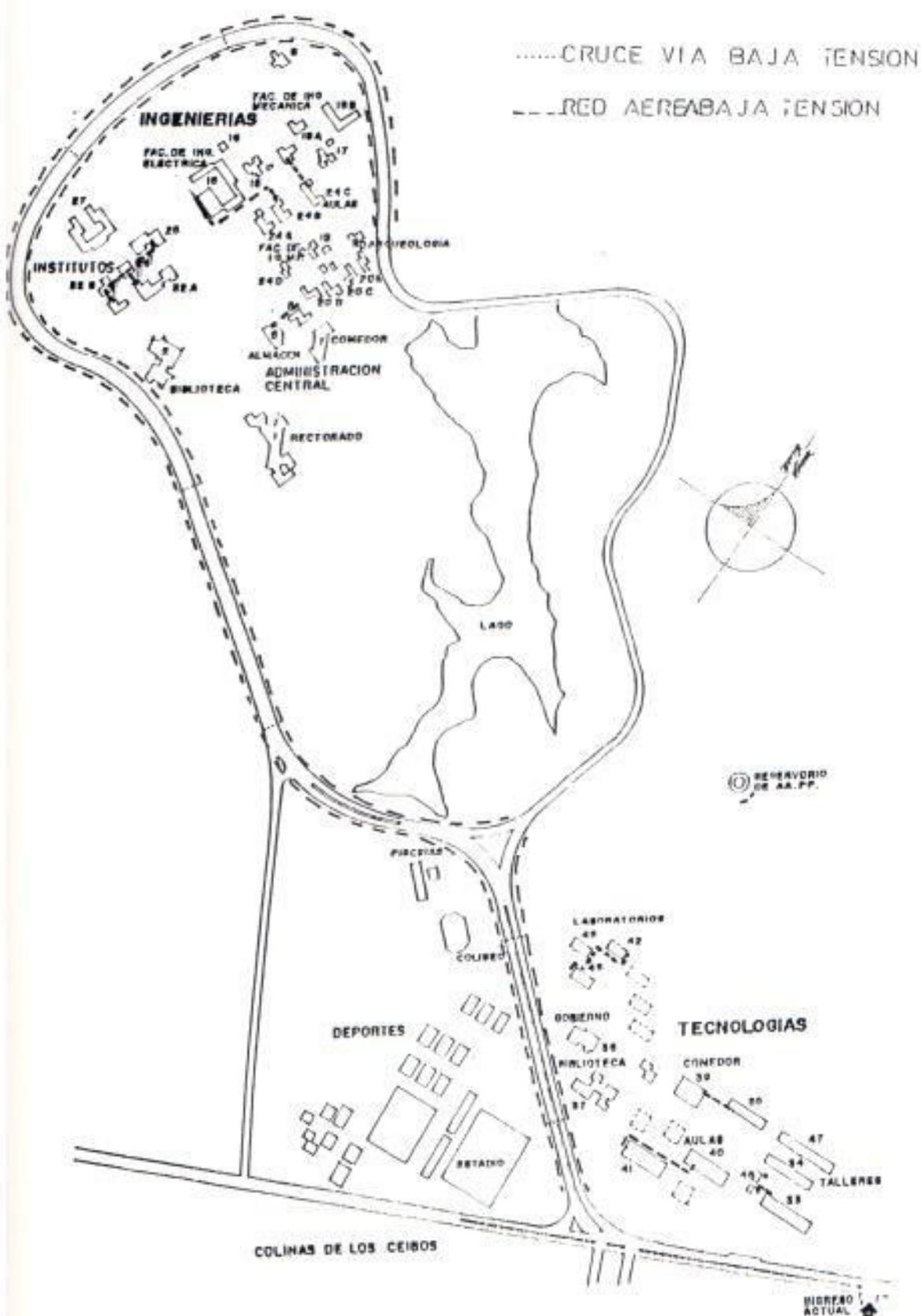
2.4  
 DIAGRAMA UNIFILAR TELEFONOS  
 DISTRITO # 3

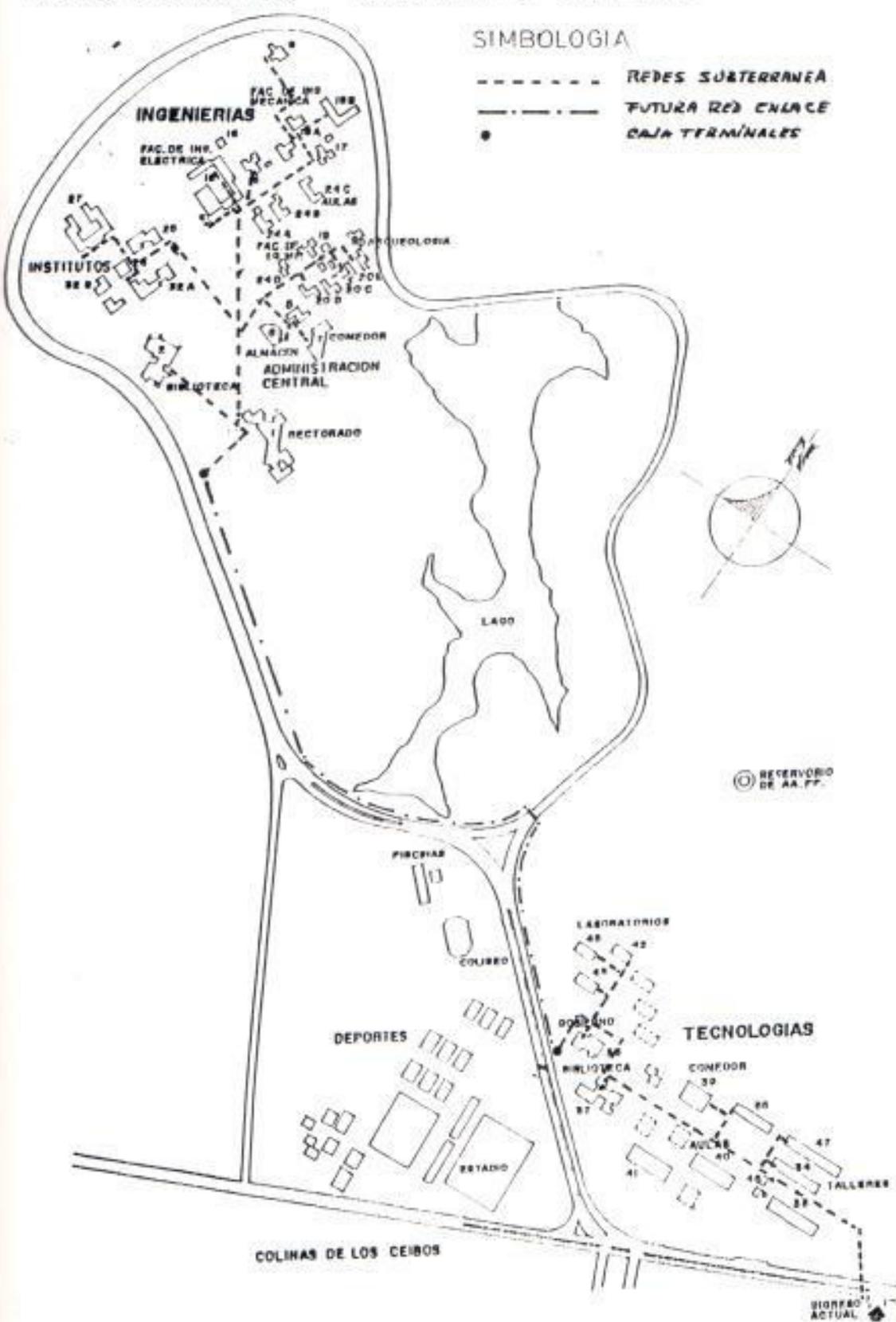


2.5. Trazados de rutas en planos de implantacion general.  
Uso para mantenimiento.

Los trazados se detallan en las siguientes páginas:









### 3. ALTA TENSION

#### 3.1. Lugar de medición escogido. Ventajas y desventajas

Si hacemos referencia al gráfico (página 17) de la red de alta tensión, vemos claramente que la red parte dentro del linderó de la ESPOL en el punto A colindando con Mapasingue. En este lugar tuvimos una dificultad porque en dicho punto arrancaba una derivación para la estación de bombeo y como las normas impiden instalar mediciones en estructuras con empalmes, se debió reubicar dicha derivación al poste siguiente (B). La siguiente dificultad fue que la red instalada por la ESPOL en convenio con INECCEL, no tiene desde su arranque en la subestación línea de neutro por lo que para los sistemas de medición se tuvo que proporcionar neutro de nuestro sistema, que en cierta forma estaría flotando a no ser por los aterrizajes en los patios de maniobras, tableros y en cada transformador.

