



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica**



"DISEÑO DE UNA SUBESTACION DE TRANSFORMACION DE 3.75 MVA, 69/13.8 KV., PARA PROCARSA, PRODUCTORA CARTONERA S. A."

**INFORME TECNICO**

Previo a la obtención del Título de:  
**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

Especialización: **POTENCIA**

Presentado por:  
**Gerardo Polit Corral**

Guayaquil - Ecuador  
1989

## AGRADECIMIENTO

- A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- AL ING. HERNÁN GUTIÉRREZ VERA, DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.
- AL ING. ALBERTO HANZE BELLO.
- AL ING. EDUARDO RODRÍGUEZ CARRIÓN.

## DEDICATORIA

- A MI ESPOSA TANIA Y A MIS  
HIJOS.
- A MI MADRE Y HERMANOS.
- A LA MEMORIA DE MI PADRE



-----  
ING. HERNAN GUTIERREZ VERA

DECANO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA ELECTRICA.



-----  
ING. ALBERTO HANZE BELLO

DIRECTOR DEL INFORME TECNICO



-----  
ING. CRISTOBAL MORA GEICON

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

" LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTE INFORME TECNICO, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DEL MISMO A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL "

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESPOL)



GERARDO POLIT CORRAL

## RESUMEN

El diseño está basado en las normas comúnmente usadas para este tipo de subestaciones y con los equipos de las marcas que representa la firma para la cual trabajo, todos ellos con sello UL lo que garantiza su calidad.

Los equipos que han sido seleccionados tienen la capacidad necesaria para la protección del sistema en consideración a las corrientes de cortocircuito cuyos valores han sido determinados por EMELGUR.

Se detallan las características técnicas principales de esos equipos y en algunos casos sus principios de funcionamiento.

Se concluye que el trabajo es técnicamente realizado, que el diseño es confiable y seguro; y aunque no forma parte del estudio, se sostiene que el costo, considerando los equipos propuestos, es el menor.

## INDICE GENERAL

	<u>Pag.</u>
RESUMEN-----	VI
INDICE GENERAL -----	VII
INTRODUCCION -----	XI
CAPITULO I	
NORMAS DE DISEÑO -----	1
1.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD USADAS ENTRE LOS ELEMENTOS - DE LA SUBESTACION -----	3
1.2. PUESTA A TIERRA -----	3
CAPITULO II	
ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS MONTADOS A LA INTEMPERIE-	
2.1. TRANSFORMADOR -----	5
2.2. EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA 69 KV -----	7
2.3. EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA 13.8 KV -----	12
CAPITULO III	
ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE MEDICION Y CONTROL ---	
3.1. DISYUNTOR Y ACCESORIOS -----	18
3.2. EQUIPOS DE MEDICION -----	21

	<u>Pags.</u>
3.3. BANCO DE BATERIAS -----	24
3.4. EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCION -----	26
CAPITULO IV	
ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y MATERIALES ACCESORIOS-----	
4.1. ESTRUCTURAS -----	29
4.2. CONDUCTORES -----	32
4.3. TUBERIAS -----	34
4.4. TRANSFORMADOR DE SERVICIO -----	35
4.5. ILUMINACION -----	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	36
ANEXUS -----	39
BIBLIOGRAFIA -----	42



## I N T R O D U C C I O N

Cuando en el año de 1.982, los terrenos colindantes con el cerramiento posterior de la actual fábrica de Procarsa, Productora - Cartonera S.A., situados en la Avenida Veinte y Cinco de Julio, de esta ciudad, fueron invadidos, anulando la posibilidad total de crecimiento de dicha industria en este sector; sus directivos decidieron adquirir un terreno fuera del límite urbano a fin de construir en un futuro inmediato una nueva planta industrial.

Con este fin se compró un terreno con una superficie de 10.800 metros cuadrados junto a la vía Durán - Boliche a la altura del kilómetro 10 y se comenzaron los trabajos previos a la construcción de los edificios que alojarían la maquinaria actual y la que posteriormente se compraría para tener la capacidad de producción que sus directivos planificaron.

Dentro del proceso de cuantificar el costo del nuevo proyecto, me tocó visitarlos en calidad de Representante de Ven-

tos de la firma para la que trabajo, para determinar junto con los técnicos de Procarsa, los equipos que se necesitarían para la subestación y hacer el seguimiento del mencionado proyecto.

Como un soporte para la venta se decidió presentarles un diseño de la subestación de 69 a 13.8 KV., basada en los equipos de las marcas que nuestra firma representa.

Por no disponer al momento de la información completa de las máquinas a instalarse, no se puede incluir en el diseño, cálculos necesarios para la coordinación de la protección en la subestación. Otras consideraciones se han hecho a base de parámetros establecidos en manuales y que son aceptados como válidos para el diseño.

Se presentan por lo tanto, las características técnicas de los equipos a instalarse y los accesorios y se anexan las cantidades de cada uno de ellos. Se presentan los planos de ubicación de la Industria, de la subestación y la disposición de los equipos dentro de ella.

## C A P I T U L O I

### NORMAS DE DISEÑO

Para la ejecución de este proyecto nos hemos basado en las normas exigidas para este tipo de subestaciones así como también en los requerimientos de INECEL y EMELGUR.

La ubicación ha sido escogida junto a la carretera Durán - Boliche, dentro de la propiedad, en razón de que tanto la líneas de transmisión de 69 Kv., como una línea de 13.8 Kv., pasan por este sector.

La selección de los equipos se ha realizado en base a la información propia de la industria y la protección de los mismos de acuerdo a los cálculos de corrientes de cortocircuito en la fuente de alimentación. Esta última información proporcionada por EMELGUR:

En el lado de 69 Kv.

Cortocircuito a tierra de 3 fases:

Fase A: 2.229,5 A.

Cortocircuito de 2 fases a tierra:

Fase B : 2.033,8 A.

Fase C : 2.070,4 A.

Cortocircuito de 1 fase a tierra:

Fase A : 1.712,8 A.

Neutro : 1.390,3 A.

Se ha puesto cuidado en diseñar la subestación dando las facilidades para el montaje en un reducido espacio de instalación, proporcionando los elementos que darían seguridad en el servicio y permitiendo además total sencillez en el control y la supervisión.

El diseño contempla la instalación en el lado del secundario de un reconector y un patio de 13.8Kv desde donde se alimentaría a un switchgear constituido por cuatro celdas con seccionadores de aire vacío, el primero general y los otros tres para alimentar a sendos transformadores: 2 trifásicos de 1500 KVA y un banco constituido por 3 transformadores monofásicos de 167 KVA.

La finalidad del patio de 13.8 KV, permitiría en un momento determinado construir un sistema que, en caso de emergencia y ante la eventualidad de que el sistema de 69 Kv. deje de operar, pueda interconectarse con el sistema de 13.8 Kv., que también pasa por la propiedad. Sin embargo, esta posibilidad no forma parte de este estudio.

### 1.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD USADAS ENTRE LOS ELEMENTOS DE LA SUBESTACION

Tensión primaria: 69 Kv.

Distancia mínima de Línea a tierra:	3.55 m.
Distancia mínima entre conductores y estructura metálica:	0.90 m.
Distancia mínima entre fases:	
Fusibles:	2.13 m.
Seccionador tripolar:	2.13 m.

Tensión secundaria: 13.8 Kv.

Distancia mínima entre conductores y estructura metálica:	0.25 m.
Distancia mínima entre fases:	
Fusibles:	0.90 m.
Cuchillas:	0.90 m.

### 1.2. PUESTA A TIERRA

Para determinar el número de varillas de tierra para la malla se usó el método descrito en la referencia 42 de la IEEE 80, recomendada por la REA, Boletín 65-1.

La resistencia de tierra recomendada por el NEC, para subestaciones de 69 Kv., es de menos de 25 ohmios, lo que se consigue con la malla propuesta.

