

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



“PROTOCOLO DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ 50/22,9 Kv DE LA COMPAÑÍA MINERA HUARON EN CERRO DE PASCO”

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

HUGO JAVIER NEYRA SALAZAR

PROMOCIÓN

1993 - II

LIMA – PERU

2005

Este trabajo esta dedicado a mis padres y a todos mis hermanos que siempre me dieron su apoyo.

**PROTOCOLO DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE
LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ 50/22,9 kV DE LA CIA.
MINERA HUARON EN CERRO DE PASCO**

SUMARIO

Una Subestación puede ser definida como un conjunto de equipos de maniobra y equipos conexos ubicados en ciertos puntos de un sistema de potencia eléctrica en que es necesario efectuar la interconexión y maniobra de un determinado número de circuitos.

Los circuitos pueden o no estar a un mismo nivel de tensión, pueden estar asociados con líneas aéreas de transmisión o cables que interconectan fuentes de generación y centros de carga. Dentro de la subestación se incluye a los transformadores de potencia, autotransformadores; capacitores y reactores en serie y en paralelo y en general cualquier otro equipo que sirva para modificar las características de un sistema eléctrico de potencia.

En este documento se reúne el resultado de las pruebas que se realizaron en la Subestación San José de la Compañía Minera Huaron en Cerro de Pasco a cada uno de los equipos antes de su puesta en servicio.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I	
MEMORIA DESCRIPTIVA	04
1.1 Introducción	04
1.2 Ubicación de la Subestación San José y condiciones del lugar	04
1.3 Características del Sistema y Ruta	05
1.4 Niveles de Tensión y Aislamiento	06
CAPÍTULO II	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	08
2.1 Características de la Subestación San José	08
2.2 Transformador de potencia 50/22.9 kV	10
2.3 Interruptor de potencia	13
2.4 Seccionadores	16
2.5 Transformador de tensión	19
2.6 Pararrayos	20
2.7 Tableros de control, protección y medición	22
2.8 Batería de acumuladores y cargador rectificador	24

CAPÍTULO III

PRUEBAS EN BLANCO Y PUESTA EN SERVICIO	29
3.1 Metodología de las Pruebas	29
3.1.1 Protocolo de Pruebas	29
3.1.2 Aceptación de los Equipos y Sistemas Probados	30
3.2 Verificación de distancias eléctricas	31
3.3 Estructuras, barras de alta tensión y conexiones aéreas	31
3.4 Transformador de potencia	31
3.4.1 Control mecánico	32
3.4.2 Pruebas eléctricas	33
3.5 Interruptor de potencia	33
3.5.1 Control mecánico	34
3.5.2 Pruebas eléctricas	35
3.6 Seccionadores	35
3.6.1 Control mecánico	36
3.6.2 Pruebas eléctricas	36
3.7 Transformador de tensión inductivo	36
3.7.1 Control mecánico	36
3.7.2 Pruebas eléctricas	37
3.8 Pararrayos	37
3.8.1 Control mecánico	37
3.8.2 Pruebas eléctricas	37
3.9 Tableros de protección y mando	37
3.9.1 Control mecánico	38

3.9.2	Pruebas eléctricas	38
3.10	Puesta a tierra en subestaciones	38
3.10.1	Instrumento de medida	38
3.10.2	Procedimientos prácticos para la medición de la resistencia de puesta a tierra	39
3.11	Puesta en servicio	40
3.12	Normas aplicables y referencias	41
	CONCLUSIONES	58
	RECOMENDACIONES	60
	ANEXOS	62
	ANEXO A: PLANOS	63
	ANEXO B: PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA S.E. SAN JOSÉ	70
	ANEXO C: FOTOS DE LOS EQUIPOS USADOS PARA LAS PRUEBAS Y DE LA SE. SAN JOSÉ	125
	BIBLIOGRAFÍA	135

INTRODUCCIÓN

Una subestación eléctrica es un conjunto de equipos utilizados para dirigir el flujo de energía en un sistema de potencia y garantizar la seguridad del sistema por medio de dispositivos automáticos de protección y para redistribuir el flujo de energía a través de rutas alternas durante contingencias. Una subestación puede estar asociada con una central generadora, controlando directamente el flujo de potencia al sistema, con transformadores de potencia convirtiendo la tensión de suministro a niveles mas altos o mas bajos, o puede conectar diferentes rutas de flujo al mismo nivel de tensión. Algunas veces una subestación desempeña dos o más de estas funciones.

Básicamente una subestación consiste en un número de circuitos de entrada y salida conectados a un sistema común de barras, siendo el interruptor el principal componente de un circuito y complementándose con los transformadores de instrumentación, seccionadores y pararrayos.

Un interruptor es definido como un dispositivo capaz de interrumpir, establecer y llevar las corrientes normales o nominales del circuito y las anormales o de cortocircuito. El interruptor es por lo tanto un dispositivo de maniobra que por un lado controla el flujo de energía entrando o sacando del servicio circuitos o

desconectándolos para poder llevar a cabo mantenimientos o trabajo, por otro lado el interruptor hace parte del esquema de protecciones que automáticamente desconecta cualquier parte del sistema en donde haya ocurrido una falla.

Los transformadores de instrumentación son dispositivos de monitoreo que censan, por medio de un acople inductivo o capacitivo, el cambio de estado de los parámetros del sistema, generalmente tensión y corriente; asociados a éstos y como parte del esquema de protecciones, existe un sistema de relés de protección que responden al cambio de estado y energizan el dispositivo de disparo del interruptor, ocasionando su apertura.

Por otro lado están los seccionadores que aíslan los interruptores, porciones de la subestación o circuitos para mantenimiento; en algunas ocasiones son también utilizados para seleccionar la forma de conectar los circuitos a las barras. Los seccionadores sólo pueden ser operados durante condiciones especiales, ya que no tienen la capacidad de interrumpir o establecer corrientes.

Los pararrayos son dispositivos para la protección del sistema de potencia y sus componentes, de las sobretensiones ya sea producidas por descargas atmosféricas, maniobras en el sistema o durante fallas o cortocircuitos.

Durante el proceso de instalación del equipo de una subestación y sobre todo al final, que es cuando se procede a la puesta en servicio de la instalación, es necesario efectuar una serie de pruebas necesarias para determinar el estado final de los aislamientos, los circuitos de control, la protección, medición, señalización alarmas y finalmente el funcionamiento del conjunto de la subestación.

A su vez, el conjunto de datos obtenidos de la pruebas sirven de antecedentes para que, a lo largo de la vida de la instalación, el personal de mantenimiento tenga una

base para determinar el grado de deterioro que van sufriendo los diferentes equipos, así como tener un punto de referencia para comparar las nuevas lecturas, obtenidas en los equipos después de una reparación.

CAPÍTULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Introducción

Este documento describe las características principales de la S.E. San José y la pruebas realizadas a los diferentes equipos antes de su puesta en servicio. La obra en total incluyó la construcción de una línea de transmisión en 50 kV con una longitud de 28 km. que saliendo de la S.E. Shelby, que pertenece a Centromín, llega a la S.E. de San José, de la Compañía Minera Huarón.

Las pruebas de puesta en servicio tienen como fin, garantizar la integridad de los equipos, así como verificar las características técnicas del equipo o sistema a fin que su operación sea correcta.

Las pruebas de puesta en servicio incluyen las pruebas de instalación, las pruebas en blanco y las pruebas de energización. Este documento cubre las pruebas en blanco de los equipos eléctricos solamente. Las pruebas de instalación se efectúan como parte del procedimiento de instalación de los equipos.

1.2 Ubicación de la Subestación San José y condiciones del lugar

La S.E. San José se halla situado en el Departamento de Pasco, Provincia de Cerro de Pasco y se desarrolla en los distritos de Vico, San José.

Los datos relativos a características climáticas se indican a continuación:

Temperatura máxima absoluta	25 °C
Temperatura mínima absoluta	-20 °C
Temperatura media anual	15 °C
Velocidad máxima del viento	75 Km./h
Altura máxima sobre el nivel del mar	4,500 m.s.n.m.

La zona es de topografía plana. Prácticamente no existen elevaciones que superen los 50 m. de altura. Cuenta con poca vegetación. La que existe es propia de “puna” y está mayormente dedicada a pastos naturales de zonas altas.

1.3 Características del Sistema y Ruta

Electroperú es el Concesionario del Suministro Eléctrico a Minera Huarón. El punto de alimentación elegido para dicho suministro está estipulado en el respectivo contrato y es el Patio Shelby. La ruta seleccionada para el trazo de la Línea tiene como punto de partida el Patio Shelby. Este es un punto de seccionamiento de la L.T. 50 kV doble terna. Este sistema es parte del Sistema Eléctrico de Centromín.

El Patio de Shelby está conectado a la L.T. Carhuamayo-Paragsha a una distancia de Carhuamayo de 23.2 Km. en 50 kV doble terna y cumple hasta ahora la función de seccionamiento de las líneas provenientes de ambos extremos y además sirve como derivación a una carga en 50 kV para el poblado de Shelby-Vico.

La L.T. Shelby-San José sale del pórtico de la nueva bahía del Patio de Shelby y sigue una dirección a la salida del Patio que pasa cómodamente fuera de los límites del área de seguridad del Aeropuerto de Vico y a la distancia requerida del mismo, permitiendo respetar los ángulos horizontales y verticales de despegue y

decolaje de las aeronaves. Evita asimismo pasar por la población de Vico. Asimismo se ha procurado alejarse de las zonas bajas cercanas al río y caseríos con que se encuentra el trazo y finalmente se llega a la Subestación de San José, que pertenece a Minera Huarón.

En el Plano N° 01 se muestra la ubicación general de la obra, la ruta de la línea y la ubicación de las Subestaciones de Shelby y San José

1.4 Niveles de Tensión y Aislamiento

Para la definición del nivel de aislamiento se ha tomado en cuenta la altura máxima donde se situarán las instalaciones de la obra: 4,500 m.s.n.m. Los equipos tendrán un nivel de aislamiento externo superior al nivel de aislamiento interno que corresponde al nivel de tensión de operación.

Aislamiento Interno

Tensión de Transmisión

- Tensión nominal 50 22.9 kV
- Máxima Tensión de servicio 55 25 kV

Niveles de aislamiento

- Resistencia a sobretensión a frecuencia industrial (60Hz), por (1) minuto 140 70 kV
- Resistencia a sobretensión de onda de impulso 1.2/50 micro segundos 325 170 kV

Aislamiento Externo

Tensión de Transmisión

- Tensión nominal 50 22.9 kV
- Máxima Tensión de servicio 55 25 kV

Niveles de aislamiento

- Resistencia a sobretensión a frecuencia industrial (60Hz), por (1) minuto 185 95 kV
- Resistencia a sobretensión de onda de impulso 1.2/50 micro segundos 450 250 kV

CAPÍTULO II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

2.1 Características de la Subestación San José

La subestación San José recibirá la llegada de la L.T. “Shelby – San José”. El área elegida es contigua a la casa de maquinas de la Central Hidroeléctrica de San José. Esta disposición se muestra en el Plano N° 2.

El equipo de maniobra está instalado al exterior, y los tableros de mando, medición y protección al interior en la sala de tableros.

Equipos de Alta Tensión 50 kV

El equipo de maniobra y protección en 50 kV cumple con las exigencias de aislamiento interior y exterior indicados anteriormente y está compuesto por lo siguiente:

- Transformadores de Tensión
- Pararrayos de Línea
- Transformadores de corriente
- Interruptor tripolar, en SF6
- Seccionadores de línea
- Seccionadores de barra

Transformador de potencia

En el plano N° 03, se muestra el diagrama unifilar de la subestación y en los planos N° 04 y 05 la disposición de los equipos.

Equipos de Media Tensión 22,9 kV

El equipo de maniobra y protección en 22,9 kV cumple con las exigencias de aislamiento interior y exterior indicados anteriormente y está compuesto por lo siguiente:

Pararrayos de Línea

Transformadores de corriente

Interruptor tripolar, en SF₆

Seccionadores de línea

Seccionadores de barra

Sistema de Corriente Continua 110 V.

Los sistemas de corriente continua en 110 Vcc. tales como: mando de interruptores, señalización etc., son abastecidos a través de un rectificador-cargador de baterías.

Sistemas de Control, Medición y Protección.

Para el control de los equipos de Alta Tensión se ha previsto un sistema de protección por relés de estado sólido alimentados por los transformadores de corriente. La protección está basada en relés de sobrecorriente de tiempo inverso (51) con unidad de sobrecorriente de disparo instantáneo (50). El transformador de Potencia 50/22,9 kV cuenta además con la protección diferencial.

(50/51-50N/51N): Relé de sobrecorriente Fase-Fase y Fase-Tierra

- (87): Relé diferencial

Para la medición se ha considerado:

- Un amperímetro con conmutador
- Vatímetro analógico
- Voltímetro analógico con conmutador
- Medidor multifunción para el control de los parámetros de corriente, tensión, potencia activa y reactiva, energía activa y reactiva con despliegue del valor solicitado.

Red de Tierra

Se ha considerado la instalación de un conductor enterrado de cobre desnudo 70 mm² en el patio, en el área ocupada por la instalación, formando una malla dimensionada para alcanzar 5 Ohm de resistencia total y electrodos en cada vértice de la subestación para dispersión profunda de tierra, ver Plano N° 06

Obras Civiles

La obra incluyo una sala de mandos de dimensiones 8x4 m² que permite instalar un sistema de baterías en ambiente separado y los paneles de supervisión, mando, alarma y medición en otro ambiente. Aquí mismo se instaló un tablero de servicios auxiliares tanto de c.c. como de c.a.

Las obras civiles comprende además el diseño de fundaciones para equipos y pórticos, canaletas, cerco perimétrico, etc.

2.2 Transformador de potencia 50/22.9 kV

Alcance

El transformador es trifásico, sumergido en aceite y ventilación natural (ONAN). Previsto para instalarle ventiladores para aumentar la capacidad continua y cumplir con la Norma ANSI C 57.92 respecto a la capacidad de sobrecargas.

Características Eléctricas

Características eléctricas:

Marca	ABB	
Tipo	TD2AN	
Serie	30484	
Potencia Nominal continua		
• ONAN	MVA	5
• ONAF	MVA	6.25
Tensión nominal primaria ±2x2.5%	kV	50
Tensión nominal secundaria	kV	22.9
Grupo de conexión	Dyn5	
Frecuencia	Hz	60
Tensión de cortocircuito	7.15 %	
Año	1996	
Altitud de instalación	msnm	4,700
Trafos de corriente incorporados:		
• Bushings primarios	A	50-100/1-1
• Bushings secundarios	A	100-150/1-1

Diseño y construcción

La construcción del núcleo son tal que reducen al mínimo las corrientes parásitas. Se fabrican de laminaciones de acero eléctrico al silicio de alto grado de magnetización, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad. Cada laminación es cubierta de material aislante resistente al aceite caliente.

El armazón que soporta el núcleo es una estructura reforzada que tiene la resistencia mecánica adecuada que no presenta deformaciones permanentes en ninguna de sus partes.

El transformador está provisto de válvulas de alivio a fin de descargar la presión en caso de un incremento anormal de la presión interior. Esta descarga se efectúa en dirección al suelo.

Todos los flujos de aceite y de gas generados bajo condiciones de falla, son concentrados en el relé de presión tipo Buchholz a fin de asegurar la acción de éste.

Accesorios

- Tanque conservador de aceite, con indicador de nivel provisto de contactos de alarma y disparo.
- Desecador de aire.
- Relé de imagen térmica con contactos de alarma y disparo.
- Termómetro indicador de temperatura de aceite, con contactos de alarma y disparo.
- Relé de presión tipo Buchholz para el trafo con contactos de alarma y desconexión.
- Válvula de seguridad.
- Válvula para vaciado y muestreo del aceite.

- Ruedas orientables
- Borne de puesta a tierra.
- Placa de características.

2.3 Interruptor de potencia

Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren los requerimientos técnicos para el diseño y fabricación de interruptores.

Características del interruptor

El interruptor es tripolar, del tipo de cámara de extinción en gas SF₆ para instalación exterior, motorizado y equipado con mecanismo de operación controlado eléctricamente. Cumple con la Norma ANSI/IEEE C37.12 última versión. Se suministró completo, con estructura de soporte, terminales, mecánicos de operación y tablero local.

El sistema de mando de todos los interruptores están diseñados para operar con una tensión auxiliar de 110 V en corriente continua.