La instalación del sistema de medición antes

descrito tiene la ventaja de integrar la estación de bombeo y cubrir cualquier carga futura en toda esa zona, pero es importante aclarar muchas desventajas y que se las planteó sin ser acogidas.

A lo largo de los 1.500 metros que recorre la red antes de llegar a la zona de las Tecnologías la ESPOL, por convenios con algunas entidades de servicio público, a entregado en comodato terrenos donde se consumirá energía eléctrica por lo que nos crearía problemas legales y administrativos. Por otro lado se debe considerar las pérdidas que registrará los 1.500 metros de línea, las dificultades en las mediciones y los altos riesgos de tener equipos costosos en zonas marginales (invasiones).

### 3.2. Red prevista de 69 KV. para futura subestación

La ESPOL en los inicios del proyecto construyó una red trifásica de 13.8 KV que recorre, a través del campo, una distancia de 4 Km. y que va a empalmarse con la subestación Mapasingue. La ejecución se la hizo con criterio futurista, pues las necesidades energéticas

son múltiples no sólo para el Campus sino para toda el área de influencia donde están previstas zonas residenciales, especialmente de Colinas de Los Ceibos. Ha sido la intención de la ESPOL tener su propia subestación pero como nuestra demanda, en los próximos cinco años, no rebasará los 3 MW. y una subestación es justificable en el orden de los 30 MW; creo que tal subestación tendría que integrarse para el sector como plan integrado de electrificación urbana. Pero es importante hacer conocer que la Empresa Eléctrica del Ecuador, cerca de los linderos con Colinas de Los Ceibos, tiene el proyecto de construir una subestación de 30 MW. para todos los proyectos habitacionales de ese sector. Así que en esas condiciones, sería procedente que la ESPOL tome energía de esa subestación y no construir una que estaría bajo todo aspecto injustificable.

### 3.3. Carga actual planificada y carga futura

La carga eléctrica instalada está básicamente repartida en lo que es alumbrado vial, alumbrado interior de edificios, talleres y las cargas de las centrales de aire acondicionado.

Si analizamos las cargas instaladas, vemos que las más críticas por su potencia consumida son las de aire acondicionado y que alcanza los 2'000.000 wátios. A continuación detallo las cargas instaladas de todo el Campus Politécnico:

Alumbrado exterior	117 Kw.
Alumbrado interior edificios	740 Kw.
Talleres de Tecnologías	86 Kw.
Ventiladores	40 Kw.
Sistema de Bombeo	79 Kw.
Centrales aire acondicionado	1690 Kw
Acondicionadores ventana	328 Kw.

Como podemos ver la carga instalada llega a los 3.080 Kw. de todas las obras planificadas y ejecutadas dentro de los contratos 3, 5, 6, 7 y 8.

Pero dentro de esta obra inmediata ya se encuentran otras adicionales como laboratorio de alta tensión, talleres de ingeniería, edificios de Geología, Minas y Petróleos, incorporación de nuevas zonas de alumbrado como las piscinas de oxidación, guardianías perimetrales, bombas de riego (para el verano). Paralelamente a

estas nuevas cargas tenemos las especiales como el Centro de Capacitación de CEPE que tiene un banco de transformadores de 150 KVA, Mercado Mayorista, Centro de Capacitación del Cuerpo de Bomberos, etc., que incidirán en el consumo eléctrico del Campus.

Junto a esto podemos analizar la carga instalada de los transformadores, los cuales alcanzan los 5.200 KVA repartidos en 23 bancos trifásicos y 12 transformadores monofásicos autoprotegidos, capacidad que rebasa la carga instalada lo que demuestra una enorme holgura; con mayor razón si aplicamos factores de coincidencia en las cargas instaladas y que puede ser motivo de un estudio posterior, una vez concluida la obra.

#### 3.4. Patios de Maniobra

Los patios de maniobras o centro de derivación en alta tensión para los bancos de transformadores se los diseñó con criterio distinto si comparamos los de Tecnologías con los de Ingenierías.