Utilizando una resistividad de tierra de 200 ohmios metro y varillas de copperweld de 5/8" x 8', se determina que con seis varillas se obtiene una resistencia de tierra de 11.17 ohmios, valor que está dentro del rango recomendado. En el anexo correspondiente se aprecia la forma de la malla de tierra constituida por 6 varillas de 5/8" x 8' y unidas electricamente por conductor desnudo de cobre de calibre 4/0 Awg.

Se pueden apreciar también los pozos de revisión y ajuste de varillas y cables de puesta a tierra en los que se podría mejorar la resistencia, si fuera del caso, mediante tratamiento con sales y otros elementos recomendados.

## CAPITULO II

## ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS MONTADOS A LA INTEMPERIE

## 2.1. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

2.1.1. Especificaciones generales

El diseño del transformador debe estar de acuerdo a las normas ANSI C57.12.10, sumergido en aceite y para uso a la intemperie. Recomendamos el transformador tipo RLS de Westinghouse.

2.1.2. Datos Técnicos

Número de fases:	3
Frecuencia:	60 Hz
Operación OA a 65°C	3.750 KVA
Operación FA a 65°C	4.687 KVA
Voltaje nominal:	

Alta tensión	67.000 V.
Baja tensión	13.800 Y-V.

Nivel básico de aislamiento:

Alta tensión	350 Kv. BIL
Baja tensión	110 Kv. BIL

Conexión:

Alta tensión	Delta
Baja tensión	Estrella con neutro a tierra.
Taps(A.T)	70.600/68.800/65.200/63.400 V.

Impedancia a voltaje nominal y capacidad nominal a 65°C.	7% (tolerancia de 7.5 % según ANSI C57.12.00).
--	--

### 2.1.3. Accesorios

- Intercambiador de taps para operación sin carga. Ajuste de posiciones e indicador visual.
- Indicador de nivel de aceite, tipo magnético, con contactos de alarma para nivel mínimo.
- Termómetro tipo dial con contactos de alarma para indi



car elevación de temperatura fuera del límite permitido y contactos para operación de ventiladores.

- Protección contra sobrepresión con contactos de alarma.
- Tapones para llenado y vaciado del aceite.
- Válvula para extraer muestras de aceite.
- Conector en el tanque para puesta a tierra.
- Ganchos de izaje.
- Placa de datos técnicos y diagrama de conexiones.
- Todos los demás accesorios normales.

## 2.2. EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA 69 KV

### 2.2.1. Seccionador de línea operado en grupo con cuchillas de puesta a tierra

#### 2.2.1.1. ESPECIFICACIONES GENERALES:

Este seccionador debe tener un interlock pa

ra una apropiada secuencia de operación. No pueden ambos switches estar cerrados al mismo tiempo, sin embargo si pueden estar abiertos al mismo tiempo.

El seccionador debe tener a nivel del mecanismo de operación manual, un sistema de seguro para fijar el control en cualquier posición.

Debe estar provisto de cuernos de arco para apertura de la corriente de magnetización del transformador.

Este seccionador no se debe operar con carga - por lo que preferentemente hay que abrir, en primer lugar, el seccionador en el lado secundario.

#### 2.2.1.2. DATOS TECNICOS:

Referencia:	Kearney VGS 696
Nº de polos:	3
Frecuencia:	60 Hz.
Tensión nominal:	69 Kv.

Tensión de diseño:	72.5 Kv.
B.I.L.	350 Kv.
Capacidad de corriente:	600 A.
Corriente momentánea:	40 Ka.
Montaje:	horizontal
Apertura:	horizontal
Control:	manual
Accesorios:	
	Cuernos tripolares para apertura de corriente de magnetización.
	Cuchillas de puesta a tierra de operación manual.

#### 2.2.2. Pararrayos

Referencia:	Tipo IMX de Westinghouse
Clase:	intermedia
Tensión del sistema:	69 Kv.
Tensión nominal del pararrayo:	60 Kv.
Frecuencia nominal:	60 Hz.
Temperatura ambiente:	40 C.
Trabajo:	pesado
Instalación:	a nivel del mar
Accesorios:	
	Terminal de línea y tierra con conectores universales para conductor # 2 a 350 MCM.

Los pararrayos deberán ser autosoportantes, para montaje a la intemperie, en estructuras metálicas.

### 2.2.3. Seccionador - fusible

El seccionador fusible y los fusibles de potencia deben ser adecuados para montaje a la intemperie.

La unidad fusible debe ser fácilmente recambiable. Se deberá suministrar con el equipo necesario para su operación.

Referencia:	SMD 1A de S&C.
Catálogo:	192056
Nº de polos:	1
Frecuencia:	60 Hz
Tensión nominal:	69 Kv.
Tensión de diseño:	72.5 Kv.
B.I.L.:	350 KV.
Operación:	continua
Corriente máxima:	200 A
Corriente simétrica de interrupción:	8.750 A.
Corriente asimétrica de interrupción:	14.000 A.

Montaje:	Vertical-90°
Aislador:	tipo Pin TR 216
Mecanismo de operación:	manual, con pertiga.
Fusible:	
Referencia:	446065 RI de S&C.
Capacidad:	65E
Característica:	tiempo fusión retardada.

#### 2.2.4. Aisladores de suspensión

Referencia:	81012 Talley Industries
Tipo:	Clevis
Clase:	ANSI 52-3
Diámetro del disco:	10 1/8"
Alto:	5 3/4"
Distancia de fuga:	11.5 pulgadas
Distancia de arco en seco:	7.75 pulgadas
Flameo de baja frecuencia en seco:	80 Kv.
Flameo de baja frecuencia en húmedo:	50 Kv.
Voltaje de perforación:	110 Kv.
Resistencia al impacto:	55 libras por pulgada.
Carga máxima:	20.000 libras.

La cadena de aisladores estará compuesta de seis - unidades. El acoplamiento será de bola - rotula, tipo B de acuerdo a las normas ASA C 29-2.

Para la fijación a la estructura se usará un adaptador socket y un adaptador Y.

Para sujetar el cable se usará un adaptador socket y una grapa de suspensión.

### 2.3. EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA 13.2 Kv.

#### 2.3.1. Cuchillas seccionadoras de operación en grupo

Serán adecuadas para montaje a la intemperie y se suministrarán con el equipo necesario para su operación.

Referencia:	AR-60 de Kearney
Nº de polos:	3
Operación:	Continua
Tensión nominal:	13.8 Kv.
Tensión de diseño:	14.4 Kv.
Frecuencia:	60 Hz.
B.I.L.:	110 Kv.
Capacidad continua de corriente:	600 a.

Corriente momentánea:	40 KA.
Montaje:	horizontal
Mecanismo de operación:	manual
Apertura:	vertical 90°

### 2.3.2. Pararrayos

Referencia:	LV de Westinghouse
Clase:	distribución
Tensión del sistema:	13,8 Kv.
Tensión nominal:	10 Kv.
Frecuencia:	60 Hz.
Instalación:	a nivel del mar
Trabajo:	pesado

### 2.3.3. Seccionador monopolar

Referencia:	H72 Kearney
Catálogo:	125931
Clase:	estación
Tensión de trabajo:	13,8 KV.
Tensión de diseño:	15,5 KV
Trabajo:	continuo
Corriente continua:	1200 A
Corriente momentánea:	61 KA.

B.I.L.	110 KV.
Montaje:	vertical
Operación:	manual con pertiga
Apertura:	Vertical - 180°

#### 2.3.4. Aisladores de suspensión

Referencia:	86012 Talley Industries
Tipo:	Clevis
Clase:	52-1
Distancia de fuga:	8.25 pulgadas
Distancia de arco en seco:	5.5 pulgadas
Diámetro del disco:	6 pulgadas
Carga máxima de trabajo:	10.000 libras
Resistencia al impacto:	45 libras por pulgada.
Flameo de baja frecuencia en seco:	60 KV.
Flameo de baja frecuencia en húmedo:	30 KV.
Voltaje de perforación:	80 KV

El acoplamiento deberá ser del tipo horquilla pasador.  
La cadena estará compuesta por dos aisladores.