Características eléctricas

Lado 50 kV

Marca	ABB	
Tipo	EDF SK 1-1	
Nº Serie	8265215	
Tensión nominal	kV	72.5
Nivel de aislamiento	kV	350
Corriente nominal	A	2,000
Frecuencia nominal	Hz	60

Corriente de ruptura simétrica	kA (efec)	25
Corriente dinámica	kA (pico)	60
Secuencia de operación	O – 0.3’’ – CO – 3’ – CO	
Bobinas:		
• de disparo	2	
• de cierre	1	
Sistema de mando	Motorizado/mecánico por resortes	
Tensión auxiliar	V (dc)	110
Altitud de instalación	msnm	4,500

Lado 22.9 kV

Marca	ABB	
Tipo	SACE SFE 36-12-16	
Nº Serie	7235219	
Tensión nominal	kV	36
Nivel de aislamiento	kV	170
Corriente nominal	A	1,250
Frecuencia nominal	Hz	60
Corriente de ruptura simétrica	kA (efec)	20
Corriente dinámica	kA (pico)	35
Secuencia de operación	O – 0.3’’ – CO – 3’ – CO	
Bobinas:		
• de disparo	1	
• de cierre	1	
Sistema de mando	Motorizado/mecánico por resortes	

Tensión auxiliar	V (dc)	110
Altitud de instalación	msnm	4,500

Diseño y Construcción

Estructura y soportes

El interruptor es suministrado con una estructura de acero.

Las estructuras soporte del interruptor son de perfiles de acero galvanizado en caliente.

El interruptor completo ensamblado fue diseñado y construido para soportar los esfuerzos mecánicos originados por cortocircuitos así como las sollicitaciones por sismos.

El interruptor está provisto de los motores y equipo asociado necesario para la operación exitosa del conjunto.

Mecanismos de Operación

El mecanismo de operación es un sistema mecánico por resortes, operado por un elemento montado en una carcaza o tablero.

El interruptor deberá abrir, desde la posición de completamente cerrado, en no más de 50 ms; desde el instante en que el circuito de control energizado hasta que los contactos han abierto completamente.

El interruptor deberá cerrar, desde la posición de completamente abierto, en no más de 100 ms; desde el instante en que el circuito de control es energizado hasta que los contactos han cerrado completamente.

El diseño de los mecanismos es tal que pueden efectuarse cinco operaciones sucesivas de apertura-cierre sin que se produzca sobrecalentamiento del motor u otros elementos eléctricos.

Tablero de control

El tablero de control es metálico, para instalación al exterior, provisto de puesta a tierra.

Cuenta con cobertura removible de cierre hermético a prueba de polvo. El interruptor esta provisto de indicadores de posición “abierto” o “cerrado” fácilmente visibles.

Circuitos de control en corriente continua

Esta provisto de una llave de selección de operación Local/Remoto de los circuitos de cierre. Para el accionamiento local tiene dos pulsadores para abrir o cerrar el interruptor.

Se suministra los bloqueos necesarios para impedir la operación de los seccionadores cuando el interruptor está cerrado.

Motor

El motor del resorte es del tipo de corriente continua 110 V. y apropiado para el arranque directo.

2.4 Seccionadores

Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren los requerimientos técnicos del diseño y fabricación de los seccionadores.

Mecanismos de operación

El mecanismo de operación es por medio de aislador giratorio y la conexión a los polos por varillas o tubos.

El seccionador es de montaje horizontal de tres columnas de aisladores e instalación al exterior.

Los equipos con clase de aislamiento 69 kV tienen mecanismos de accionamiento manual y motorizado del tipo tripolar y las tensiones de alimentación son de 110 V en corriente continua.

Los mecanismos de accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra de los seccionadores de línea son manual.

El motor del mecanismo de mando es de alto torque, de modo tal que la apertura o cierre del seccionador se realiza en no más de 07 segundos.

El mecanismo permite también el accionamiento manual en condiciones de falla del sistema motorizado, y durante pruebas, inspecciones y mantenimiento.

Los equipos con clase de aislamiento 38 kV e inferiores tienen mecanismo de accionamiento manual del tipo tripolar.

Las cuchillas de puesta a tierra de los seccionadores de línea tienen mecanismos de accionamiento manual.

Operación de las Cuchillas – Bloqueos

Se deberán prever los bloqueos eléctricos y mecánicos para las siguientes funciones:

La apertura o cierre de las cuchillas principales solo se podrá realizar estando el interruptor asociado abierto.

El cierre de las cuchillas principales solo se podrá realizar cuando estén en posición normal de abiertas.

Los mecanismos deberán estar diseñados de tal manera que la operación manual de las cuchillas principales o de puesta tierra pueda ser realizado por un solo hombre.

Requerimientos de diseño y construcción

Contactos

Los contactos se solicitan de manera tal que deberán ser capaces de soportar continuamente la corriente nominal a la frecuencia de operación, sin necesidad de mantenimiento excesivo. Autolineables, plateados y contruidos de un material no ferroso de alta conductividad, robustos, balanceados y estables contra choques debidos a corrientes de corto circuitos y a las operaciones bruscas de apertura y cierre.

Características eléctricas

Lado 50 kV

Marca	ABB	
Tipo	A – 7	
Nº Serie	66841 – 01B	
Aislamiento	kV	350
Tensión nominal	kV	69
Corriente nominal	A	1200
Frecuencia nominal	Hz	60
Corriente de cortocircuito (1s)	kA	61
Altitud de instalación	msnm	4,500

Lado 22.9 kV

Marca	ABB	
Tipo	A – 7	
Nº Serie	66841 – 08A	
Aislamiento	kV	200

Tensión nominal	kV	38
Corriente nominal	A	1200
Frecuencia nominal	Hz	60
Corriente de cortocircuito (1s)	kA	61
Altitud de instalación	msnm	4,500

2.5 Transformador de tensión

Alcance

Esta especificación técnica cubre los requerimientos técnicos para el diseño y fabricación de transformadores de tensión.

Diseño y construcción

Los transformadores son monofásicos del tipo inductivo sumergidos en aceite, autoportados, para instalación al exterior y del tipo tanque bajo (tank type). Tienen dos arrollamientos secundarios: uno para protección y otro para medida.

Cada transformador de tensión esta provisto de una caja terminal, hermética a prueba de humedad y polvo.

La polaridad de los transformadores esta claramente marcada en los equipos, bornes, terminales, esquema y placa de datos.

Tanque base y caja terminal

El transformador de tensión esta instalado sobre un tanque de acero, sellado y a prueba de contaminación y humedad.

El transformador de tensión tiene una caja terminal donde están alojados todos los bornes secundarios en donde se pueden efectuar las diferentes combinaciones de conexiones a 100 V.

Características eléctricas

Lado 50 kV

Marca	ABB	
Tipo	EMFC 72	
Nº Serie	8175004 (R)	
	8175005 (S)	
	8173822 (T)	
Aislamiento	kV	350
Tensión nominal (primario)	kV	$50/\sqrt{3}$
Tensión secundario	kV	$0.10/\sqrt{3}$
Clase de precisión:		
• Núcleo de medición	0.5	
• Núcleo de protección	3P	
Altitud de instalación (msnm)	4500	
Año de fabricación	1996	

Lado 22.9 kV

No se instaló, será en el futuro.

2.6 Pararrayos

Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren los requerimientos técnicos para el diseño y fabricación de los pararrayos.

Los pararrayos son del tipo estación, sin descargadores en serie, permanentemente conectados al borne de alta tensión, del tipo compuesto de óxido de zinc e instalación exterior.

Diseño y construcción

Los pararrayos están equipados con un dispositivo o válvula de alivio de presión de modo de evitar la explosión del pararrayos. Este dispositivo no opera en condiciones normales de operación.

Los pararrayos están fabricados con elementos de óxido metálico (zinc) como válvulas descargadoras, sin electrodos en serie.

Los pararrayos deberán tener un alto poder de disipación de energía durante las descargas sobre todo las originadas por sobretensiones de maniobra.

Características eléctricas

Lado 50 kV

Marca	ABB	
Tipo	(ZNO) - 51	
Nº Serie	8252385 (R)	
	8285386 (S)	
	8285387 (T)	
Aislamiento de la caperuza	kV	325
Tensión nominal	kV	51
Corriente nominal de descarga	kA	20
Año de fabricación	msnm	1996

Lado 22.9 kV

Marca	ABB
Tipo	(ZNO) - 18
Nº Serie	8290990 (R)
	8290992 (S)

	8290991 (T)	
Aislamiento de la caperuza	kV	210
Tensión nominal	kV	18
Corriente nominal de descarga	kA	10
Año de fabricación	msnm	1996

2.7 Tablero de control, protección y medición

Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren los requerimientos técnicos para el diseño y fabricación del tablero de control, protección y medición.

Tablero de control

Tablero de control centralizado. Panel que represente el diagrama unifilar en 50/22.9 kV mostrando y señalizando la posición de los interruptores y seccionadores. Desde aquí puede realizarse el mando remoto únicamente de los interruptores.

El esquema mímico está equipado con una pantalla para el despliegue digital (display) de los valores de medida: corriente (A), tensión (kV), potencia activa y reactiva (kW y kVAr) instantáneos. Memoria acumulativa de los valores máximos para periodos programados y acumulación de cantidades de energía activa (kWh) y energía reactiva (kvarh).

Relés de protección

Los relés serán del tipo estático (estado sólido).

Todos los relés serán capaces de soportar y cortar la máxima corriente que pueda ocurrir en los circuitos de control. La capacidad de los contactos no será en ningún caso menor que el 200% de la corriente nominal de

conducción. Los relés no serán afectados por la vibración o campos magnéticos externos.

La bobina del relé operará apropiadamente con variaciones de tensión de – 25% a +15%.

En general el accionamiento instantáneo estará dentro de 0.1 seg y el accionamiento retrasado para la protección de respaldo está dentro de los 0.3 seg.

Equipo de medición

El equipo de medición comprende el ciclo completo incluyendo los sensores de medición hasta los instrumentos indicadores y fuentes de poder.

Instrumentos de indicación

Los instrumentos analógicos indicadores para paneles serán de 90° tipo dial que sean fácilmente legibles con graduaciones numéricas en negro sobre fondo blanco. Los instrumentos tendrán una dimensión aproximada de 96x96 mm.

El error de los instrumentos será como máximo de 1.5% considerando en la longitud total de la escala. Todos los instrumentos serán de tipo armazón angosta.

Los instrumentos de indicación digital para panel serán de tamaño rectangular con tres dígitos y selección de punto decimal. El tamaño mínimo de la figura será 15 mm.

Transductores – Convertidores de medida

Los transductores serán del tipo electrónico, estático. Generalmente los transductores serán localizados cerca de la fuente. Los transductores para

medición eléctrica serán adecuados para su conexión a los transformadores de potencia y corriente. Las cajas serán selladas herméticamente contra polvo y humedad.

La salida de los transductores será corriente continua de valor estandarizado en mA. en rango 0-10 mA. La clase de precisión será 0.5% para el medidor de wats y los otros como mínimo 1%.

Tableros, cableado, borneras, terminales

Los tableros de relés del equipo de maniobra serán accesibles por la parte posterior. Se proveerá de puerta/bisagra/llave. Se tendrá un 10% de terminales de reserva de cada tipo-tamaño en cada panel.

2.8 Batería de acumuladores y cargador rectificador

Objeto

Las presentes especificaciones técnicas tienen por objeto definir el diseño y la fabricación del equipo de corriente continua, consistente en rectificadores-cargadores y banco de acumuladores estacionarios.

Batería de acumuladores

Especificaciones de diseño y construcción

El banco de acumuladores está formado por celdas del tipo Plomo Ácido Multitubular abiertas. Las baterías están diseñadas para larga duración (15 años como mínimo) y mantenimiento reducido.

Operan en un recinto cerrado y trabajan en carga flotante conjuntamente con el cargador rectificador respectivo. Los acumuladores se instalan en bastidores con riel aislante de polietileno a prueba de sismos y pintado de color gris con pintura resistente al ácido.

Los conectores entre celdas tienen adecuada capacidad de corriente y están ajustados con pernos y tuercas, los bornes inicial y final están protegidos con cubiertas de polietileno.

Las celdas están protegidas contra polvo y la suciedad, previstas contra la evaporación del electrolito, las celdas están montadas al interior de recipientes de plástico o vidrio de alta resistencia, dimensionados de tal manera que la celda contiene una reserva suficiente de electrolitos, que permiten el funcionamiento de larga duración.

Las condiciones de temperatura de trabajo son:

Temperatura mínima	-10 °C
Temperatura media anual	15 °C
Temperatura máxima	40 °C

Accesorios

Los siguientes elementos se solicitan ser suministrados con cada batería de acumuladores:

Soporte del banco de baterías y pernos de anclaje

Conectores entre celdas

Hidrómetro

Termómetro del tipo respiradero

Voltímetro para celdas

Herramientas especiales necesarias y llaves para ajuste de pernos.

Conectores terminales

Jeringas y embudos

Electrolito, en el caso de baterías abiertas Plomo-Ácido

Jarm, para electrolito

Placa de identificación

Caja hermética en chapa de acero, equipada con fusibles del tipo extraíble por empuñadura de elevada capacidad de interrupción y dimensionados para una protección eficaz de la batería.

Cargador rectificador

Especificaciones de diseño y construcción

El cargador-rectificador es usado como equipo de suministro de corriente continua de carga de equilibrio, y carga flotante del banco de acumuladores.

El cargador-rectificador viene provisto de un regulador automático de tensión y reguladores controlados de silicio (SCR), el cual es controlado y supervisado en el sitio de instalación del cargador.

El cargador-rectificador es capaz de ajustar automáticamente la tensión de salida en corriente continua, para el caso de carga flotante, y efectúa la carga inicial, carga ordinaria y la sobrecarga mediante un conmutador de control que está montado en el mismo tablero del cargador.

El cargador-rectificador adquirido es solicitado con características de la mas alta eficiencia, bajo rizado y durable bajo largos periodos de uso.

La sobre elevación de temperatura de los componentes se solicitó no ser mayor que los siguientes valores:

Núcleos magnéticos y arrollamientos del transformador de poder 50 °C

Empalmes de los elementos rectificadores:

Tiristor 65 °C

Silicio 85 °C

Resistencias 150 °C

El equipo cargador-rectificador viene provisto de los elementos de protección necesarios a fin de proteger al conjunto contra fallas de cortocircuito y sobretensiones.

El diseño del tablero considera la radiación del interior y la provisión de los elementos refrigerantes necesarios, el acceso al equipo es por el frente abriendo la puerta, su construcción es mecánicamente robusta con pintura homogénea de color gris claro.

Descripción

Marca	AEES
Tipo	CBI
Serie	96/30632P4
Tensión entrada	3x220 V – 60 Hz
Tensión salida	110 Vcc
Año	1996

Accesorios

Los siguientes accesorios se indican ser suministrados como mínimo con cada cargador rectificador, entre otros:

Voltímetro y amperímetro de salida

Bornes para medición de tensión de salida

Tarjeta de alarmas (Falla de tensión CA, Baja tensión CD, Falla de carga,

Cortocircuito, Positivo y Negativo a tierra, Desconexión por alta tensión de entrada y alta temperatura)

Placa de identificación

Lámparas indicadoras

Bornes de tierra.

CAPÍTULO III

PRUEBAS EN BLANCO Y PUESTA EN SERVICIO

3.1 Metodología de las Pruebas

A continuación se describen los procedimientos a seguir durante la ejecución de las pruebas, la aceptación de los equipos y la obtención de los certificados para las pruebas de operación y la operación comercial del sistema.

3.1.1 Protocolo de Pruebas

En general, las pruebas realizadas a los equipos de las diversas subestaciones construidas por el M.E.M. y empresas particulares se ciñen a los formatos preparados por el contratista y presentados a la supervisión para su aprobación. En este caso los protocolos de pruebas, fueron elaborados por la contratista Técnicos Ejecutores, estos protocolos, contienen las pruebas necesarias para garantizar el buen estado del equipo, así como para verificar las especificaciones básicas del equipo e instalación.

Los protocolos de pruebas fueron sometidos a comentarios, observaciones y aprobación por parte del supervisor y la Compañía Minera Huaron.

Cualquier desviación o modificación posterior de los protocolos de pruebas, deberá ser justificada.

Cada protocolo está compuesto básicamente por tres secciones:

Inspección inicial y verificaciones – permitirá verificar la conformidad de los componentes básicos, su instalación, conexión, estructuras de soporte, puesta a tierra, etc.

Pruebas – es la sección principal de las pruebas, los protocolos indican las pruebas que se ejecutarán, indica además brevemente el método a utilizarse y deberán completarse de acuerdo a los resultados obtenidos durante las pruebas.

Verificaciones posteriores a las pruebas – permitirá verificar la conformidad para su funcionamiento normal, en particular la verificación cubre las reconexiones de alta tensión así como de los circuitos de control, protección, alimentación, etc. y su disponibilidad a la energización y operación.