Los patios de maniobras de Tecnología son abier-

tos y encallados y están constituidos fundamentalmente por postes de hormigón, un sistema sólido a tierra, barras de alta tensión y sus respectivas derivaciones, las cajas fusibles y las acometidas a los respectivos bancos de transformadores.

En el sistema de aterrizaje fue dificultosa su instalación, por cuanto el terreno es rocoso y muy árido en la época de verano.

Las cajas fusibles usadas son Westinghouse, tipo NCX, sin rompecarga y la capacidad de amperios está detallada en el gráfico de la página 17.

Como inconvenientes principales en este tipo de patio de maniobra está en que un corte de energía operacional no es con las tres fases simultáneas, están mas propensos a descargas atmosféricas, se requiere herramientas especiales y operador con cierta experiencia o práctica. Como ventaja principal está el costo, que en nuestro caso fue de 1 a 6 con respecto a los patios de maniobra de Ingenierías.

Si analizamos los cuartos de seccionadores

en alta tensión de Ingenierías, el sistema de operación es más fácil, el corte de fases es simultáneo, la reposición de un fusible se lo hace sin necesidad de equipo especial y ocupa un reducido espacio. El inconveniente es el alto costo no sólo del seccionador en sí, ya que se trata de tableros de propósito general NEMA 1, sino por la obra civil del cuarto que en nuestro caso es con estructuras de hormigón armado, losa y una malla perimetral para ventilar el ambiente.

Para concluir, podemos afirmar que si bien es conveniente en una obra tener criterios homogéneos la diversidad de equipos nos permite tener herramientas pedagógicas apropiadas para las enseñanzas prácticas que, como en el caso de los patios de maniobra, quedan muestras palpables de como se realizan dichos trabajos.

### 3.5. Bancos de Transformadores. Definición al sistema Y-Y

La ESPOL, una vez concluido el proyecto a nivel de planificación, adquiere los transformadores por licitación a una empresa colombiana que, con licencia Westinghouse, los fabrica con

la marca TPL. Los transformadores son de tipo convencional para los bancos trifásicos y autoprotegidos para el alumbrado público. Su régimen es 13.200/7620/240/120 enfriados en aceite con dos bushing de alta en los convencionales y uno para los autoprotegidos. Se consideraron los transformadores para 13.200 V. por cuanto están a casi 4.000 metros de la subestación de Mapasingue y las pérdidas compensan la diferencia con los 13.800 V. de las barras del arranque de la línea. Su conexión en alta tensión se la realizó con puntas terminal y prefabricadas y en el lado de baja con cables de cobre y soportadas en parrilla de hierro desmontables.

En el proyecto eléctrico se dejó la alternativa de usar la conexión V-Y o Y- $\Delta$ , pero como las luminarias de interiores estaban especificadas a régimen 208/220 V. y como los paneles de distribución tenían limitaciones por la línea de fuerza presente en las redes, nos vimos en la necesidad de acoger la primera alternativa y quedarnos con el régimen 220/127 V. Una dificultad digna de mencionarse es que los balastos para las luminarias de interiores y que llegan a 1 Mw. de potencia no

se encuentran para voltaje 208/220 sino 234 V., pero con las recomendaciones debida de los fabricantes y porque la práctica no los demuestra, el sistema funciona bien aunque cuidando que el voltaje no baje de los niveles 220 a 215 voltios.

### 3.6. Seccionadores de intemperie de corte simultáneo

La ESPOL adquirió dos seccionadores manuales de uso exterior para 600 A. 15.5 Kv., tipo AR-60, marca KEARNY. Dichos equipos son de corte simultáneo de fases y su operación es básicamente para mantenimiento o para casos de emergencia, pues su accionamiento es relativamente fácil.

#### 4. BAJA TENSION

##### 4.1. Diseño de edificios y áreas urbanas: reconsideraciones y cambios efectuados

Los diseños eléctricos en los edificios y áreas urbanas fueron realizados aplicando las normas fundamentales como códigos y reglamentos internos. Sin embargo, por circunstancias en el proceso constructivo o por prevalecer criterios prácticos, se han realizado modificaciones que a continuación detallo.