### 2.3.5. Seccionadores fusibles

Referencia:	SM-5 de S&C Electric Company.
Catálogo:	87512R2
Nº de polos:	1
Frecuencia:	60 Hz
Tensión Nominal:	14,4 Kv.
Tensión de Diseño:	17 Kv
B.I.L.:	110 KV.
Operación:	continua
Corriente máxima:	400 A
Montaje:	Vertical
Mecanismo de operación:	manual con pertiga
Fusible:	SM-5 TCC115-4
Capacidad:	400 A
Catálogo:	130600 R4

### 2.3.6. Grapas de retención

Sólo se usará grapas de retención en el lado de baja ten  
sión.

Tipo:	Clevis
Catálogo:	BSD 84-C Anderson.

Material:	Bronce
Acoplamiento:	Clevis CA 06.

### 2.3.7. Conectores

En el lado de alta tensión se usará conectores de compresión.

En el lado de baja tensión los conectores serán de bronce del tipo perno partido.

Tipo:	CPS. Anderson
Catálogo:	CPS 360
Conexión principal:	4/0 sólido-350 MCM de CU.
Tap:	Nº- 2 sólido-350 MCM de Cu.

### 2.3.8. Puntas terminales

Las puntas terminales de porcelana son diseñadas para conductor sencillo del tipo URD que es el cable seleccionado. Serán montadas en una cruceta que se conectarán a las barras mediante cable desnudo Nº 4 - AWG.

Referencia:	G & W
-------------	-------

Tipo: Slip-on dry Terminator  
Porcelana.

Catálogo: E 71KC3A0.

## CAPITULO III

## ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE MEDICION Y CONTROL

## 3.1. DISYUNTOR Y ACCESORIOS

3.1.1. Especificaciones generales

Para proteger tanto la subestación en sí, como la línea de alimentación a la carga y en definitiva la propia maquinaria, se instalará un reconectador automático en aceite, con sus accesorios.

El reconectador está compuesto por los elementos de alta tensión, el mecanismo de energía almacenada para el cierre y la apertura, los relés de sobrecorriente y de falla a tierra y su soporte tipo subestación con el mecanismo de izaje del tanque.

Tiene bushings de porcelana y conectores apropiados para conductor 2/0 al 800 MCM.

Está provisto de transformadores de corriente tipo Bushing de relación 600/5 con taps y conectados a los relés sensores.

El disyuntor acciona con una bobina de disparo remoto a través de una fuente externa de 125 VDC. Se ha escogido esta tensión ya que la misma servirá para el control de los seccionadores que protegerán a los transformadores de distribución.

La aplicación del disyuntor se simplifica con el uso de relés tipo CO de Westinghouse para protección de fallas de fase y tierra. Estos relés proveen, combinadas con el transformador tipo bushing con sus taps, un gran número de valores de disparo para fase y tierra. Se ha escogido una protección integral de tres relés de fase y uno de tierra.

Se ha seleccionado además, un relé de recierre para el control del número de operaciones de disparo antes de la desconexión total y el número y la secuencia de los disparos rápidos y lentos.

Se instalará también un medidor de corriente de carga fabricado por Sangamo con amperímetros indicadores de demanda.

### 3.1.2. Datos técnicos

Referencia:	ES56SG03 de Westinghouse
Tensión nominal:	14.4 Kv.
Tensión de diseño:	15.5 Kv.
Frecuencia:	60 Hz.
B.I.L.	110 Kv
Nº- de fases:	3
Mínimo tiempo de cierre:	25 ciclos
Mínimo tiempo de interrupción	3.5 ciclos
Corriente continua:	560 A.
Capacidad de interrupción a 14.4 KV:	8.000 A

#### ACCESORIOS

Control eléctrico para cierre y apertura

Luces indicadores de la posición del equipo.

Calentador para prevenir la condensación y la humedad.

El reconectador estará provisto de los siguientes relés:

Relé de sobrecorriente:

Tipo: CO-8 de Westinghouse

Características de tiempo-corrien

te: inversa

Tensión de operación de contactos: 125 VDC

Relé de recierre:

Tipo: RCS II de Westinghouse

Nº de disparos: 1,2,3 ó 4

Nº de disparos rápidos: 1,2,3 ó 4

Tiempo de rearme: 25 a 120 seg.

Rango de recierre:

1er. recierre: Inst. o 5-60 seg.

2do. recierre: 5 - 60 seg.

3er. recierre: 5 - 60 seg.

### 3.2. EQUIPOS DE MEDICION

Para la medición de los diferentes parámetros dentro del cuarto de control, se ha seleccionado de la firma Westinghouse, el equipo de medición IQ DATA PLUS.

El IQ DATA PLUS es un equipo de monitoreo y protección basado en la tecnología del microprocesador que provee la completa gama de medición eléctrica.

Está montado en un empaque compacto que ahorra espacio ya que reemplaza a voltímetros y amperímetros con sus selectores y a los demás equipos tales como vatímetros, etc.

El equipo puede medir directamente hasta 600 voltios sin el uso de transformadores, pero para el caso que nos ocupa, será necesaria la instalación de transformadores de potencial para 14.4 kv. y transformadores de corriente para esa misma tensión..

El IQ DATA PLUS hace las siguientes mediciones:

Amperaje AC.

Fase A 1% exactitud

Fase B

Fase C

Voltaje AC. 1% exactitud

Fase A-B

Fase A-C

Fase B-C

Todas las fases con respecto a tierra.

Megavatios 2% exactitud

Mega vars 2% exactitud

Frecuencia 0.5% exactitud

Demanda de megavatios 2% exactitud.

Opcionalmente se puede medir megavatios - hora.



Es un equipo autoprotegido para sistemas de 3 ó 4 hilos. Las conexiones al equipo son sencillas, tal como se conecta un vatímetro.

Tiene capacidad para que se le instale un interfase para una red de computación para registro gráfico de los parámetros.

Este equipo está provisto adicionalmente de funciones de protección que pueden ser programados para trabajo activo o pasivo.

Pérdida de fase:

Ocurre cuando menos del 50 % de la tensión de fase es detectada.

También cuando la mínima corriente en una fase es el 1/16 de la máxima corriente en otra de las fases.

Desbalance de fases:

Ocurre si la máxima desviación entre dos fases cualesquiera excede la cantidad de desbalance prefijada a través de los interruptores DIP.

Sobrevoltajes:

Se puede ajustar dentro del rango de 105 a 140 %, en incrementos de 5 %.

Bajo voltaje:

Se puede ajustar también como un porcentaje de la tensión normal, entre un 95 al 60 %. Los incrementos son del 5 %.

Cambio de fase:

Ocurre cuando se cambian dos fases por más de un segundo.

Especificaciones:

Referencia:	IQDP02 de Westinghouse
Potencia requerida:	20 VA.
Frecuencia:	50-60 Hz.
Tensión nominal:	+20 %.
Temperatura de operación:	0 a 70 grados
Humedad:	0 a 95 %
Fusibles:	1 A.
Tipo:	KTK-R-1

### 3.3. BANCO DE BATERIAS

El banco de baterías está constituido por unidades de plomo -

ácido, equipadas con todos sus accesorios y servirá para alimentar los equipos de alarma y las bobinas de disparo del reconectador y de los seccionadores. Serán instalados en ambiente separado de los demás equipos del cuarto de control.

Referencia:	LUX 12/40/9
Nº de unidades:	10
Nº de placas:	54 (9 en cada celda)
Capacidad:	40 A.
Voltaje por celda:	2 voltios
Voltaje por batería:	12 voltios
Voltaje terminal:	120 voltios
Temperatura de diseño:	30-32 grados

### 3.3.1. Cargador de baterías

El propósito del cargador es la conversión de Ac en DC para el apropiado mantenimiento de la carga total de las baterías.

Debe estar provisto de un circuito limitador de corriente para la carga.

Debe tener instalados amperímetros y voltímetros para corriente directa e interruptores termomagnéticos tanto pa

ra Ac como para DC.

El cargador de baterías que seleccionamos debe operar al 110% de la DC. en temperatura ambiente de 0 a 50 grados.