3.1.2 Aceptación de los Equipos y Sistemas Probados

Una vez ejecutadas las pruebas y corregidas las observaciones en cada equipo, los integrantes que ejecutan las pruebas firmarán los protocolos correspondientes, en señal de aceptación y conformidad.

Una instalación será aceptada para su operación inicial cuando las pruebas de los equipos que componen la instalación (sistema) han sido aceptadas. De acuerdo con las circunstancias, se podrán obtener aceptaciones parciales del sistema o de subestaciones.

Criterios de aceptación:

Los equipos deben cumplir con las especificaciones técnicas, en cuanto a características y parámetros.

- Debido a que las pruebas se efectúan en campo, y no se cuentan con instrumentos de laboratorio, el “orden de magnitud” de los resultados de pruebas será el criterio a utilizarse.
- En caso de duda o discrepancia, los resultados de prueba se enviarán al fabricante para dar una explicación a los resultados y pronunciarse sobre la operatividad del equipo.

Los equipos y materiales defectuosos deberán ser remplazados por los correspondientes a los materiales suministrados.

3.2 Verificación de distancias eléctricas

Las distancias dieléctricas y las distancias de seguridad fueron basadas en la IEC 71A “Recomendaciones para la coordinación de aislamiento” y corregidas para 4 500 m.s.n.m., los cuales se muestran de la siguiente manera “d norma / d real”:

- Nivel de Tensión (kV)	60 (norma)	50 (real)	22.9
- Distancia mínima entre fases	1.04 m	1.60 m	0.37 / 1.2m
- Distancia de fase a partes aterradas	0.90 m	0.90 m	0.32 / 0.4m
- Altura mínima al piso	3.00 m	3.00 m	2.6 / 2.6 m

3.3 Estructuras, barras de alta tensión y conexiones aéreas

Se realizaron las siguientes comprobaciones:

- a. Control de la existencia física de la puesta a tierra de las estructuras
- b. Control de la separación entre fases y entre fase a tierra
- c. Control de la secuencia de fases según uso del fasímetro en la L.T.
- d. Limpieza de los aisladores y verificación de su estado.

3.4 Transformador de potencia

Se tuvieron en cuenta los siguientes controles:

3.4.1 Control mecánico

- a. Control de las características de placa según protocolo de fabrica.
- b. Revisión de los sitios previstos con empaquetaduras, para comprobar el buen estado de esta.
- c. Control del montaje y conexiones, fijación del transformador, conectores y acometidas sobre los terminales.
- d. Se inspeccionaron los siguientes accesorios:
 - La conexión del neutro en el lado de menor tensión
 - Se verificó la conexión a tierra del tanque del transformador.
 - Se revisaron las válvulas de drenaje.
 - Se revisó el tanque conservador de aceite.
 - Se inspeccionó la caja terminal de menor tensión y de servicios auxiliares.
 - Se verificó el elemento de entrada de aire seco para el tanque del conservador.
- e. Se controló el nivel de aceite, así como de la posición de todas las válvulas de cierre, en los ductos del aceite y radiadores de refrigeración.
- f. Se controló la estanqueidad del tanque.
- g. Se controlaron las tomas de derivaciones para la regulación de tensión, tanto sin carga como bajo carga los que fueron operados por cada uno de los medios previstos en cada una de sus posiciones, comprobando sus bloqueos, para el caso de que se presentase una inadecuada operación.
- h. Se verificó el funcionamiento del relé Buchholz del transformador.

3.4.2 Pruebas eléctricas

Así mismo, en la parte eléctrica se efectuaron las siguientes pruebas:

- a. Prueba en vacío con tensión 380/220 V, 60 Hz en todas las posiciones del conmutador.
- b. Transformador de corriente
 - b.1 Se verificó la resistencia de aislamiento
 - b.2 Medición de la resistencia del arrollamiento secundario.
 - b.3 Inyección primaria para identificación de la polaridad y verificación de la relación de transformación.
- c. Resistencia de aislamiento

Se realizaron pruebas de medición de aislamiento para comprobar que el transformador no ha sufrido daño durante el transporte y montaje.

Estas pruebas fueron realizadas con un megohmetro de 5,000 Vcc, aplicándolo entre cada fase y tierra, y entre una fase y otra.

El tiempo de aplicación del megohmetro para la medición fue de un (1) minuto.
- d. Prueba del relé Buchholz.

Verificación de su funcionamiento
- e. Prueba del relé de imagen térmica.

Verificación de su funcionamiento
- f. Verificación del nivel de aceite y prueba de rigidez dieléctrica.
- g. Ventiladores

Verificación de arranque y parada además del sentido de giro.

3.5 Interruptores de potencia

Se efectuaron las siguientes pruebas:

3.5.1 Control mecánico

- a. Verificación del número de interruptores y su ubicación
- b. Control de montaje, conexión y fijación, puesta a tierra del interruptor, distancia espinterométrica.
- c. Control de datos de placa según protocolo de fábrica.
- d. Control del equipamiento de los paneles de accionamiento y mando eléctrico.
- e. Control de fugas de SF₆
- f. Polos del interruptor:
 - Se verificó que todos los polos estén en la posición “abierto”.
 - Se reapretaron las contratueras del sistema de varillas
- g. Mecanismo de operación:
 - Se verificó que el mecanismo de operación no estuviese dañado.
 - Se inspeccionó visualmente que no haya habido fugas de aceite de los amortiguadores en el mecanismo de operación.
 - Se verificó que la manivela de operación y el dispositivo de bloqueo del dispositivo de operación estén en los lugares provistos para ello.
 - Por recomendación del fabricante, se reapretaron los tornillos en las cajas terminales que fueron afectadas durante el montaje.
- h. Llenado de gas:
 - Se conectó el dispositivo de operación para control remoto desde un lugar protegido, en relación al llenado de gas y la operación de prueba.

Se conectó el equipo de llenado de gas para proceder al llenado del mismo desde un lugar protegido.

- Se verificó el funcionamiento de la resistencia de calefacción.
- Se verificó que el termostato esté ajustado a 10 °C.

3.5.2 Pruebas eléctricas

Se efectuaron los siguientes.

- a. Verificación de operaciones de apertura y cierre con cada uno de los tipos de mando previstos y del correcto funcionamiento de los contadores de maniobras.
- b. Verificación del funcionamiento del relé de antibombeo.
- c. Verificación del ciclo de operación y del indicador de posición.
- d. Medición de la resistencia de los contactos.
- e. Verificación del cierre y apertura simultáneos de los contactos.
- f. Medición del tiempo de apertura, entre la orden y la separación de los contactos hasta la extinción del arco, y medición del tiempo de cierre entre la orden y la unión de los contactos. (ver Fig. 3.7)
- g. Para todos los interruptores, tensión mínima de operación de la bobina de disparo.
- h. Verificación por simulación de las protecciones, recierres, alarmas y señalización.
- i. Se realizaron pruebas de medición de aislamiento con megohmetro de tensión de 5000 Vcc, aplicándolo entre cada fase y tierra, y fases entre si. El tiempo de aplicación fue de un (1) minuto.

3.6 Seccionadores

3.6.1 Control mecánico

- a. Se verificaron el número y ubicación de los seccionadores.
- b. Se verificaron los datos de placa según el protocolo de fábrica.
- c. Se controló el montaje, conexiones de líneas y puesta a tierra.
- d. Se controló el mecanismo de accionamiento.
- e. Se controló el bloqueo mecánico en los grupos de seccionadores de línea y de tierra.
- f. Se verificaron y midieron los tiempos de cierre y apertura.

3.6.2 Pruebas eléctricas

- a. Operaciones de apertura y cierre con cada uno de los equipos.
- b. Verificación de los enclavamientos entre seccionadores e interruptores.
- c. Verificación de los enclavamientos y de la indicación de posición en los tableros.
- d. Verificación del cierre y apertura simultáneos de los contactos.
- e. Medición de la resistencia de contactos.
- f. Se realizaron pruebas de medición de aislamiento con megohmetro de 5000 Vcc, aplicándolo entre fase y tierra y fases entre si. (ver Fig. 3.4)
El tiempo de aplicación del megohmetro fue de un (1) minuto.

3.7 Transformador de tensión inductivo

3.7.1 Control mecánico

- a. Primeramente se verificaron el número, ubicación y montaje.
- b. Se tuvo control de datos de placa según protocolo de fábrica.
- c. Se controló el conexionado, fijación y puesta a tierra del transformador.
- d. Se verificó la ubicación de la caja de bornes.

3.7.2 Pruebas eléctricas

Se puede apreciar en la Fig. 3.1 la forma de medición de la resistencia de aislamiento en los devanados primarios y secundarios.

En la Fig. 3.2 se aprecia la forma de conexión de los instrumentos para obtener la resistencia de los arrollamientos en conjunto (tres fases). Análogamente el mismo circuito es empleado para obtener los valores de resistencia de los devanados secundarios. La función de la resistencia variable es controlar la corriente continua circulante que no afecte al miliamperímetro.

En la Fig. 3.3 se puede apreciar la conexión de los instrumentos para la prueba de la relación de transformación.

3.8 Pararrayos

Se realizan las siguientes pruebas:

3.8.1 Control mecánico

- a. Verificación del número de pararrayos y ubicación.
- b. Control de datos de placa según protocolo de fábrica.
- c. Control de montaje y estado.
- d. Puesta a tierra.
- e. Control del equipamiento: contador de descargas.

3.8.2 Pruebas eléctricas

- a. Medición de aislamiento de acuerdo a las Fig. 3.10 y Fig. 3.11.
- b. Para verificar el buen funcionamiento del contador de descarga se dan toques momentáneos a los bornes de éste con los polos de la batería de 12V.

3.9 Tableros de protección y mando

3.9.1 Control mecánico

- a. Control del montaje y estado del tablero y equipos.
- b. Identificación de componentes
- c. Conexión a tierra (de los paneles, bases porta-borneras, etc.)
- d. Control visual del cableado interno.
- e. Numeración de los cables de control y nomenclatura de sus hilos y sus borneras.
- f. Verificación de las alarmas acústicas.

3.9.2 Pruebas eléctricas

- a. Se probó el panel de alarma así como las señalizaciones ópticas y acústicas.
- b. Se verificaron los bloqueos entre interruptores y seccionadores.
- c. Se pusieron en servicio los relés, según tabla de ajuste correspondiente.
- d. Se verificó la apertura de interruptores con fallas simuladas.
- e. Asimismo se realizaron las pruebas con tensión en vacío para verificar el chequeo de sincronismo, verificar la lectura del voltímetro, accionar de los interruptores y seccionadores.
- f. Pruebas con carga: se verificó la lectura de los aparatos de medida, se verificaron los accionamientos de los interruptores.
- g. Se probaron en algunos casos (por muestreo) el aislamiento contra tierra de los hilos conductores del cableado interno, con megohmetro de 500 Vcc.

3.10 Puesta a Tierra en Subestaciones.

3.10.1 Instrumento de Medida

En general, para la medición de puesta a tierra, se utilizan fuentes de tensión alterna de hasta doscientos ciclos por segundo o tensión continua conmutada de baja frecuencia, para evitar problemas de polarización.

Ambos tipos de fuentes no introducen errores apreciables debido a efectos capacitivos o inductivos. La unidad utilizada para la medición de puesta a tierra es el Ohm. Existen diversos tipos de instrumentos de medida, denominados Telurómetros, Geometros y Probadores de Tierra, los cuales tienen diferentes modos de funcionamiento, pero siempre utilizando el mismo principio. Haciendo una selección entre ellos, se tiene que el instrumento mas adecuado para la medición de la resistencia de la malla de puesta a tierra de una subestación debe tener las siguientes características: Debe estar basado en el principio potenciométrico y balance nulo, con alimentación en corriente alterna, accionado manualmente y con un circuito de compensación o de guarda.

3.10.2 Procedimientos Prácticos para la Medición de la Resistencia de Puesta a Tierra

Método de los tres electrodos

La ejecución de mediciones sobre el terreno no siempre se realiza en un contexto de condiciones uniformes o bajo idénticas circunstancias. Ello obliga a desarrollar y tomar en consideración ciertos recursos prácticos que se resumen a continuación:

1. Elegir un eje de medición en una dirección en la que no hayan obstáculos superficiales ni áreas que impidan el clavado de los electrodos de exploración, ni tampoco, instalaciones eléctricas o ductos subterráneos.

2. La profundidad de los electrodos de exploración en suelo compacto, en principio, no deberá exceder a $1/20$ de la distancia de separación entre ellos; sin embargo, se pueden adoptar profundidades de 0.3 m para las mediciones.
3. Levantar y apartar siempre la wincha utilizada para la medida de las longitudes de clavado de los electrodos de exploración. La wincha, sino es enteramente metálica, tiene un entramado de malla metálica o hilos metálicos de refuerzo en el hule.
4. Identificar el área cubierta por la malla de tierra instalada y determinar aproximadamente el radio equivalente “r” de la zona de influencia.
5. Asignar la distancia máxima “D” de inyección de corriente, en función del radio equivalente “r”, teniendo en cuenta que deberá ser por lo menos cuatro veces mayor.
6. Comprobar que la longitud del conductor que une los bornes C1 y P1 con la malla de puesta a tierra “E”, sea lo más corta posible, a fin de no incluir dicha resistencia en el circuito de medida.
7. Verificar que la jabalina del borne P2 esté ubicada en línea recta, a 62 % de la longitud que hay entre el punto de conexión con la malla “E” y la jabalina asociada al borne de corriente C2.

3.11 Puesta en Servicio

Comentarios:

- a. Se puede apreciar en la fig. 3.13 un diagrama en el cual se resumen las principales tareas que hay que efectuar para verificar el estado de los equipos antes de iniciar cualquier maniobra de energización.

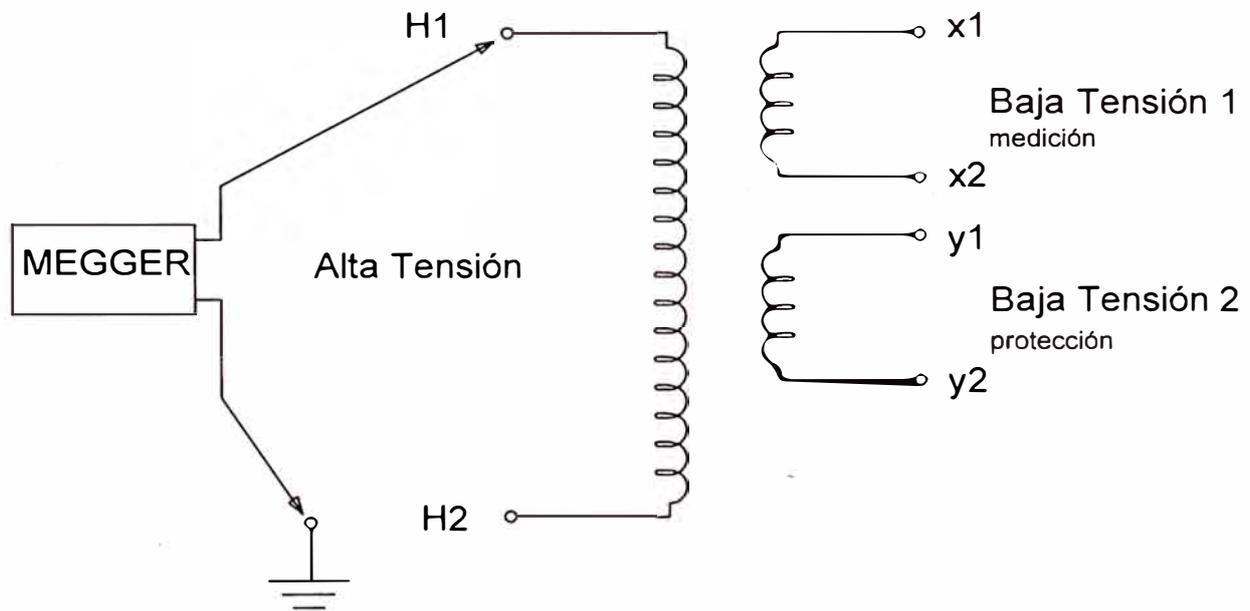
- b. En la fig. 3.14 se puede apreciar claramente los pasos a seguir para interconectar la SE. Shelby y energizar hasta el seccionador de barras que estará en posición abierto, la tensión 50 kV es detectado por el transformador de tensión e indicado en el panel de control. El diagrama mostrado resume las verificaciones previas y maniobras realizadas en la SE. Shelby. Es necesario incluir este diagrama de bloques dado que mientras no se efectúe esta secuencia no se tendrá energía eléctrica en la L.T. 50 kV y la SE. San José.
- c. En la fig. 3.15 se puede apreciar claramente los pasos a seguir para energizar la L.T. en 50 kV.
- Al cerrar finalmente el interruptor de potencia exitosamente en la SE. Shelby, se tiene ya la L.T. en 50 kV energizada. Es decir que en la SE. San José (exactamente en los transformadores de tensión) ya se cuenta con una tensión aproximada de 50 kV. Esto se puede verificar en el tablero de medida y mando, ya que los transformadores de tensión son los primeros equipos que trabajan reduciendo de 50 kV a 100 V.
- d. En la fig. 3.16 se puede apreciar la secuencia de operaciones para energizar propiamente el transformador de potencia de la SE. San José.
- e. En la fig. 3.17 se puede apreciar la secuencia a seguir para energizar desde el transformador de potencia hasta la salida de la L.T. en 22.9 kV que va a la SE. en la Mina Huaron.