Debido a que las edificaciones son grandes, fue necesario el uso de juntas de dilatación en las losas y estructuras, por lo que los ductos eléctricos fueron encamisados para protegerlos de deslizamientos o asentamientos.

El uso de tabiquerías en áreas administrativas o de gobierno obligó a modificar completamente las redes de tomacorriente, teléfono y sistemas especiales, usando para estos casos el tumbado falso como alternativa y dar libertad para cualquier modificación en el futuro.

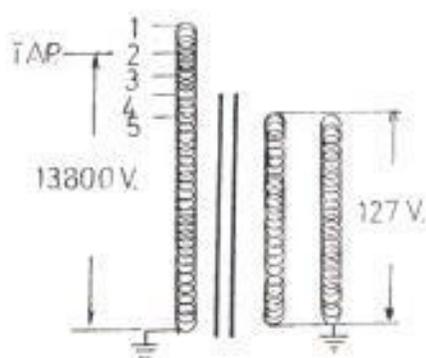
Para el control de temperatura de las centrales de acondicionadores de aire, se cambió su ubicación a los ductos de retorno ya que tal como estaban previstos pueden dar señales inapropiadas.

En las redes urbana el cambio más notorio fue la ductería de alumbrado de áreas verdes, pues en Tecnologías se las cambió de 2"Ø a 1"Ø y en Ingenierías de 3/4"Ø a 1"Ø. Las rutas no se han modificado significativamente aunque prevaleciendo el criterio de que los ductos estén adosados a las caminerías.

#### 4.2. Voltaje 220/127 para edificios y 240/120 para red de alumbrado público

Los transformadores adquiridos por la ESPOL, generalmente los usados en nuestro medio, tienen un régimen de 13.200/7620 v. en alta y 240/120 v. en baja tensión. En el caso de los transformadores para alumbrado el sistema será 7.620 voltios para bobinas de alta y 240 voltios para las dos bobinas en serie en el secundario, con derivación central neutro con respecto a fase. Este tipo de voltaje es el apropiado para las lámparas de vías que

fueron adquiridas para este régimen. Para los transformadores de edificios fue necesario modificar las bobinas en baja, colocándolas en paralelo y así tener 220/127 voltios. Como información, para lograr esos niveles, fue necesario el "tap" en posición 2.



#### 4.3. Sistema de Bombeo, Agua Potable y Servida. Sistema de Control

Un lugar de valor estratégico para el Campus Politécnico es la estación de bombeo de agua potable. Consta de cinco reservorios de 200 m<sup>3</sup> cada uno, con una guía de agua de 200 mm  $\phi$ . De este reservorio se toma el agua para ser bombeada a una distancia de 1.800 metros, y a un desnivel de 137 m., hasta un tanque de 1.000 m<sup>3</sup>, por medio de dos bombas

de 75 HP que trabajan en forma alternada y, en caso de emergencia, simultáneamente y proveer de esta manera de un servicio de agua potable por gravedad. Como los motores tienen un debanado doble (fase partida) se usa un arranque directo pero en forma parcial, habiendo un lapso de 5 segundos para que actúe el segundo debanado.

Como el motor es de 57 HP, tenemos:

$75 \times 760 = 57.000$  wátios - 63.3 KVA (F.P. - 0.9).

Con régimen 220 voltios, tenemos 166 amperios y cada debanado 83 Amp.

Para que el sistema funcione en las mejores condiciones se ha previsto un interlock en los reservorios pequeños para evitar que funcione el sistema sin agua.