Datos técnicos:

Referencia:	C&D Batteries.
Tipo:	ARU 130 A6
Voltaje AC:	120 V
Corriente DC:	12 A.
Nº de fases:	1
Frecuencia:	60 Hz
Voltaje DC:	132 VDC.
Rango de ajuste:	120-145 VDC
Corriente DC:	6 A

### 3.4. EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCION

#### 3.4.1. Especificaciones generales

Para el seccionamiento y protección de los transformadores de distribución de la planta se ha escogido los interruptores Visi-Vac de Square D Company, provistos de relés de sobrecorriente y falla a tierra.

Este sistema de interrupción/aislamiento combina el desconectador de cuchilla en serie con una botella de interrupción al vacío.

El interruptor Visi-Vac es diseñado de acuerdo a las normas ANSI para uso en sistemas de distribución de media tensión.

El costo de este equipo está situado entre el seccionador sencillo con fusibles y el interruptor del tipo Metal Clad.

Con el uso de los relés, el interruptor Visi-Vac permite una coordinación entre los alimentadores y los relés del reconectador permitiendo, en caso de falla, el aislamiento del sector afectado sin que el relé del reconectador actúe dejando sin energía a toda la planta.

El interruptor opera eléctricamente a través del banco de baterías con una tensión de 125 VDC., por medio de un motor que está aislado y separado de la sección de alta tensión y opera acoplado a un eje.

El arco de interrupción se produce dentro de la botella de interrupción al vacío. La apertura de los contactos se produce de 12 a 18 milisegundos antes de la apertura de las cuchillas. El cierre de estas se produce de 9 a 12 milisegundos antes de

que los contactos en la botella de vacío se cierran.

La operación de apertura no excede los 3.5 ciclos después - que la bobina es energizada con el 85 al 100 % de la ten sión de control.

### 3.4.2. Datos técnicos

Referencia:	Visi-Vac de Square D
Tensión de diseño:	15.5 Kv.
B.I.L.	95 Kv
Corriente continua:	600 A
Corriente de interrupción:	12.5 KA usado con fusibles en ácido bórico.

#### Accesorios:

Disparo remoto.

Relé de falla a tierra tipo CO-8

Relé de sobrecorriente tipo CO-8.

## CAPITULO IV

## ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y MATERIALES ACCESORIOS

## 4.1. ESTRUCTURAS

La estructura para los equipos de seccionamiento y protección en el lado de 69 Kv., está constituida de postes de hormigón de sección rectangular y crucetas de perfiles estructurales de hierro galvanizado.

4.1.1. Postes:

Referencia:	Elecdor
Tipo:	H
Altura:	12 metros
Carga de rotura:	2.400 Kg.
Separación entre postes:	6 metros.

4.1.2. Perfil Estructural

El perfil estructural para las crucetas tiene las siguientes características:

Referencia: Acero estructural ASTM A36

Tipo: Perfil U

Alto: - 1º nivel 6"

- 2º nivel 4"

- 3º nivel 4"

Los pernos, tuercas y anillos para la sujeción de los perfiles a los postes, serán de hierro galvanizado por inmersión en caliente.

La estructura en el lado de 69 kv., tendrá tres niveles.

El primer nivel que es el más alto está situado a 9.0 metros de altura. Sobre el que se instalará el seccionador tripolar.

El segundo nivel estará situado a 6.9 metros de altura y soportará los pararrayos.

El seccionador - fusible estará sujeto a dos crucetas separadas 1.4 metros una de otra. La más baja quedará a 4.5 metros de altura. De esta misma cruceta se sujetará la cadena de aisladores, de manera que su parte inferior queda



rá al mismo nivel que los terminales de los bushings de alta del transformador.

En el lado de 13.8 Kv., la estructura está compuesta de tubos galvanizados de 4" de diámetro y crucetas de perfil estructural tipo C de 100 mm. de alto, 50 mm., de ancho y un espesor de 4 mm.

En la parte inferior de los tubos se soldará una plancha metálica de forma cuadrada de 30 cm., de lado y de 5 mm. de espesor que servirá para fijar el poste al suelo por medio de pernos de expansión de 1/2" de diámetro. En el suelo se fabricará un plinto que permita esta sujeción. La estructura estará compuesta de 4 tubos formando dos porticos unidos también entre sí por crucetas de hierro galvanizado en caliente de 3" x 3" x 5/16".

El pórtico más cercano al transformador constará de tres niveles.

El nivel más alto estará a 5 metros de altura y tendrá 2 crucetas. En ellas estarán ubicados los pararrayos, las cajas fusibles para el by-pass del reconectador y los aisladores de suspensión para las barras de 13.8 Kv.

El segundo nivel con dos crucetas separadas entre sí 0.40 metros, se situarán los transformadores de corriente y potencial para la medición de EMELGUR.

El nivel más bajo consta también de 2 crucetas separadas - entre si, 0.60 metros. La cruceta más baja estará situada a 2.70 metros de altura. En ellas se fijarán los seccionadores monofásicos que conectan la entrada y salida del re conectador.

El segundo pórtico situado a 3.50 metros de distancia del anterior, tendrá una cruceta situada a 5 metros de altura de donde se sujetan los aisladores de suspensión para las barras y una segunda cruceta a 3 metros de altura que servirá de apoyo a la tubería por donde entrarán las alimentadoras de 13.8 Kv. hasta el cuarto de control.

El soporte para el seccionador de operación en grupo, así como los pórticos mencionados en el párrafo anterior, será también de tubo galvanizado de 4" de diámetro. En su parte inferior se soldará una plancha de hierro galvanizado de 30 cm., de lado y un espesor de 5 mm., la cual se fijará mediante el mismo procedimiento anterior.

#### 4.1. CONDUCTORES

Alta tensión : 69 Kv.

Conductor de aluminio desnudo.

Referencia:	Cablec.
Clave:	Penguin
Calibre:	4/0
Construcción:	6 hilos AL. 1 hilo acero
Area aproximada:	125.1 mm. <sup>2</sup>
Resistencia a la rotura:	3820 Kg.

Baja tensión: 13.8 Kv.

Conductor de cobre desnudo

Referencia:	Cablec
Calibre:	250 MCM
Construcción:	19 hilos
Area aproximada:	126.68 mm. <sup>2</sup>
Resistencia a la rotura:	4008 Kg.
Capacidad:	410A.

Puesta a tierra de pararrayos:

Alta tensión:	69 Kv.
Cobre desnudo:	
Calibre:	NO.4 AWG.

Las alimentadoras desde el patio de 13.8 Kv., hasta los equipos de seccionamiento y protección, serán dos ternas de cable aislado para 15 kv.

Tipo:	URD.
Calibre:	#2 1-7 hilos.
Material:	Cobre
Aislamiento:	XLPE.
Nivel de aislamiento:	100 %

#### 4.3. TUBERIAS

Los ductos por donde pasarán las alimentadoras de 13.8 Kv., desde el patio de la subestación hasta el cuarto donde estarán los equipos de seccionamiento y protección, serán de tubería rígida galvanizada para uso eléctrico, de 4" de diámetro.

Los codos serán de 90 grados, del mismo material. No se permitirá el uso de más de dos codos en cada ducto. En caso de necesidad se construirán cajas de paso, de hormigón, de 120 cm., de lado por 120 cm. de profundidad. Las tapas irán enmarcadas con ángulo de hierro de 1" x 1" x 5/16", como se puede apreciar en los anexos.

Para el ingreso de los cables de 13.8 Kv., a las tuberías se usarán reversibles de 4".

#### 4.4. TRANSFORMADOR DE SERVICIO

Para los servicios internos de la subestación se requerirá de un transformador monofásico, autoprotegido, sumergido en aceite, tipo distribución.