3.12 Normas Aplicables y Referencias

Las pruebas en blanco están basadas en las siguientes normas:

Código Eléctrico del Perú

- National Electrical Manufacturer's Association – NEMA
- American Society for Testing and Materials – ASTM
- Institute of Electrical and Electronic Engineer – IEEE
- American National Standards Institute – ANSI



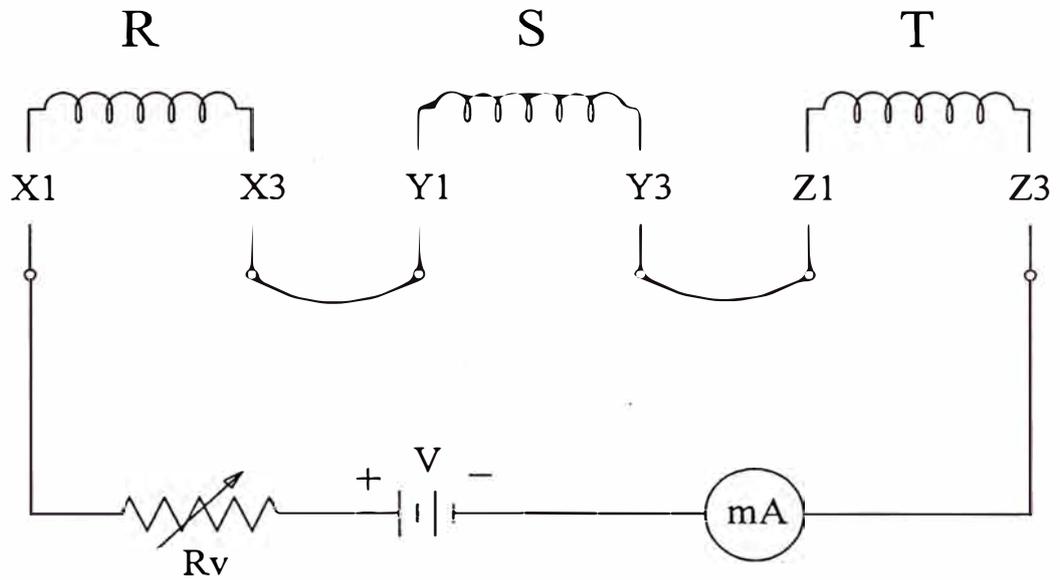
H1, H2 : Bornes de Alta Tensión

x, y (1, 2) : Bornes de Baja Tensión

Megger : Meghometro 0 - 5 kV

Fig. 3.1 : Transformador de tensión Inductivo
Prueba de Aislamiento

TERMINALES	R	S	T	Tensión aplicada (kV)	Temp. (° C)	NOTAS
A.T. / Masa H1 - Tierra				5		min \geq 1500 MOhm
A.T. / BT1 H1 - x1				5		min \geq 1500 MOhm
A.T. / BT2 H1 - y1				5		min \geq 1500 MOhm
BT1 / Masa x1 - Tierra				1		min \geq 100 MOhm
BT2 / Masa y2 - Tierra				1		min \geq 100 MOhm
BT1 / BT2 x1 - y1				1		min \geq 100 MOhm
Tiempo de aplicación (seg)	60	60	60			



X, Y , Z (1, 3) : Bornes del Transformador

R, S, T : Devanados de Alta Tensión

R_v : Resistencia variable

V : Fuente de 12 voltios (batería)

mA : miliamperímetro

mV : milivoltímetro

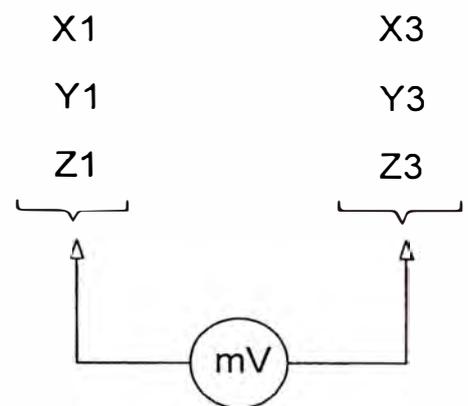
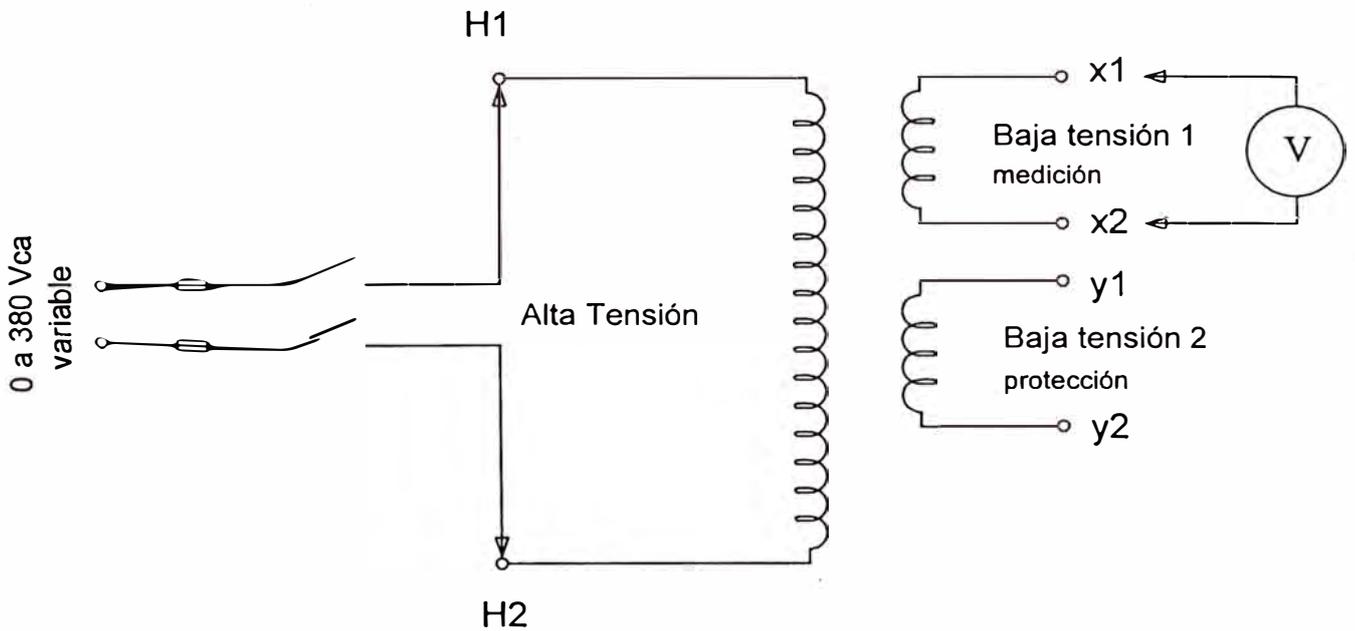


Fig. 3.2 : Transformador de tensión Inductivo
Medición de la Resistencia de
Arrollamientos (mV/mA)



H1, H2 : Bornes de Alta Tensión

x, y (1, 2) : Bornes de Baja Tensión

V : Voltmetro

Fig. 3.3 : Transformador de Tensión Inductivo
Prueba de Relación de Transformación

TERMINALES	R	S	T	ERROR RELACION (%)		
				R	S	T
Tensión Aplicado primario (V)						
Tensión 1er secundario (V)						
Tensión 2do secundario (V)						

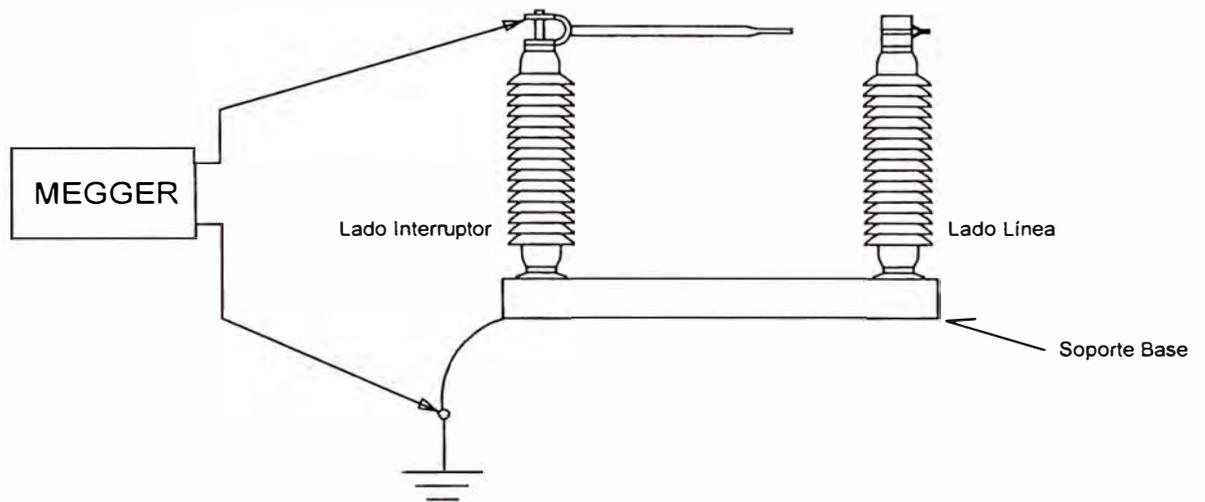


Fig. 3.4 : Pruebas de Aislamiento del Seccionador

TERMINALES	R	S	T
Tensión aplicada (kV)	5	5	5
Tiempo de aplicación (seg)	60	60	60
Temperatura (°C)			
Columna lado interruptor (MOhm)			
Columna lado línea (MOhm)			

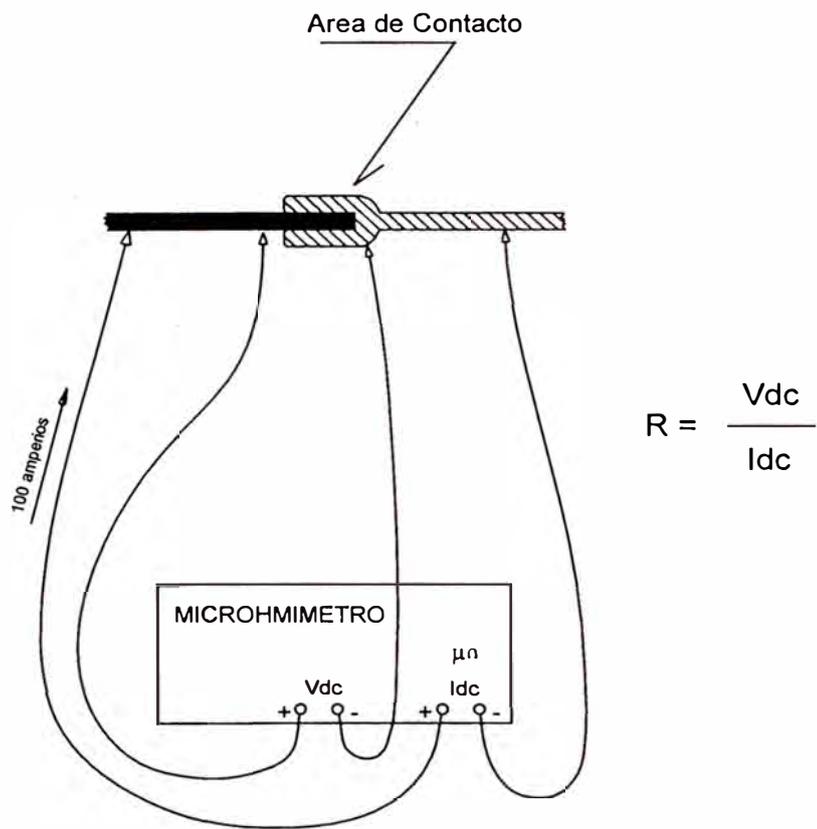


Fig. 3.5 : Medición de Resistencia de Contactos del Seccionador

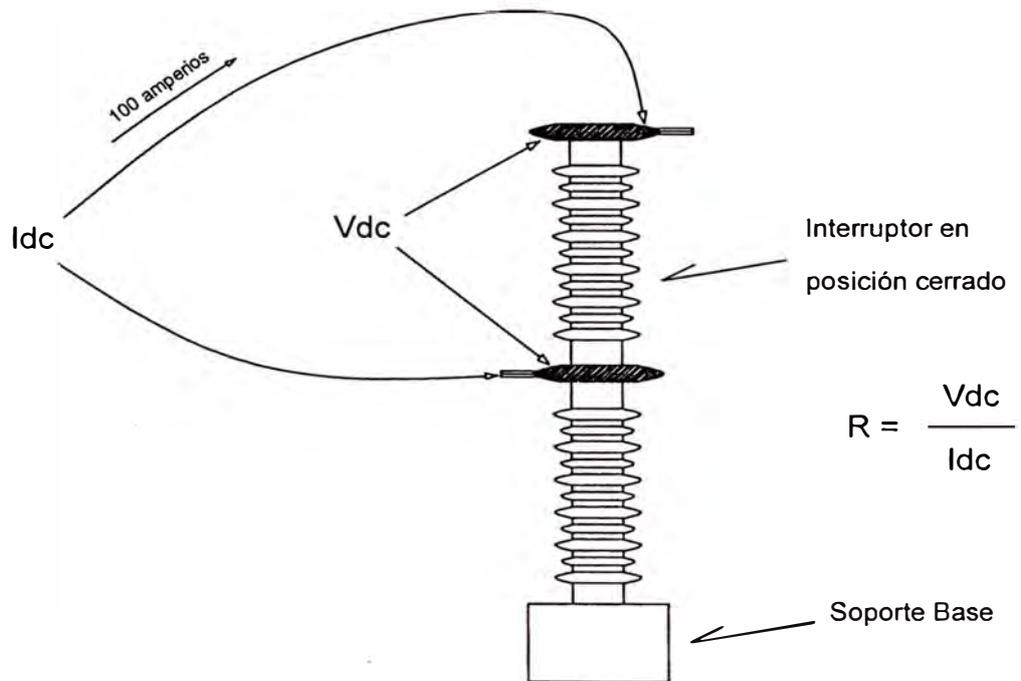


Fig. 3.6 : Medición de la Resistencia de Contactos del Interruptor de Potencia en una Fase