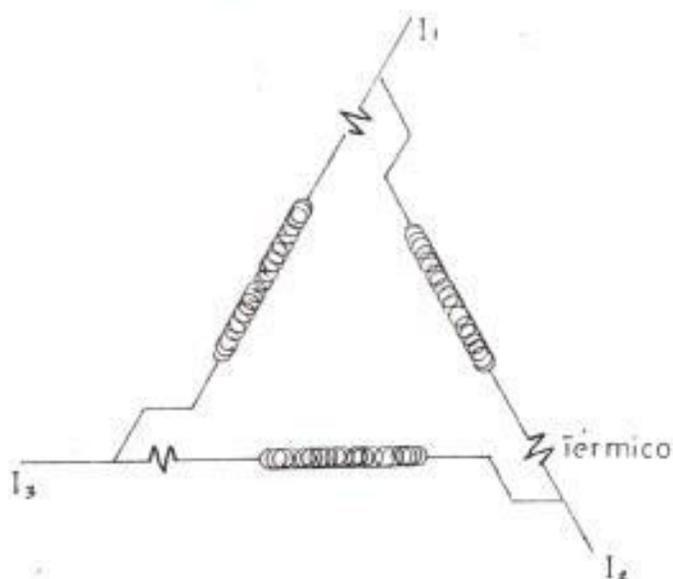
El mando eléctrico desde el tanque a las bombas se hace por medio de controles de nivel de mercurio y enlazado por tres cables N° 10 cuyas condiciones de resistividad (4.2 ohmio/milla) y con un amperaje de 0.36, tenemos una caída de tensión de 2.6 v.

Para la estación de bombeo de aguas servidas se usan dos bombas de 22 Kw., siendo su arranque de voltaje reducido estrella-delta.

$$22 \text{ Kw.} = 24.4 \text{ KVA}$$

$$I = 58.7 \text{ Amp.}$$

pero el térmico será del rango de los 29 Amp. y acoplado al contactor principal.



Pero si tomamos lectura del motor vemos que tiene 26 Amp. y es debido a que la bomba activa un sistema sifón que alivia su trabajo y la hace trabajar en condiciones de vacío. Esta condición especial nos puede sugerir usar un término de niveles más bajos.

#### 4.4. Iluminación vial y de edificios. Niveles aplicados. Lámparas de interiores

Uno de los defectos más notables en el sistema eléctrico del nuevo Campus Politécnico es la postería de alumbrado vial, pues al tener redes de alta tensión y lámparas en los postes, sin descuidar los niveles de iluminación, nos da un aspecto desagradable. En la vía hay una separación de 30 mts. entre poste y poste, con una altura de montaje de 8 mts. Además los postes están en emplazamiento a tresbolillo y con ancho de vía de 19 mts., considerando 5 mts. de parterre.

Se ha considerado que la vía es del tipo medio, según su tráfico y peatones, y los niveles de iluminación son de 12 Lux.

En las zonas de parqueo se usan luminarias triples de 400 w., cada una, y se logrará niveles de 30 Lux.

En los edificios las luminarias básicas son:

Luminarias 2 x 110 w. fluorescentes, con acrílico, sobrepuestas, 220 v.

Luminarias 2 x 110 w. fluorescentes, con acrílico, empotradas, 220 v.

Luminarias 1 x 110 w. fluorescentes, con acrílico, sobrepuestas 220 v.

Lámparas 4 x 40 w., empotradas, 220 v.

Lámparas de Mercurio 400 w.

Lámparas de Mercurio de 175 w.

Lámparas de luz mixta 150 w.

Los niveles de iluminación varían desde 1.500 Lux en pizarrones, 300 Lux en aulas y 700 Lux en biblioteca.

Si consideramos el aula de seminarios del edificio del gobierno de Eléctrica, cuyas medidas son de 11 x 8 mts., y se encuentran instaladas 10 lámparas de 2 x 110 w., con tumbado blanco y paredes blanco hueso, podemos hacer los siguientes cálculos:

Lúmenes de las lámparas: *cada tubo tiene*

9.300 lúmenes

Factor Day-light 0.83, en 20 tubos tenemos

154.380 lúmenes

Area considerada 88 m<sup>2</sup>

Indice de local "D"

*Tomando tabla de Westinghouse y tomando factor*

de utilización 0.54.

Para calcular factor de conservación calificamos el ambiente de limpieza y las características de las lámparas, y según catálogos tenemos: Factor de Conservación 0.75

$$\text{Nivel} = \frac{154.360 \times 0.54 \times 0.75}{88} = 710 \text{ Lux}$$

Con este cálculo notamos que los niveles de iluminación son óptimos.

## 5. SISTEMA TELEFONICO

### 5.1. Proyectos iniciales y alternativas para sistema a implantarse. Integración de los dos núcleos

Uno de los grandes desafíos de la ESPOL para convertirse en pionera del desarrollo de las telecomunicaciones es a través del Sistema de Voz y Datos a implantarse. Por ahora lo fundamental es adquirir equipos para nuestras necesidades inmediatas, pero al mismo tiempo hay que dejar la flexibilidad suficiente para incorporarnos a cualquier alternativa o variante que la tecnología moderna nos pueda brindar.