Referencia:	Ecuatran
Tipo:	CSP
Capacidad:	10 KVA
Nº de fases:	1
Voltaje nominal:	
Alta tensión:	13.200/7620 V.
Baja tensión:	120/240 V.
Taps:	2 x 2 1/2 %.
B.I.L.	95 Kv.
Frecuencia:	60 Hz.
Temperatura ambiente:	40°C

#### 4.5. ILUMINACION

Para la iluminación de la subestación se ha previsto la instalación de dos luminarias de vapor de mercurio de 175 vatios, 220 - voltios, autocontrolada. Su montaje se hará en postes metálicos que serán la extensión del poste esquinero de la cerca perimetral.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo presentado tiene dos virtudes: es técnicamente factible, con un diseño basado en la seguridad y confiabilidad; y, además su costo es el menor.

Los equipos propuestos son todos fabricados en EE.UU., por firmas líderes en equipos eléctricos. Todos ellos con sello UL., lo que garantiza su calidad.

*La selección de los equipos y el diseño permiten el aumento de carga cuando se aumente la capacidad del transformador mediante el uso de un sistema forzado de ventilación.*

El uso del reconectador con disparo instantáneo obedece a la limitación debida al uso del cable aislado, subterráneo para la alimentación a 13.8 Kv., del cuarto de transformador, a su menor costo con relación a un breaker y a la versatilidad de este equipo.

Se recomienda que en el arranque de la acometida de EMELGUR, a 69 KV., se use un seccionador en aire. El equipo que seleccionamos tiene las siguientes características:

Referencia:	Versadyne a 1694
Tensión nominal:	69 Kv.
B.I.L.	350 Kv.
Corriente continua:	400 A
Corriente momentánea:	20 KA.

Se debe observar rigurosamente las distancias mínimas tanto en el lado de 69 Kv., como en el de 13.8 Kv. Esto contribuye a precautar la seguridad del servicio y la seguridad del personal que trabaja en la subestación.

Las fundaciones para el transformador deben ser adecuadamente calculadas. Se hace necesario el diseño del drenaje de la subestación y especialmente del aceite que eventualmente pudiera escaparse del transformador.

La subestación debe estar rodeada de una cerca de malla metálica - galvanizada de 3 metros de altura con soportes de tubo de hierro - cada dos metros. Es recomendable el uso de alambre de púas en su parte superior. La cerca debe estar aterrizada convenientemente.

En el suelo, junto al mecanismo de operación manual de los seccionadores operados en grupo, debe fijarse una plataforma metálica - puesta a tierra y conectada al mencionado mecanismo.

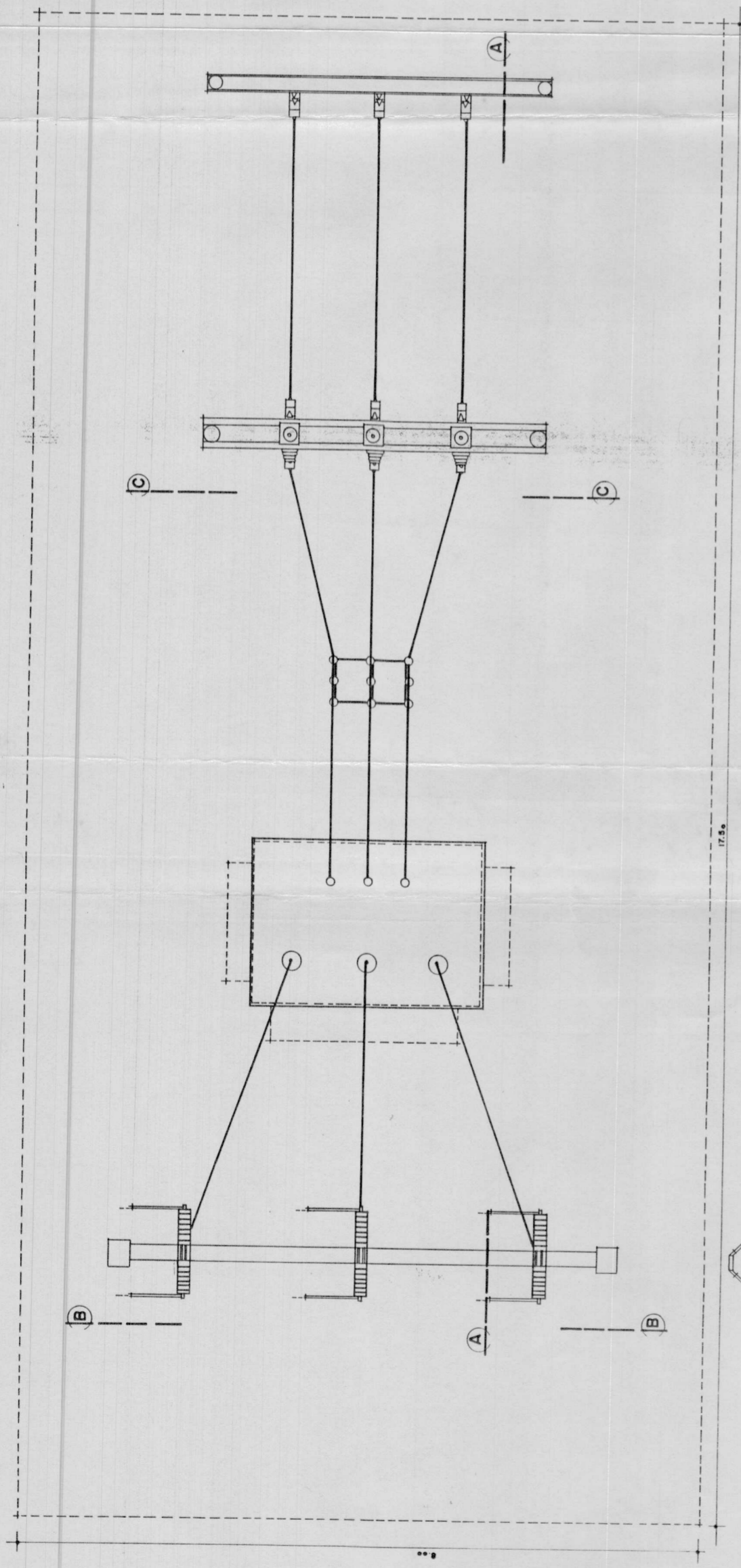
Se recomienda que el personal que se asigne al mantenimiento de la subestación sea debidamente entrenado, y se lo provea del equipo de protección y de operación adecuados tales como pertigas, guantes, etc.

El cuarto de baterías debe estar separado de los equipos de control. Se recomienda la instalación de una salida de agua para ser usado en caso de contactos con el ácido.