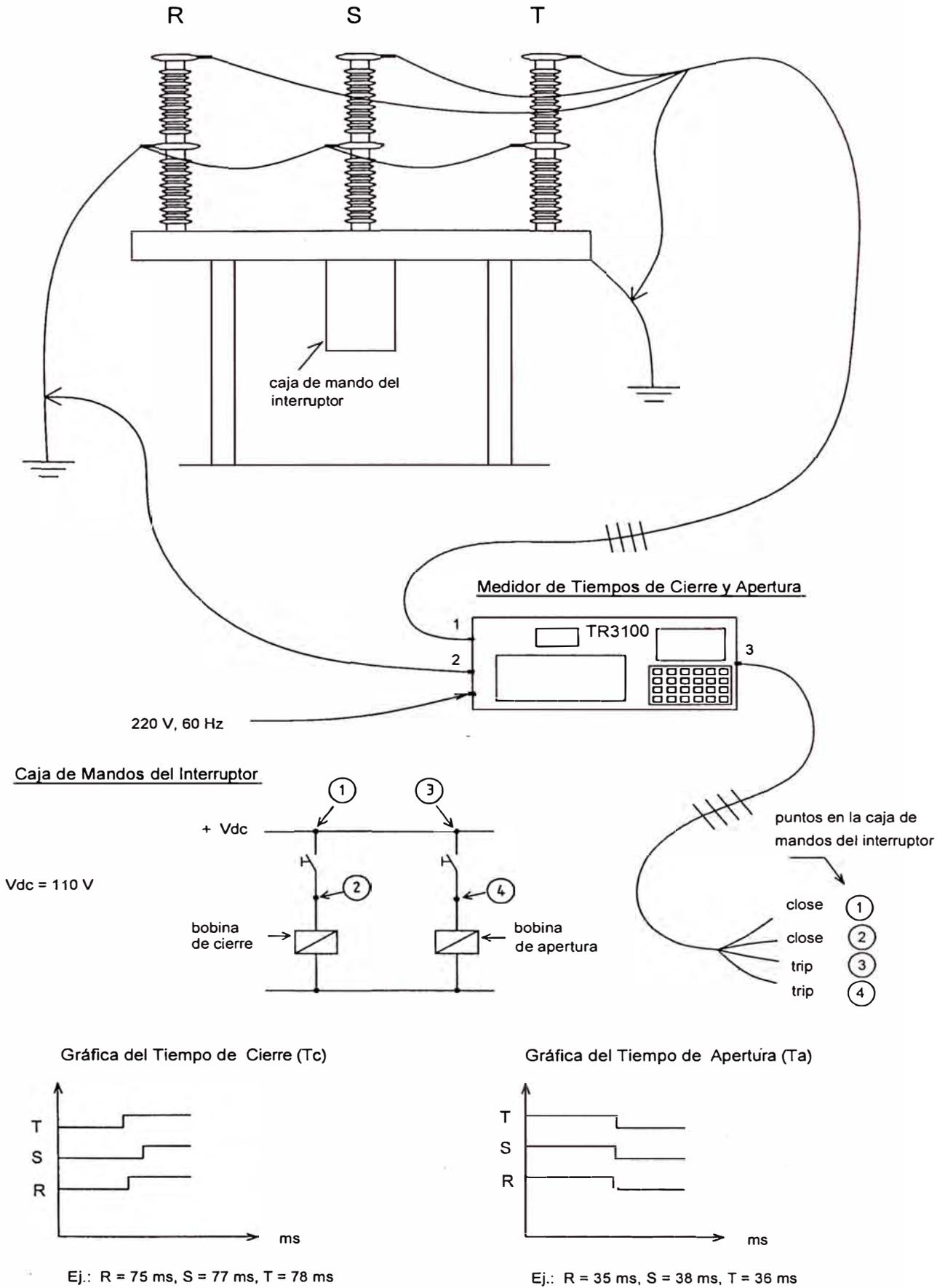
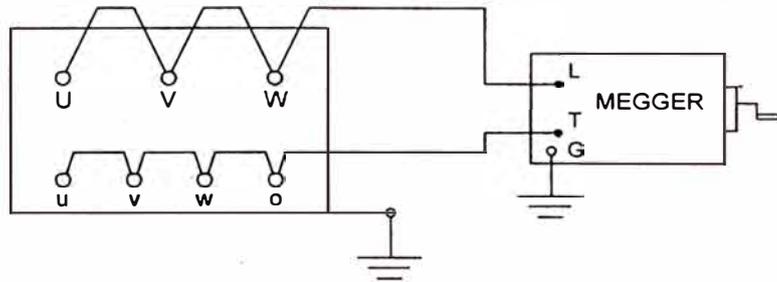
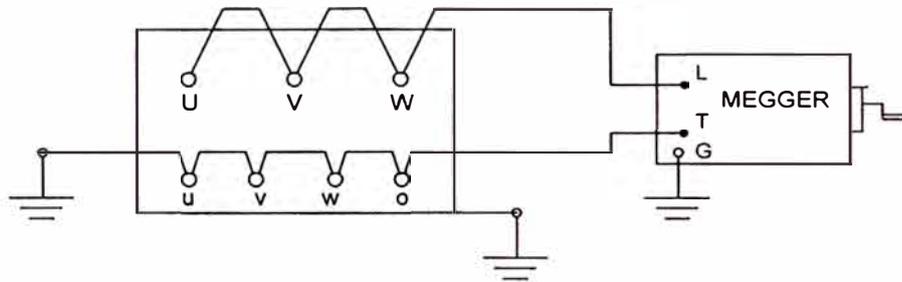


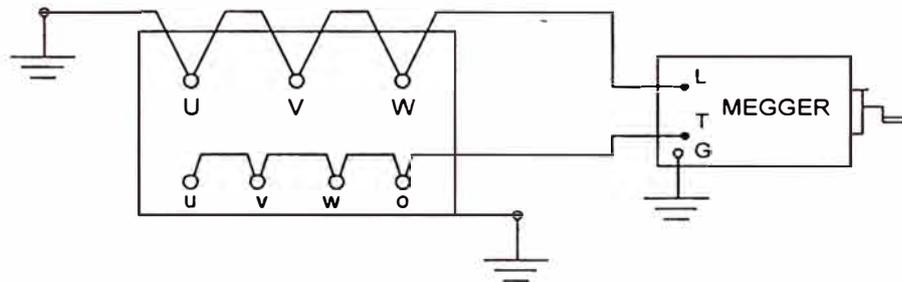
Fig. 3.7 : Medición de tiempos de operación del Interruptor de Potencia



a) DEVANADO DE ALTO VOLTAJE CONTRA DEVANADO DE BAJO VOLTAJE



b) DEVANADO DE ALTO VOLTAJE CONTRA DEVANADO DE BAJO VOLTAJE MAS TIERRA

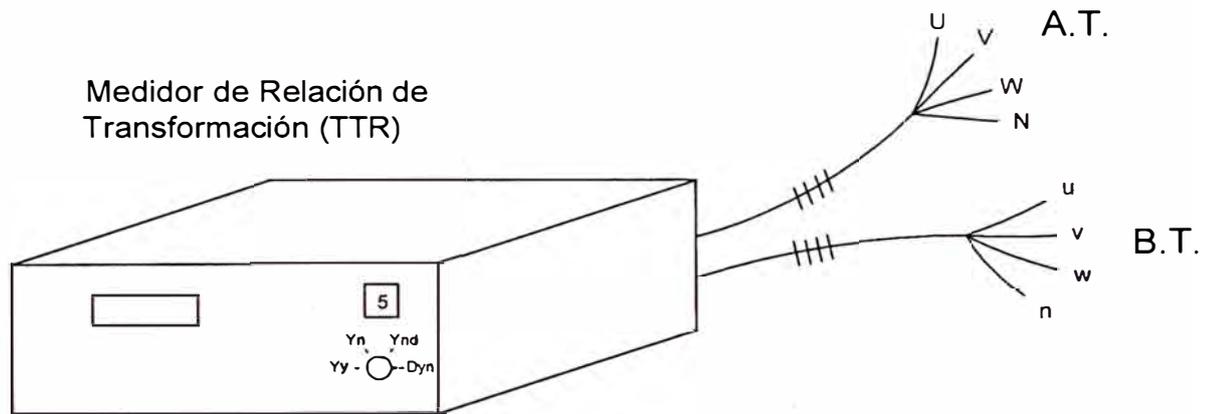
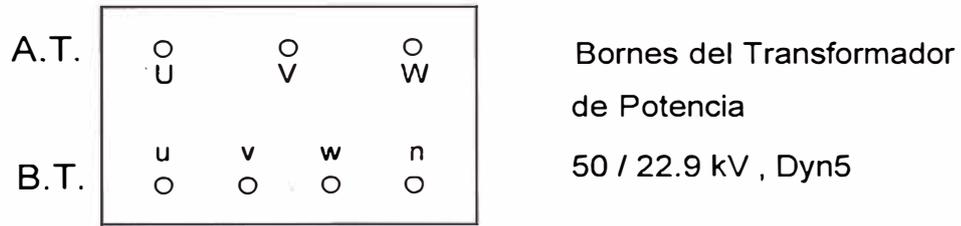


c) DEVANADO DE BAJO VOLTAJE CONTRA DEVANADO DE ALTO VOLTAJE MAS TIERRA

MEGGER : Meghometro 5000 Vcc

Tiempo de aplicación de cada prueba : 60 seg.

Fig. 3.8 : Medición de Aislamiento del Transformador de Potencia



TAP	AT	BT	Relación Teórica	Relación Medida con TTR			Error (%)
				UV / uv	VW / vw	WU / wu	
1	52500	22900	2.293				
2	51250	22900	2.238				
3	50000	22900	2.183				
4	48750	22900	2.129				
5	47500	22900	2.074				

Fig. 3.9 : Medición de la Relación de Transformación del Transformador de Potencia

A : Borne de Alta Tensión
 B : Lado a Masa (A - B : parrarayo)
 C : Borne del Meghometro
 r : Resistencia interna del meghometro
 MEGGER : Meghometro 0 - 5kV

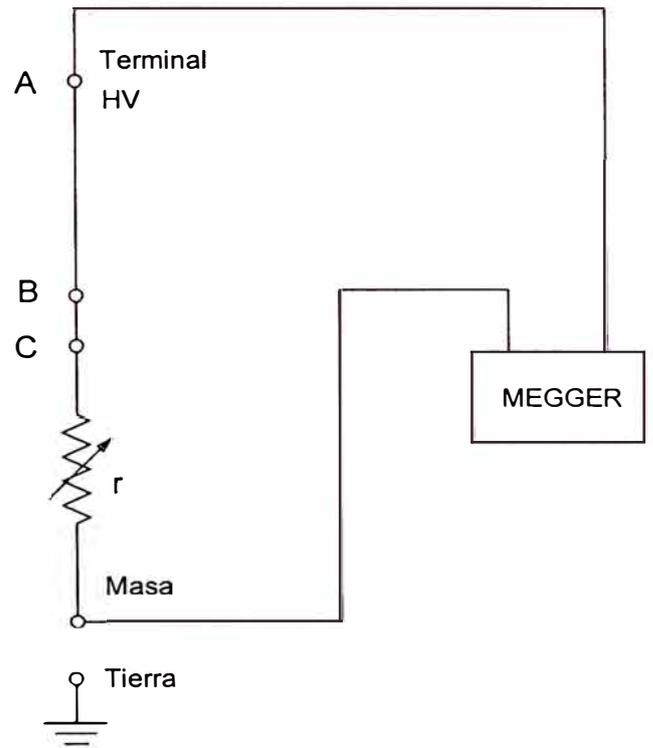


Fig. 3.10 : Pararrayos
 Medición de la Resistencia
 de Aislamiento HV - Masa

A : Borne de Alta Tensión
 B : Lado a Masa (A - B : parrarayo)
 C : Borne del Meghometro
 r : Resistencia interna del meghometro
 MEGGER : Meghometro 0 - 5kV

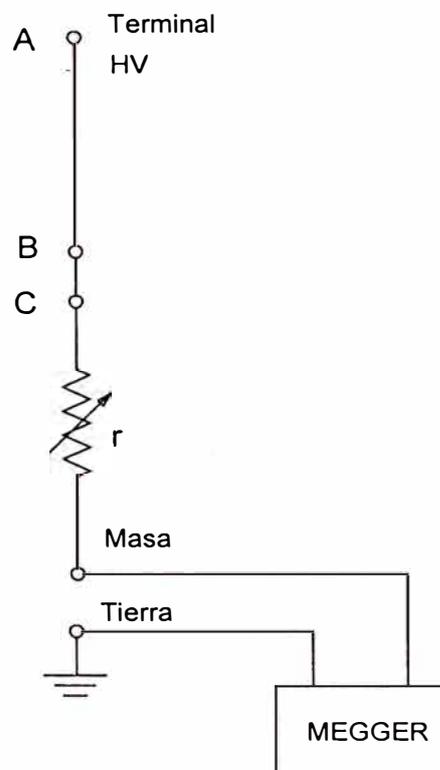


Fig. 3.11 : Pararrayo, Medición de la Resistencia
 de Aislamiento Masa - Tierra

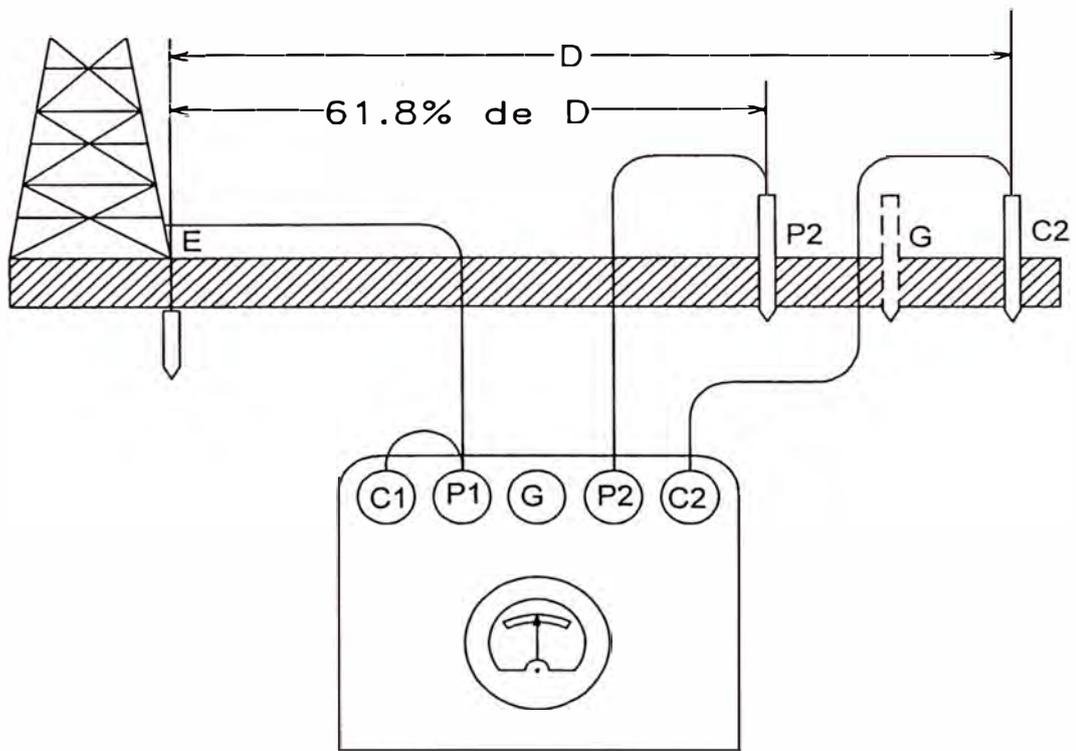


Fig. 3.12 : Esquema de conexionado para la medición de resistencia de puesta a tierra en una estructura