Debido a lo extenso del Campus Politécnico y la separación significativa que hay entre los dos Núcleos, el sistema de comunicación debe tener la funcionabilidad suficiente para cubrir necesidades como: busca-persona, sonidos, sistema de alarmas y el enlace tanto interno como externo.

Tales requerimientos obligó a la ESPOL a contra-

tar los servicios de un asesor, quien en un extenso estudio elabora un informe titulado "Solicitud de Propuestas y Especificaciones Técnicas para un Sistema Digital integrado de Voz y Datos". Dicho informe cubre las siguientes áreas:

- Preparación y entrega de la documentación
- Proceso de Evaluación
- Contenido de la Propuesta
- Cableado y requerimientos de soporte técnico
- Especificaciones del Sistema
- Características y Descripción
  - Características del Sistema
  - Características de la Consola del Operador
  - Características de la Estación Terminal
  - Características de las Comunicaciones de Datos
- Planes de numeración y enrutamiento
- Resumen de Costos

#### APENDICES

- Recomendaciones de Diseño e Implantación
- Plano del nuevo Campus Politécnico
- Requerimientos iniciales de los Aparatos Telefónicos
- Requerimientos de los Equipos de Comunicación de Datos

- Estimativo de los Pares de Cables y Salidas por Edificio
- Planos de planta para las Salas de Equipos
- Guías para Auditorías del Sistema

Si bien el proyecto es ambicioso, sus costos son enormes por lo que a la fecha las autoridades de la ESPOL no hacen ningún tipo de pronunciamiento. Pero como las obras civiles avanzan, ha sido nuestra decisión dejar previsto un enlace subterráneo entre los dos núcleos y una acometida que llega los linderos con Colinas de Los Ceibos.

#### 5.2. Voz y Datos. Enlace con sistema de reloj, alarmas, computación, parlantes

De ser factible la adquisición de equipos de telecomunicaciones modernos, nos permitiría integrar todos los sistemas especiales que se han previsto en el área de Ingenierías en una sola central, por lo que la informática, señales de seguridad, de sonido y las telecomunicaciones nos darían una funcionabilidad de primer orden. Ante tales necesidades se ha dejado previsto los enlaces de ductos de sistemas especiales y telefonía para que, de llegar al caso, nos

preste un servicio de carácter integrado.

### 5.3. Fibra Optica y enlace microonda

Una de las mejores alternativas en las telecomunicaciones es el uso de la fibra óptica ya que su uso es ilimitado, no existen interferencias y las condiciones de humedad y salinidad en nuestro ambiente siempre han afectado el sistema tradicional de hilos de cobre, por lo que el uso de la fibra óptica es la mejor opción.

Con respecto al enlace con la Central Mapasínque, cuyo sistema es digital, se ha considerado el uso de la microonda ya que nos libra de tender redes en zonas marginales que por su condición socio-económica es frecuente el pillaje.

## 6. MANTENIMIENTO DEL CAMPUS POLITECNICO

### 6.1. Uso de los diagramas y rutas para mantenimiento y trabajos de expansión

Una de las características más notable de las instalaciones eléctricas del nuevo Campus Politécnico es la canalización de ductos que la recorre a lo largo y ancho. Basta recordar que tenemos 3.000 metros de redes subterráneas de alta tensión, 4.800 metros de ductos telefónicos, 7.000 metros de redes en baja tensión y 5.000 metros en sistemas especiales, por lo que las probabilidades de daños y accidentes, motivados por trabajos de mantenimiento u obras de expansión, son elevados. Esto ha motivado que se elaboren planos de consultas con redes de alta tensión, baja tensión, teléfonos y sistemas especiales.

Para el uso de los diagramas y planos de rutas se deberá considerar que los ductos señalados están, generalmente, adosados a las caminerías y enterrados a 0.60 metro de profundidad y con un revestimiento de hormigón simple.

El uso de estos planos se puede complementar con la inspección visual de las cajas de registros, las cuales están claramente identificadas, siendo las de mayor cuidado las de alta tensión.