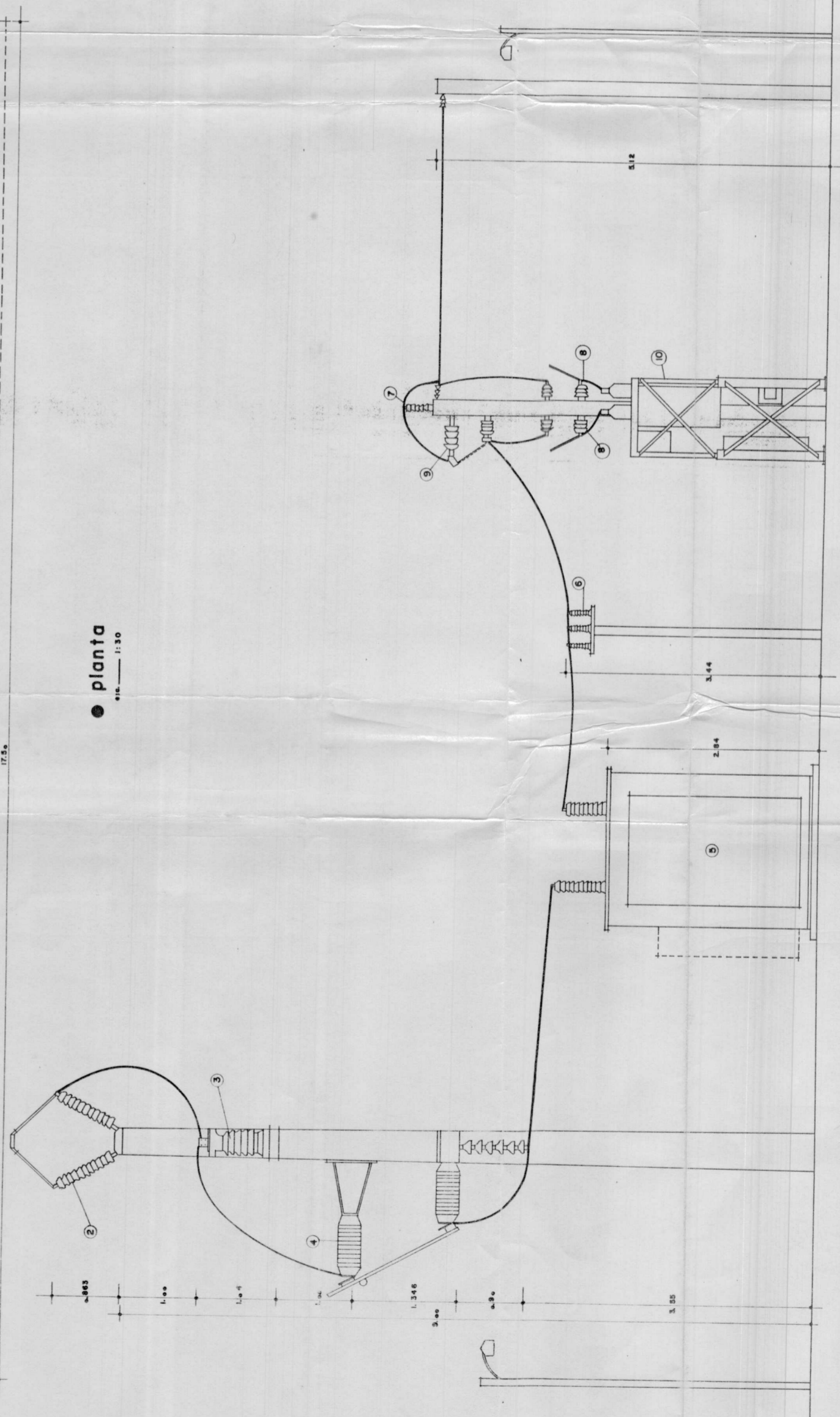


## BIBLIOGRAFIA

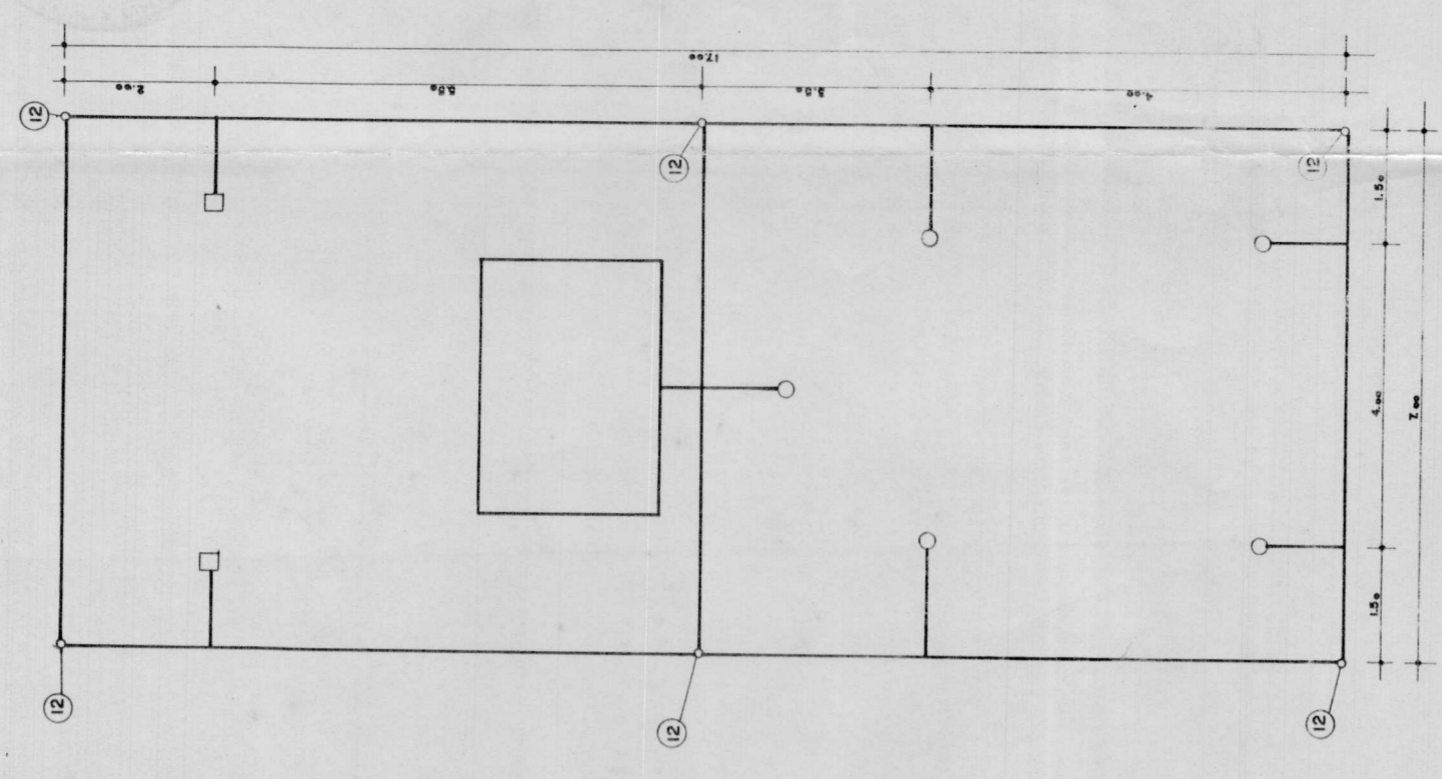
1. G. Zoppetti.- Estaciones transformadoras y de distribución.- Tercera edición.- Editorial Gustavo Gili.- Barcelona - España.-
2. Dirección General de Normas de México.- "Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas".- Edición de 1.981.
3. Enciclopedia CEAC de Electricidad.- "Estaciones de Transformación y Distribución.- Protección de Sistemas Eléctricos".- Tercera Edición.- 1.977.-
4. EBASCO.- "Planificación de Sistemas de Distribución". Mc Graw-Hill.- Nueva York, 1.982.-
5. R.E.A. Bulletin 65-1.- "Design guide for Rural Substations ". Edición especial del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.-
6. Código Eléctrico Nacional.- Ed.-1.981.-
7. P.J. Galvez.- "Normalización de las Subestaciones de Distribución para zonas Urbanas de la ciudad de Guayaquil".- Tesis