SUBESTACION SAN JOSÉ

PUESTA A PUNTO ANTES DE LA ENERGIZACION

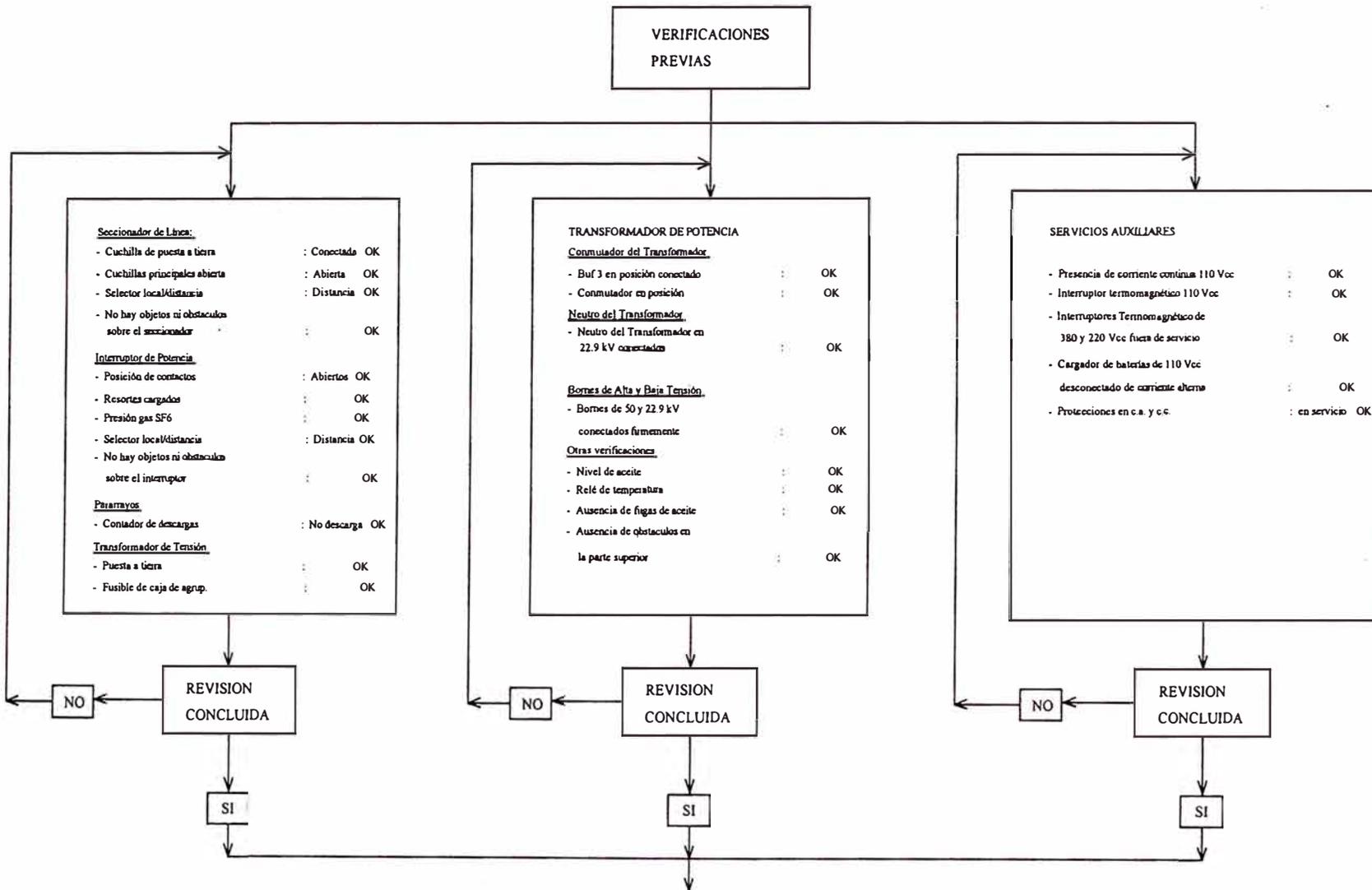


Fig. 3.13 Verificaciones en la SE. San José
antes de la puesta en servicio

ENERGIZACION DE LA SUBESTACION SHELBY

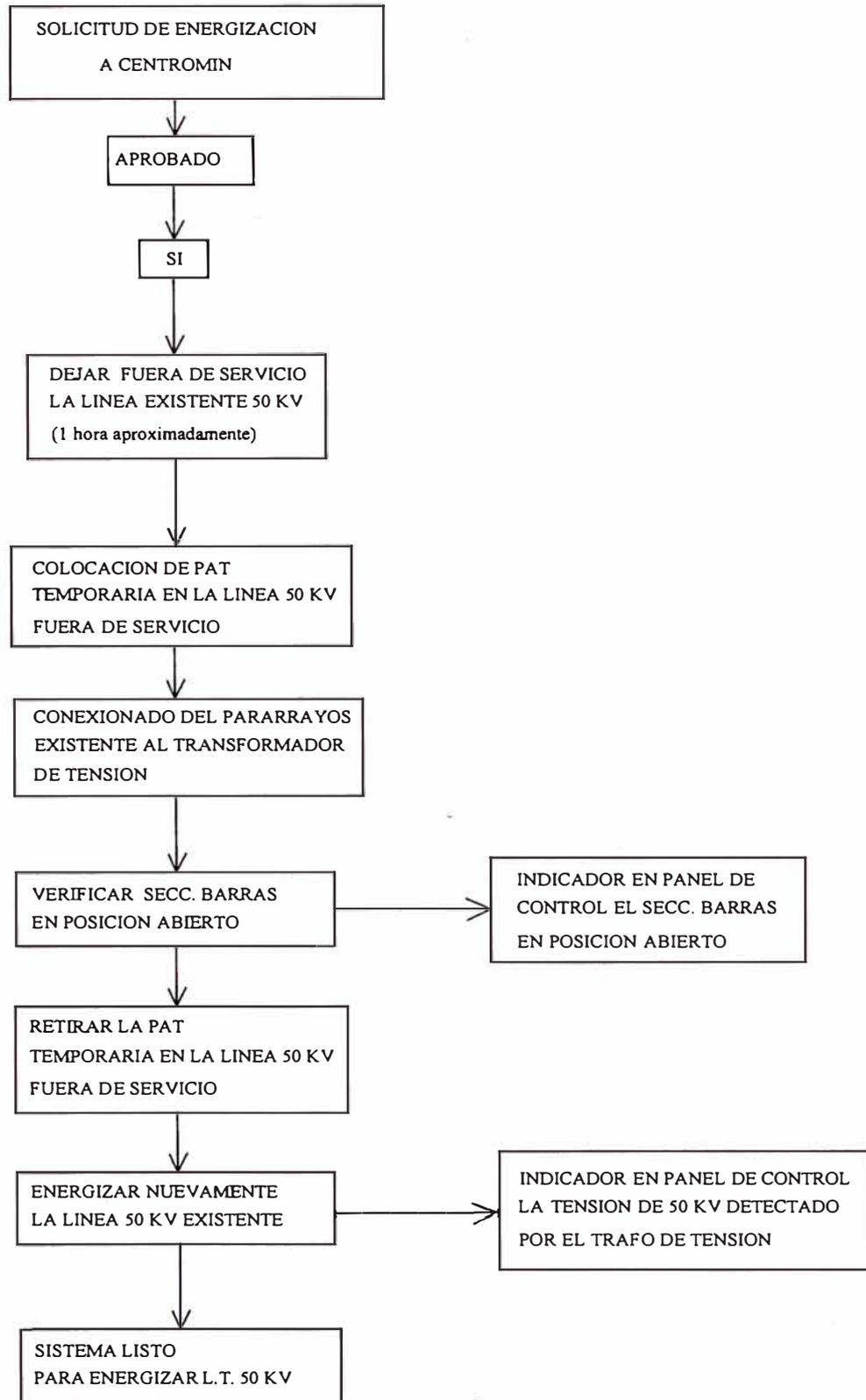


Fig. 3.14 : Diagrama de bloques para la interconexión del la Subestación Shelby (ampliación)

ENERGIZACION DE LA L.T. 50 KV

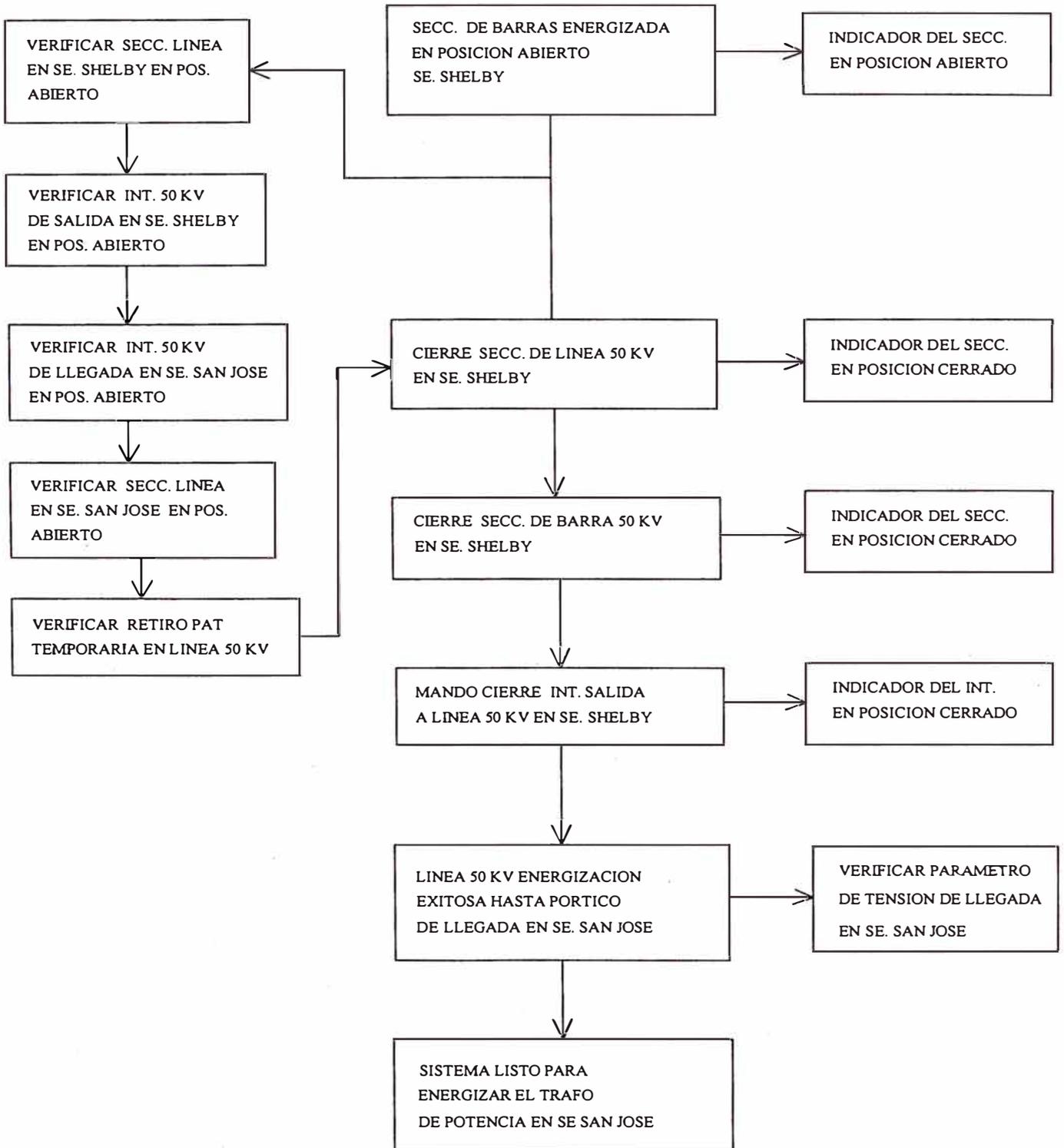


Fig. 3.15 : Diagrama de bloques para la energización de la L.T. 50 kV

ENERGIZACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA 50/22.9 KV

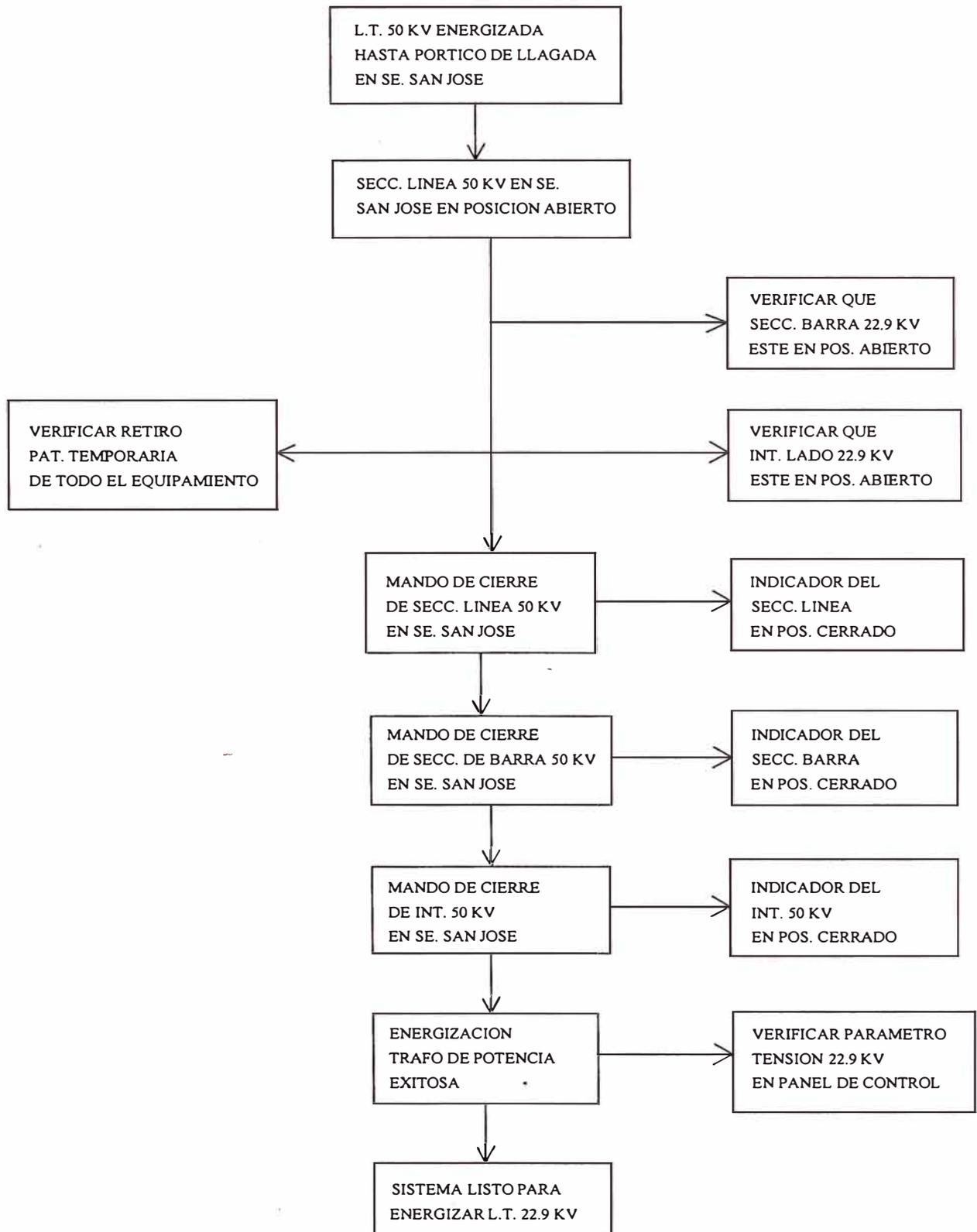


Fig. 3.16 : Diagrama de bloques para la energización del Transformador de Potencia

ENERGIZACION DE LA L.T. 22.9 KV

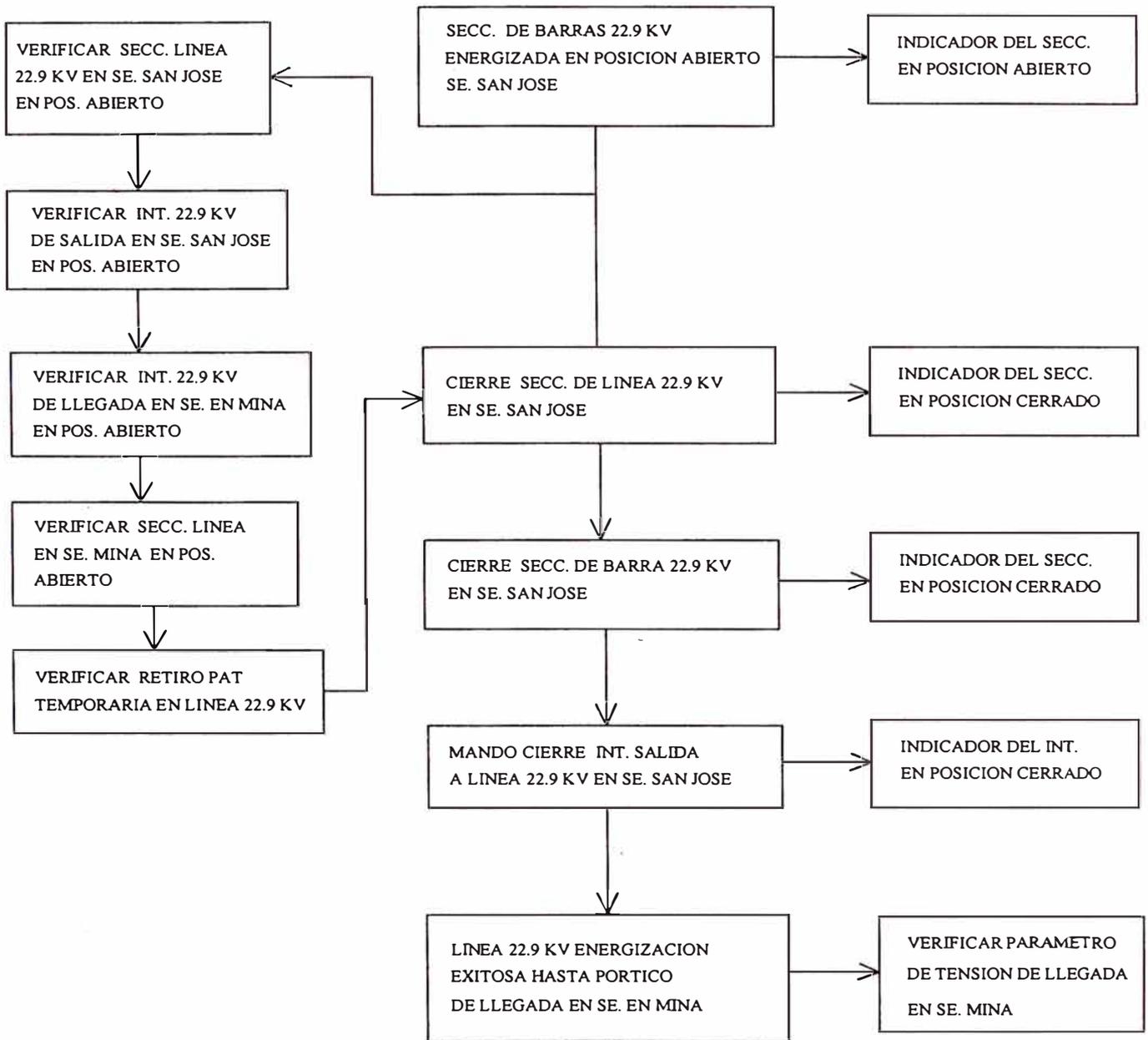


Fig. 3.17 : Diagrama de bloques para la energización de la L.T. 22.9 kV

CONCLUSIONES

Siempre y cuando el propietario o la supervisión lo considere necesario y para comprobar el cumplimiento de las especificaciones, antes de efectuar las pruebas, se deberán realizar mediciones de las distancias entre los siguientes puntos correspondientes a cada nivel de tensión existente:

Entre fases

De fase a tierra

De conductores activos a nivel del piso, techo, paredes y divisiones.