6.2. Recomendaciones para mantenimiento: sistema motriz, bombeo, seccionadores, breakers, cajas de registro

El mantenimiento del sistema de alta tensión es el más importante, programando una limpieza periódica de los patios de maniobra y cuartos de transformadores, lubricación y calibración de seccionadores verticales y revisión constante de las cajas de registro.

Con respecto a las bombas, es necesario registrar las horas de trabajo, para programar su mantenimiento preventivo que consistiría en limpieza y barnizado del estator, reposición de rulimanes y limpieza y deshumedización de los tableros de mando.

Para el mantenimiento eléctrico de los edificios, lo fundamental es medir periódicamente los voltajes y las corrientes eléctricas, pues

sus valores nos indican claramente las condiciones en que se encuentra el sistema.

## CONCLUSIONES

1. El proyecto eléctrico urbanístico no fue introducido a nivel de anteproyecto, por lo que su diseño no tuvo muchas alternativas.
2. La intención de la ESPOL de tener su propia subestación es meritorio en tratándose con fines pedagógicos, pero injustificable como inversión, ya que su demanda no alcanza los mínimos niveles aceptables.
3. La enorme carga instalada es una terrible realidad, principalmente para la climatización y el alumbrado público, que nos obligará a buscar alternativas de optimización.
4. Aunque a costa de grandes recursos económicos, se ha implantado un sistema eléctrico de alta confiabilidad, pues, la mayoría de los edificios tienen sus propios bancos de transformadores, por lo que los vectores, voltaje y corriente se mantendrán siempre en los rangos de tolerancia.
5. Dentro del proyecto hay una notable diferencia entre los Núcleos de Ingenierías y Tecnologías. En el Núcleo de Ingenierías están previstos sistemas especiales, por lo que la informática, las imágenes, los enlaces busca-personas, serán de un valor inapre-

ciable. En Tecnologías las condiciones son más modestas, no existen sistemas especiales y la climatización es fundamentalmente con equipos de ventana (costo de operación más elevado). Pero en ambos casos la posibilidad de expansión son enormes por espacio y por disponibilidades eléctricas.

## RECOMENDACIONES

1. Debe reconsiderarse la ubicación de la medición de alta tensión.
2. Consultar con la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc. el proyecto de instalación de una subestación en Colinas de Los Ceibos, para tener en carpeta un posible enlace con dicha central.
3. Hacer un estudio de los fusibles de alta tensión, desde el arranque principal hasta los que activan los bancos de transformadores. Dichos estudios abarcarían sus capacidades de corriente y los tiempos de respuestas.
4. Hasta la fecha de publicación de este informe, el sistema eléctrico del nuevo Campus Politécnico está "flotando" con respecto a la red de EMELEC, así pues es urgente su conexión.
5. Posterior a la etapa de planificación y ejecución sería importante analizar ciertas áreas de los trabajos eléctricos que, con fines académicos y prácticos, puedan brindar mejoras a la Institución; tal es el caso de:
  - Estudio de corrientes reactivas y su corrección.
  - Pruebas de laboratorio de los transformadores.

- Estudios de niveles de iluminación de edificios y de vías.
- Estudio de los sistemas puesta a tierra de los patio de maniobra.

## BIBLIOGRAFIA

1. ABRAHAM J. R., Asesor del Proyecto BID/ESPOL II, Informe Sistema Digital Voz y Dato, 1988
2. Código Eléctrico Nacional, edición 1987
3. Informes de Fiscalización, Proyecto BID/ESPOL II, años 1987, 1988
4. PHILIPS, Manual de Alumbrado, edición 1980
5. Reglamento para aprobación de Proyectos Eléctricos, Empresa Eléctrica del Ecuador Inc., 1985
6. Unidad de Planificación, Memorias Técnicas, Planos y Rediseños
7. WESTINGHOUSE, Manual de Alumbrado, edición 1980



Línea Atravesamiento

3x50 KVA BOMBEO AGUA SERVIDA

Subestacion proyectada

Empalme nº3

PM14

Oficina Fiscalizacion

Canchas Deportivas

PM3 Biologias

PM2

PM1

Empalme nº2

Empalme nº1

3x50 KVA Estacion Bombeo

Medidor Alta Tension

CAMPUS POLITECNICO  
INFORME TECNICO  
anexo

URBANIZACION COLINAS DE LOS CELOS