● planta  
Escala: 1:100

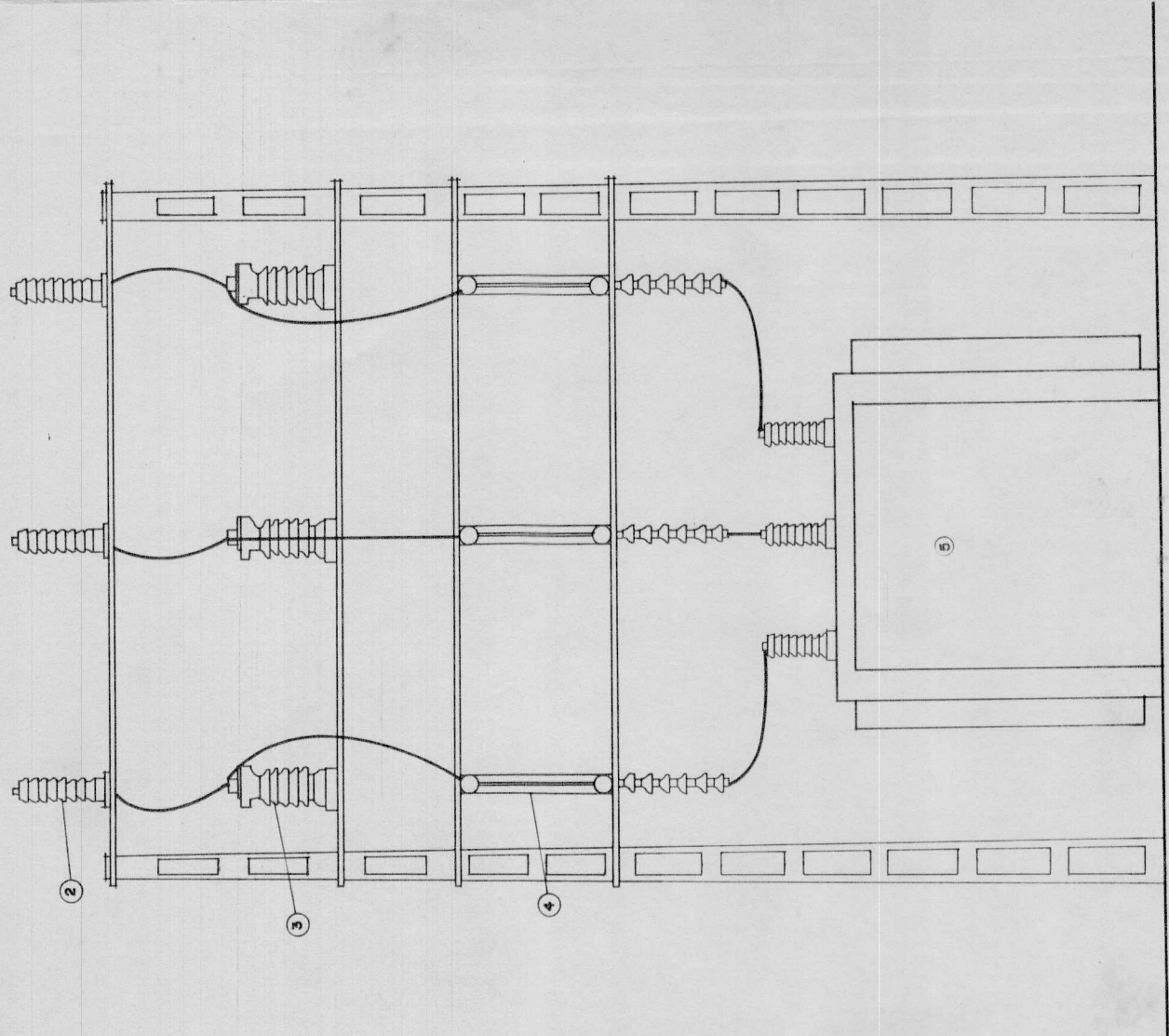


● corte A-A  
Escala: 1:100

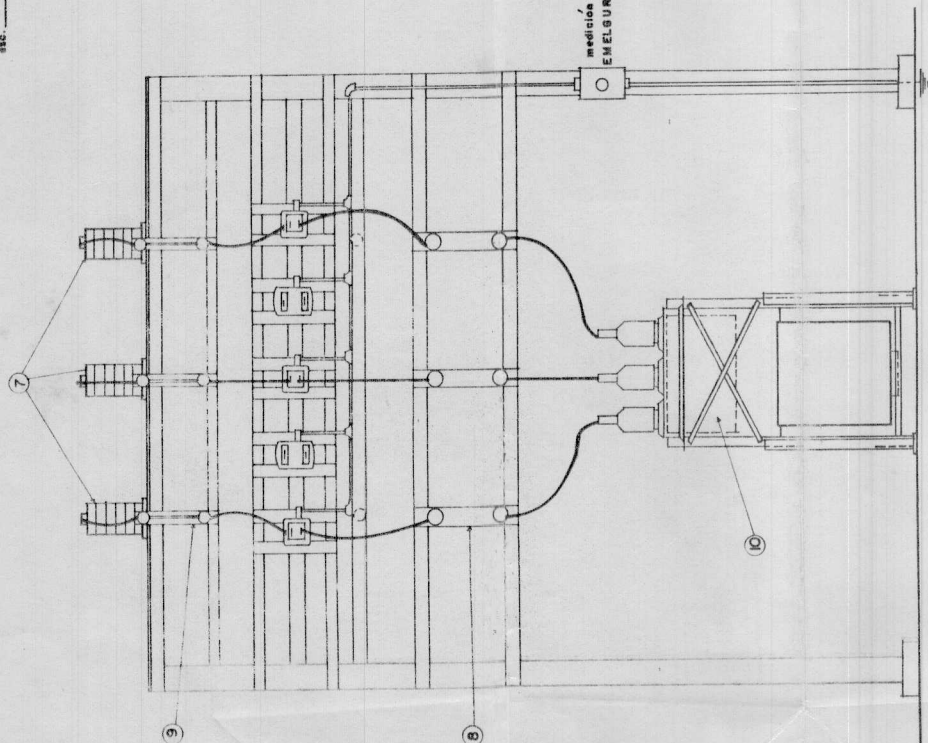


● malla de tierra  
Escala: 1:100

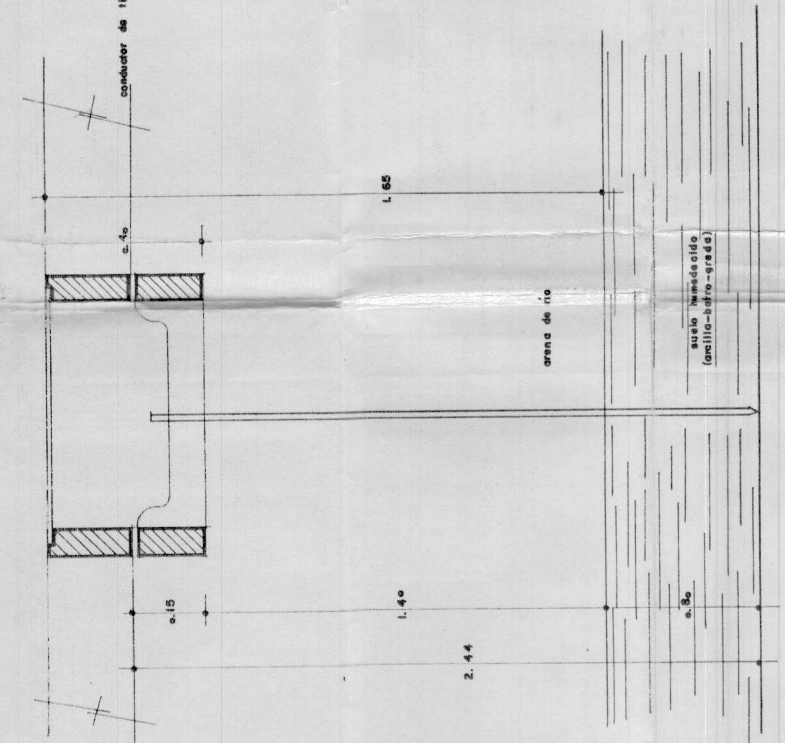
Procarasa, Productora Carbonera S.A.  
 Subestación de Transformación de 69/13.8 kV.  
 Planta - Carr. A-A - Metro de Tierra.  
 Diseñada: Sara de Pallas  
 Aprobada: S.A.S.S.  
 Verificada:  
 Escala: REF. Plano B1-1