El Protocolo de Pruebas deberá contener los siguientes puntos:

1. Generalidades y Ubicación

Nombre de la Subestación

Fecha o fechas en que se realizaron las pruebas

Asistentes.

2. Pruebas Eléctricas

Prueba de aislamiento con megohmetro, en las barras y circuitos. Esta prueba se realizará con todos los interruptores y seccionadores abiertos, y con los fusibles extraídos, en los puntos que el propietario o la supervisión lo indiquen.

- Prueba de aislamiento de circuitos secundarios: en los paneles de señalización, medición y mando.
- Pruebas de alarmas acústicas y visuales; por ejemplo: falta de tensión CC o CA.
- Verificación de la regulación de los relés primarios.
- Prueba de los relés primarios y secundarios, mediante la inyección de corriente y/o tensión.
- Prueba de accionamiento eléctrico del equipo. Apertura, simulando fallas dentro de la subestación, en los diferentes niveles de tensión existentes.
- Apertura y cierre de interruptores y seccionadores, tanto local como a distancia. Bloqueos.
- Prueba del sistema de corriente continua.
- Calibración de contadores de energía.
- Iluminación. Verificación de los niveles de iluminación, en operación normal y de emergencia; montaje de los artefactos, etc.
- Pruebas de tierra.

3. Pruebas Mecánicas

- Pruebas de accionamiento mecánico de los equipos, apertura, cierre y bloqueos.
- Verificación del ajuste y cincelado de todos los pernos de la estructura metálica de la subestación.
- Verificación del ajuste de todas las tomas de tierra superficial.
- Verificación del correcto montaje y ajuste de pernos de las barras y conectores.

RECOMENDACIONES

Si en algún momento se requiere efectuar pruebas sobre ciertas características especiales de los equipos, se recomienda seguir las instrucciones del fabricante respectivo.

Otros puntos que se pueden incluir del Protocolo de Pruebas son los siguientes:

Verificación de elementos de seguridad, como son:

- Equipo contra incendio
- Pértigas de accionamiento
- Botiquín
- Manual de primeros auxilios

Verificación de repuestos y herramientas, según los alcances contractuales, para un adecuado mantenimiento. Deberán estar adecuadamente inventariados y valorizados.

Documentación técnica que deberá entregarse al propietario.

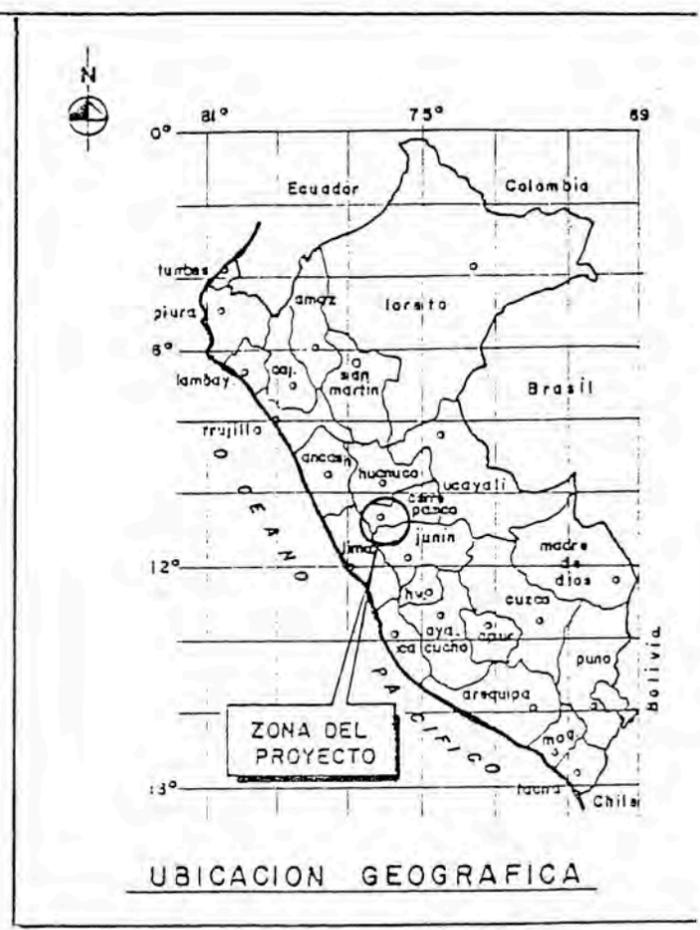
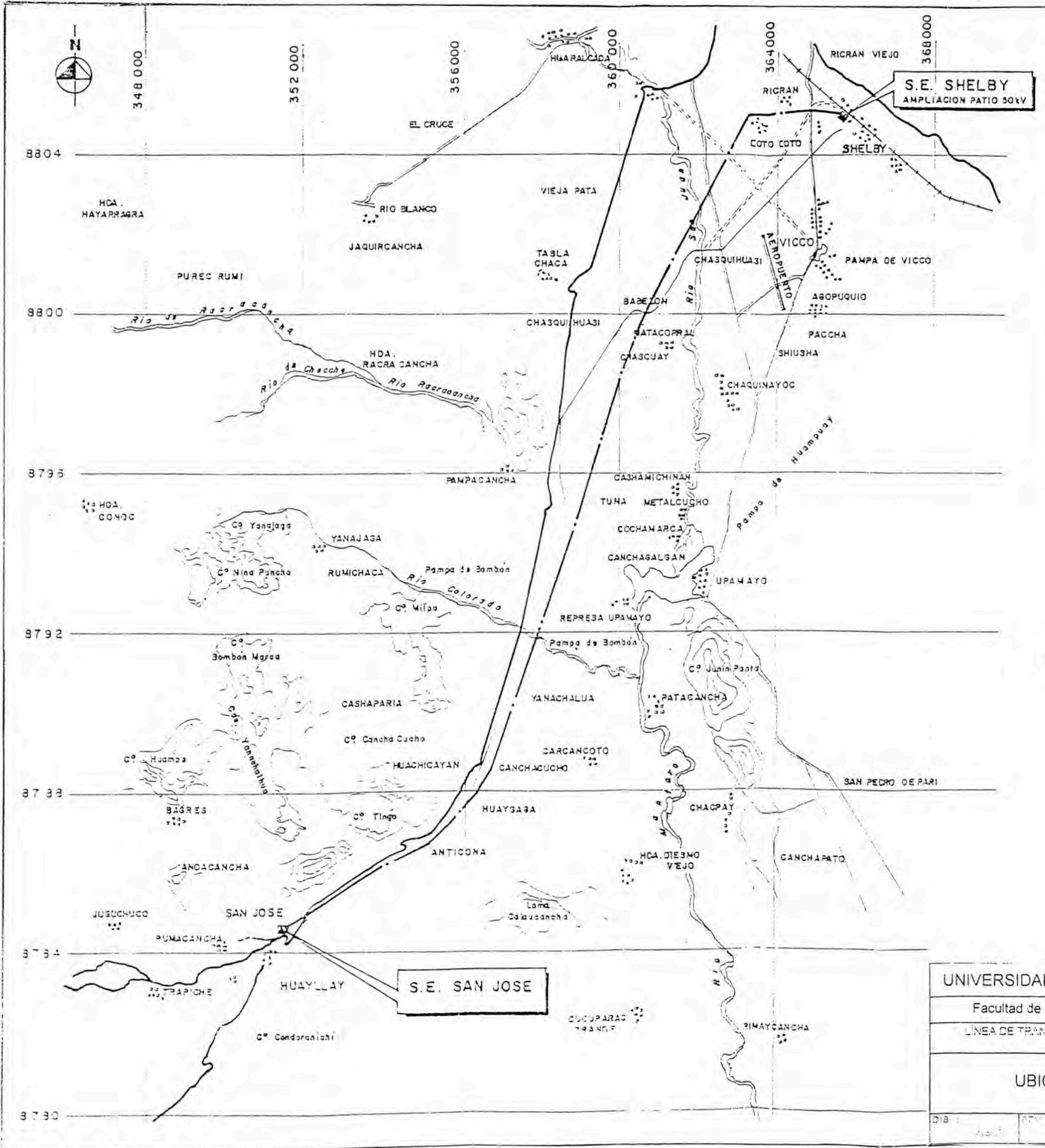
Planos civiles, red de tierra, disposición de equipos, esquemas funcionales y de conexionado, etc.

Folletos descriptivos y manuales de mantenimiento y operación para los equipos y dispositivos. Deberá quedar en la S.E. un archivo técnico con todos

los planos actualizados, folletos, manuales, certificados de pruebas de fábrica y obra, instrumentos, etc.