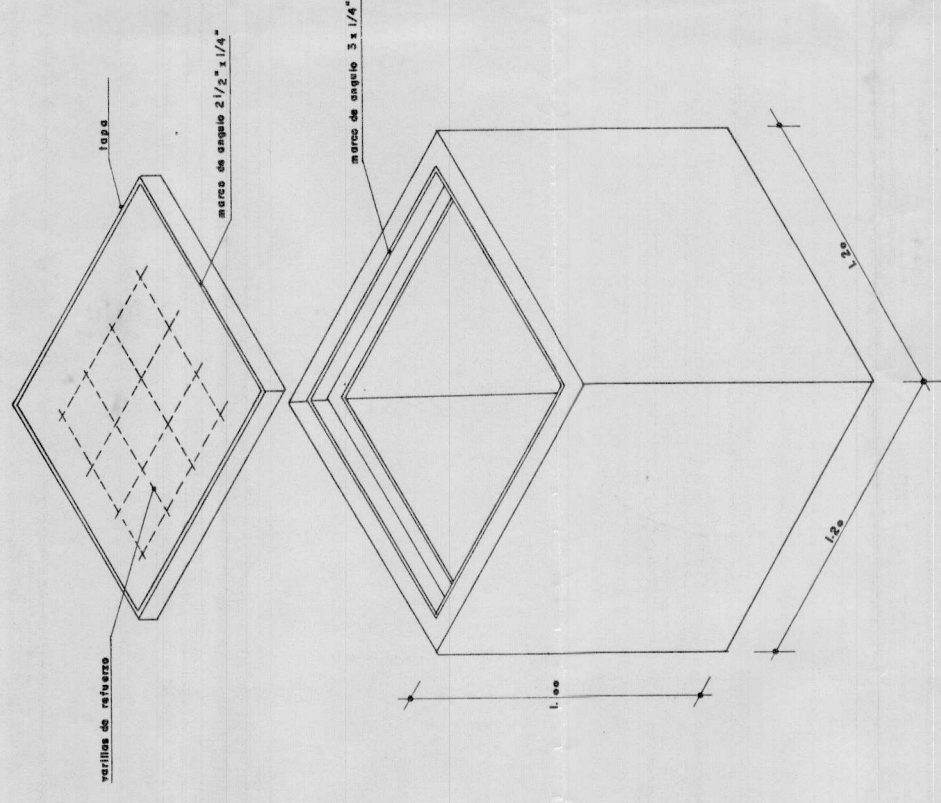
● corte B-B  
esc. 1:30



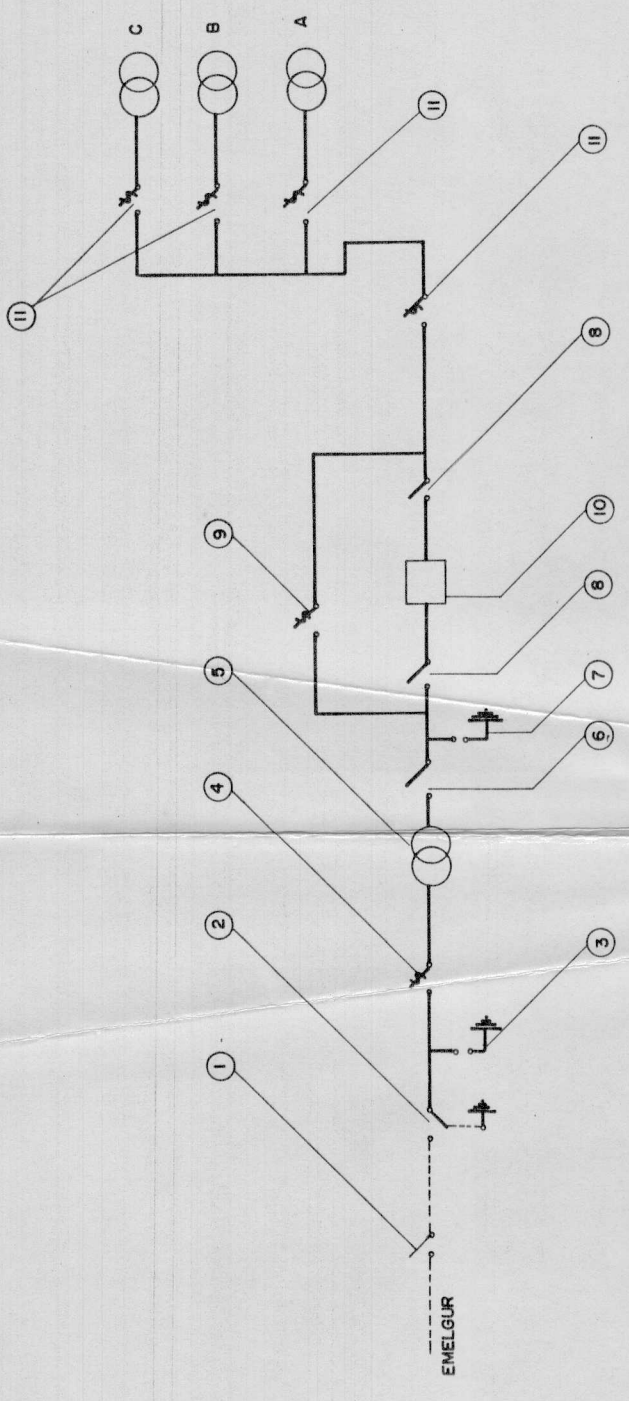
● corte C-C  
esc. 1:25



● detalle de inst. de varillas de puesta a tierra  
sin escala



● caja subterránea de paso  
sin escala

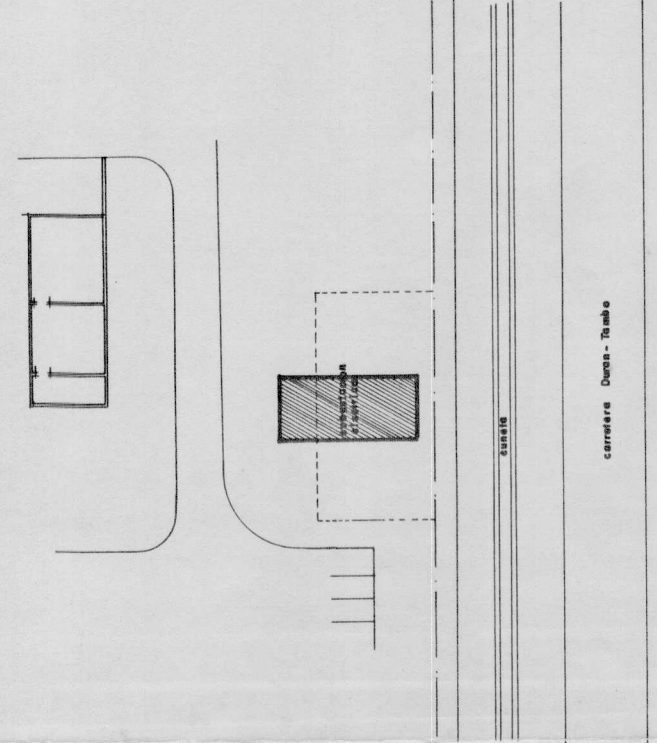


● diagrama unifilar

● simbología

- 1 Seccionador en aire versadyco A 1694 69 Kv. (EMELGUR)
- 2 Seccionador de linea operado en grupo kearney VGS 696 69 kv.
- 3 Pararrayo IMX westinghouse 60 kv.
- 4 Seccionador fusible SMDIA de S C 69 kv con fusible 65 Amp
- 5 Transformador tipo RLS westinghouse 3.75 MVA 69/13.8 KV
- 6 Seccionador de linea operado en grupo kearney AR 60 13.8 kv.
- 7 Pararrayos 10 kv LV de westinghouse.
- 8 Seccionador monopolar kearney H 72 13.8 kv.
- 9 Seccionador fusible 13.8 kv. SM - 5 de S.C con fusible 400 A.
- 10 Reconector 13.8 kv ES 565G 03 de westinghouse
- 11 Seccionadores 13.8 kv. VISI-VAC de SQUARED.
- AyB = Transformadores 3 y de 1500 kva. 13.8 kv.-480 v
- C = Banco de transformadores 3 x 167 kva. 13.8 kv/208-120 v.
- 12 Varilla de Tierra 5/8" x 8"

● ubicacion : x.m. 10



Proccarsa. Productora Cartonera S.A.  
Bogotá - Ecuador

Subestacion de Transformacion de 69/13.8 kv.  
Carra. - Davao Davao - Detalles - Ubicación.

Elaborado: Gerardo Páez	Revisado: [ ]	Escala: [ ]
Dibujado: D.A.B.S.	Aprobado: [ ]	
Fecha: [ ]	Int. plano: 51-2	