ANEXOS

ANEXO A:
PLANOS

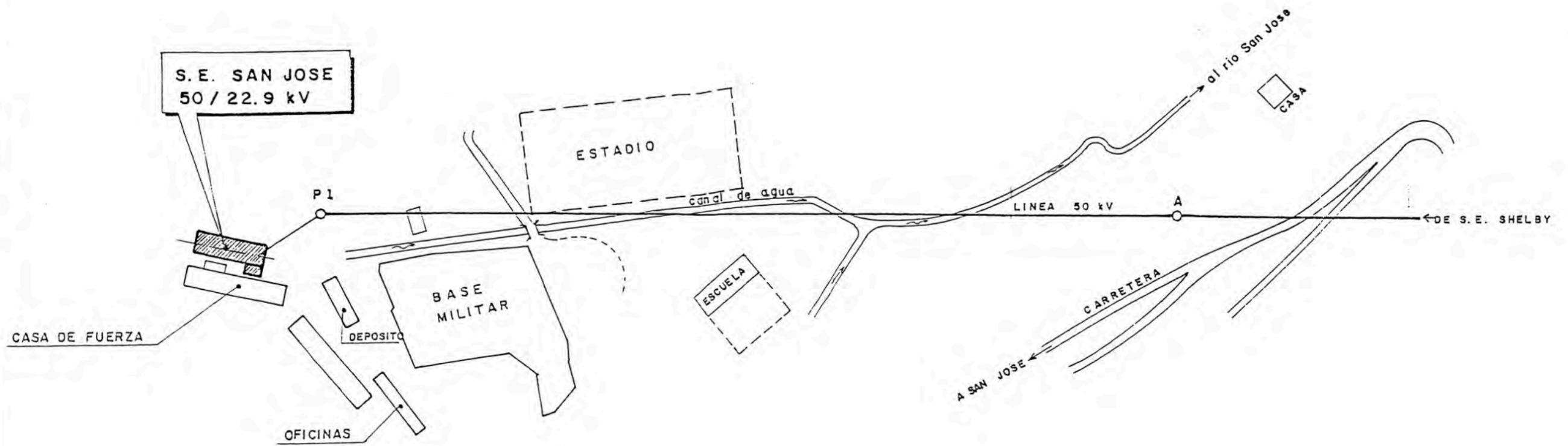


UBICACION GEOGRAFICA

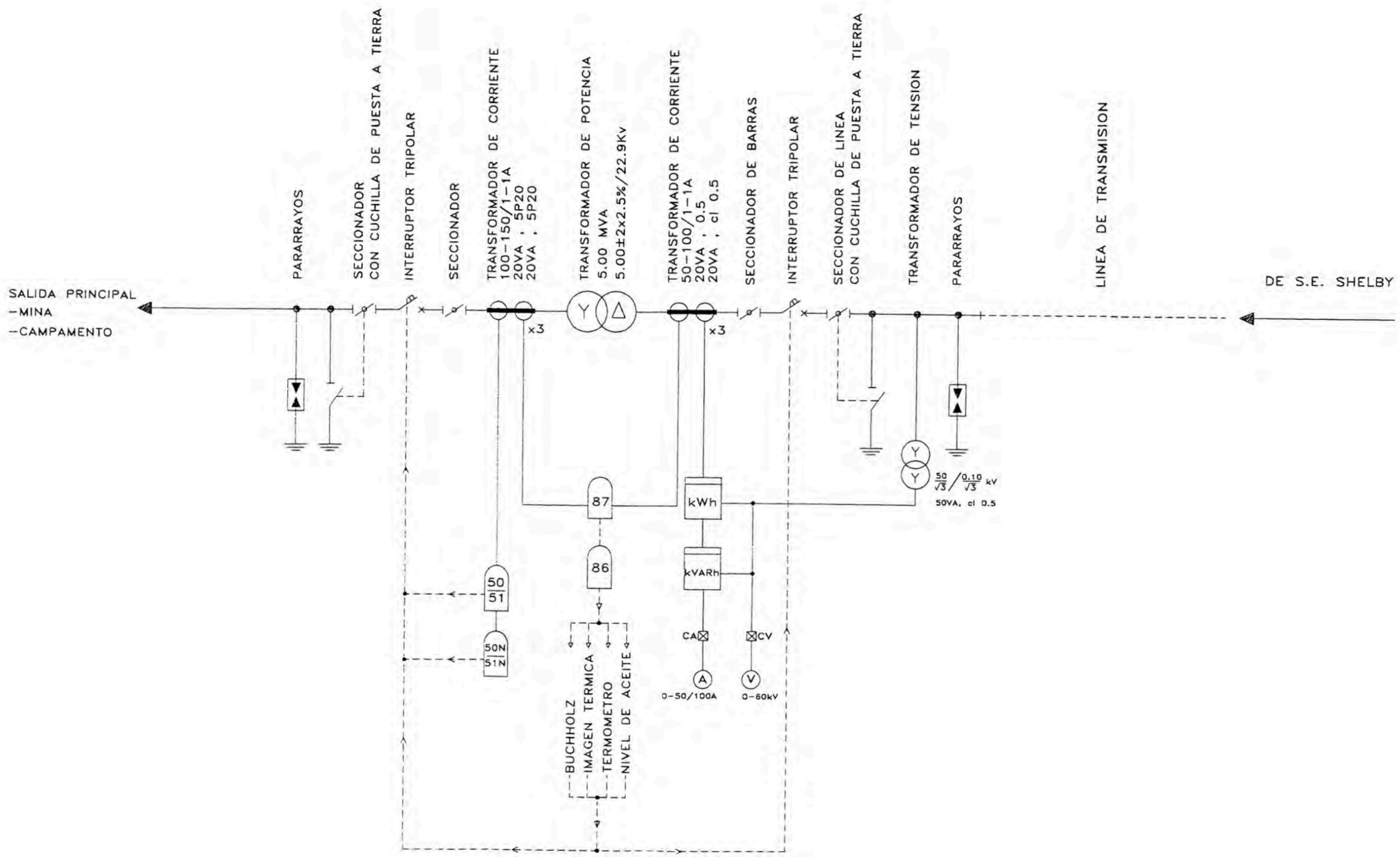
LEYENDA

- LINEA DE TRANSMISION 50 kV
- ▲ SUBESTACIONES

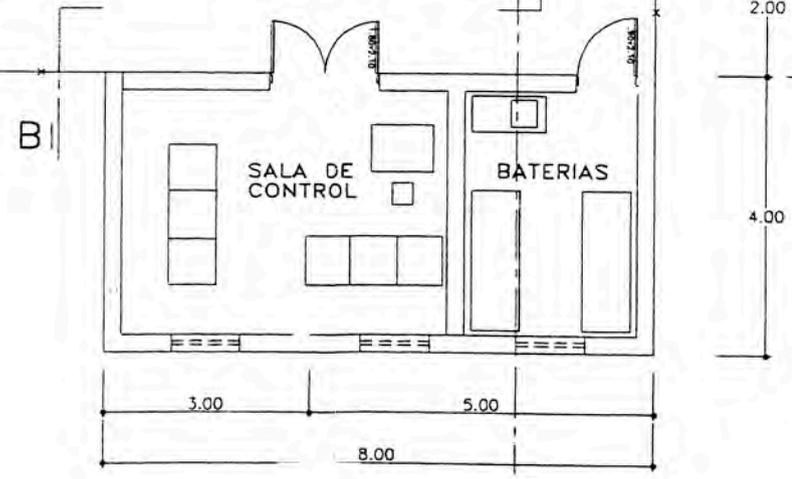
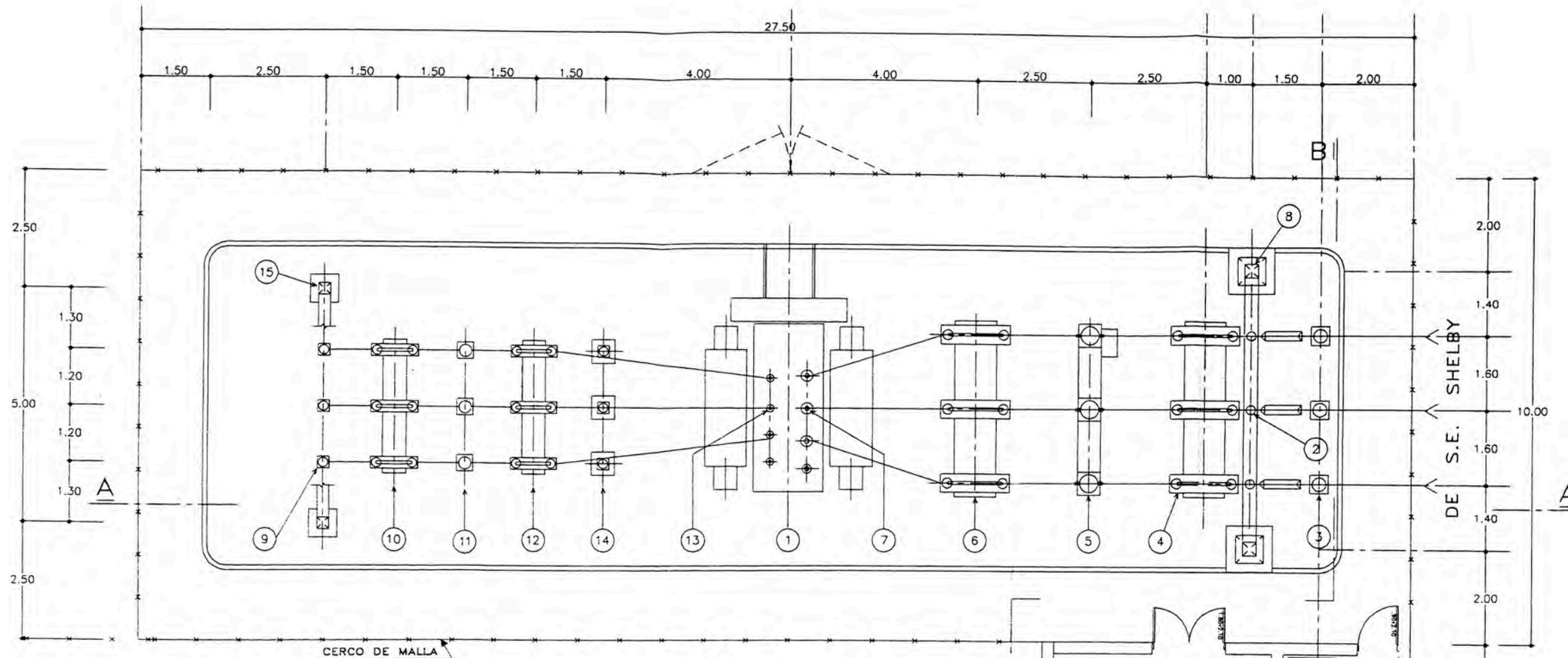
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PROYECTO:
Facultad de Ingenieria Elctrica y Electronica				01
LINEA DE TRANSMISION 50 kV SHELBY, SAN JOSE Y SUBESTACIONES				
UBICACION GENERAL				TECNICOS EJECUTORES
DIA :	FECHA :	FOLIO :	FECHA :	DISEÑADO :



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA				N° PLANO:
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica				02
LINEA DE TRANSMISION 50 kV SHELBY, SAN JOSÉ Y SUBESTACIONES				
S.E. SAN JOSÉ 50/22.9 kV				TECNICOS EJECUTORES
UBICACIÓN				
DIB :	REV :	ESC :	FECHA :	DICIEMBRE 2003
A.S.F.				



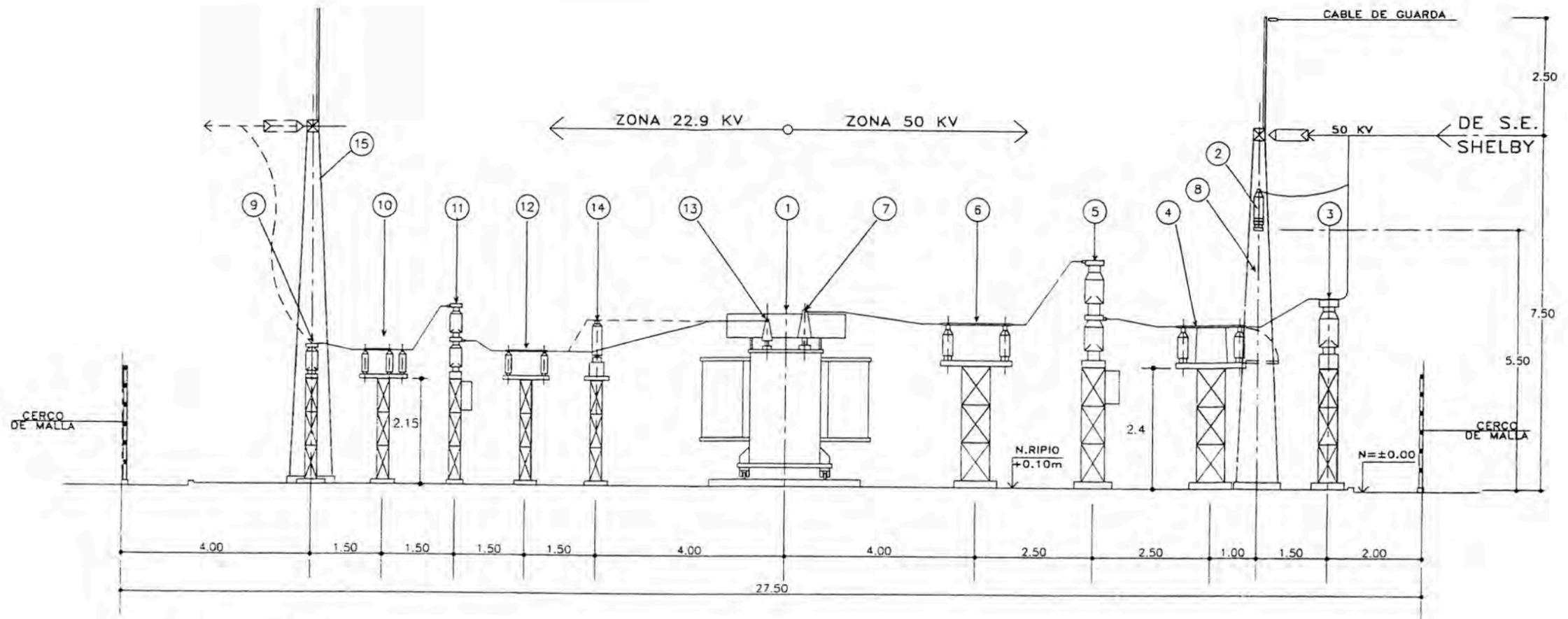
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA			Nº PLANO:
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica			03
LÍNEA DE TRANSMISIÓN 50 kV SHELBY, SAN JOSÉ Y SUBESTACIONES			
DIAGRAMA UNIFILAR S.S.EE. SAN JOSÉ			TECNICOS EJECUTORES
DIB : A.S.F.	REV :	ESC : 1/100	FECHA : DICIEMBRE 2003



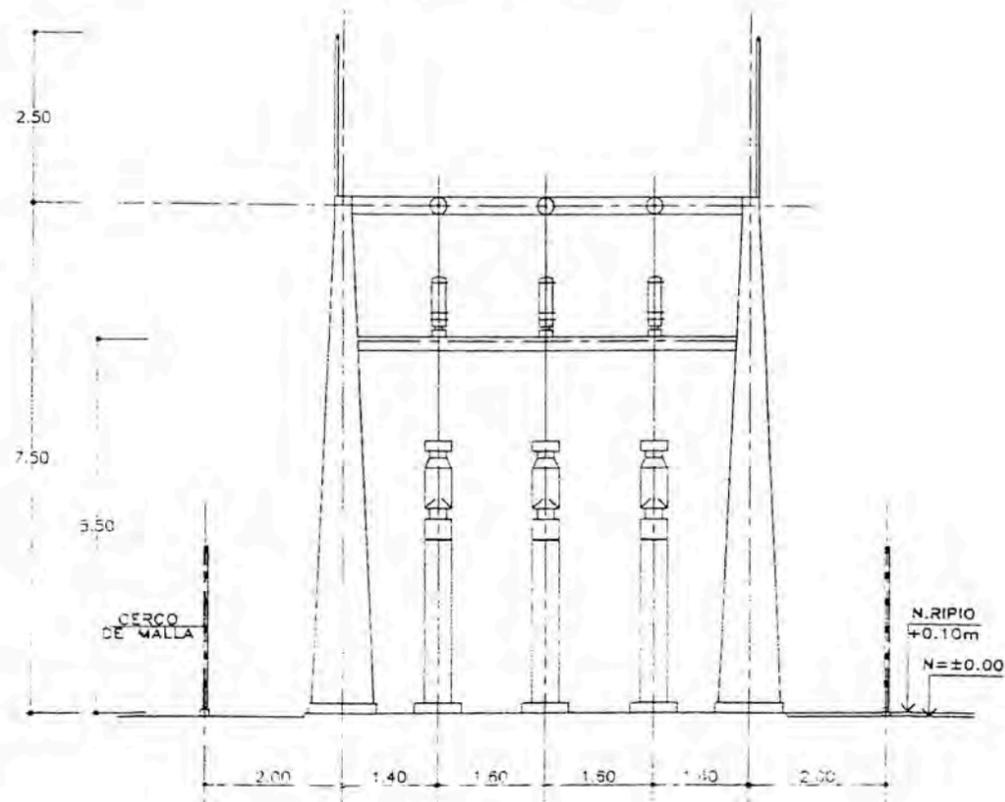
L E Y E N D A

- | | |
|--|--|
| ① TRANSFORMADOR DE POTENCIA 50/22.9 kV
5.00/6.25 MVA | ⑨ PARARRAYOS 22.9 KV |
| ② PARARRAYOS 50 KV | ⑩ SECC. DE LINEA CON CUCHILLA DE
PUESTA A TIERRA, 22.9 KV |
| ③ TRANSFORMADOR DE TENSION 50 KV | ⑪ INTERRUPTOR 22.9 KV |
| ④ SECC. DE LINEA CON CUCHILLA DE
PUESTA A TIERRA, 50 KV | ⑫ SECCIONADOR DE BARRAS 22.9 KV |
| ⑤ INTERRUPTOR 50 KV | ⑬ TRANSF. DE CORRIENTE TIPO BUSHING, 22.9 KV |
| ⑥ SECCIONADOR DE BARRAS 50 KV | ⑭ TRANSFORMADOR DE TENSION 22.9 KV, FUTURO |
| ⑦ TRANSF. DE CORRIENTE TIPO BUSHING, 50 KV | ⑮ PORTICO METALICO |
| ⑧ PORTICO METALICO | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA				N° PLANO:
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica				04
LÍNEA DE TRANSMISIÓN 50 KV SHELBY, SAN JOSÉ Y SUBESTACIONES				
S.E. SAN JOSÉ 50 / 22.9 KV DISPOSICIÓN DE EQUIPOS - PLANTA				TECNICOS EJECUTORES
DIB : A.S.F.	REV :	ESC : 1/100	FECHA :	DICIEMBRE 2003



SECCION A-A

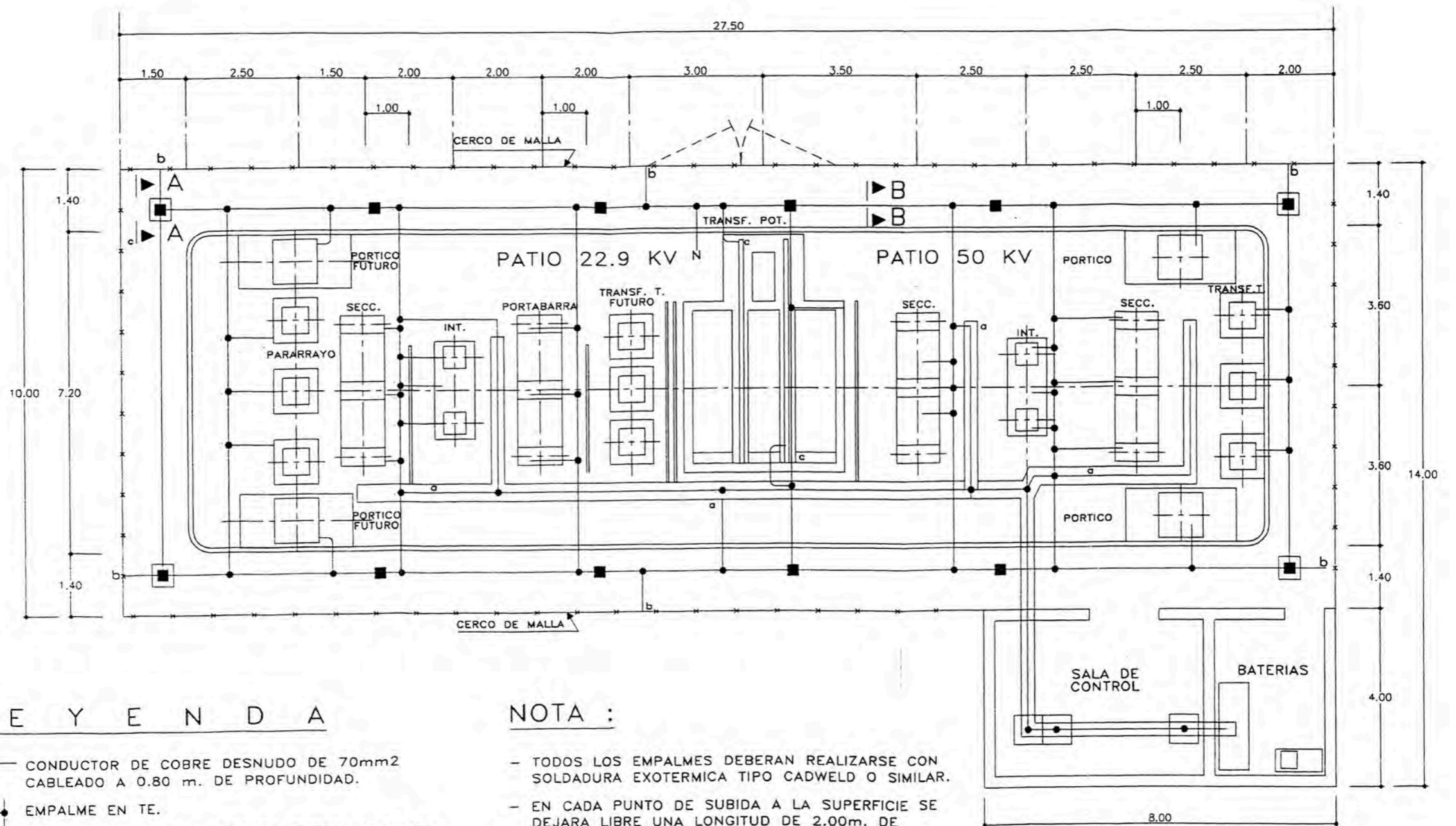


SECCION B-B

L E Y E N D A

- | | |
|--|--|
| ① TRANSFORMADOR DE POTENCIA 50/22.9 kV
5.00/6.25 MVA | ⑨ PARARRAYOS 22.9 KV |
| ② PARARRAYOS 50 KV | ⑩ SECC. DE LINEA CON CUCHILLA DE
PUESTA A TIERRA, 22.9 KV |
| ③ TRANSFORMADOR DE TENSION 50 KV | ⑪ INTERRUPTOR 22.9 KV |
| ④ SECC. DE LINEA CON CUCHILLA DE
PUESTA A TIERRA, 50 KV | ⑫ SECCIONADOR DE BARRAS 22.9 KV |
| ⑤ INTERRUPTOR 50 KV | ⑬ TRANSF. DE CORRIENTE TIPO BUSHING, 22.9 KV |
| ⑥ SECCIONADOR DE BARRAS 50 KV | ⑭ TRANSFORMADOR DE TENSION 22.9 KV, FUTURO |
| ⑦ TRANSF. DE CORRIENTE TIPO BUSHING, 50 KV | ⑮ PORTICO METALICO |
| ⑧ PORTICO METALICO | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA				N° PLANO:
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica				05
LÍNEA DE TRANSMISIÓN 50 KV SHELBY, SAN JOSÉ Y SUBESTACIONES				
S.F. SAN JOSÉ 50 / 22.9 KV DISPOSICIÓN EQUIPOS - SECCIONES				TECNICOS EJECUTORES
DIB : A.S.F.	REV :	ESC : 1/100	FECHA :	DICIEMBRE 2003



LEYENDA

- CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 70mm² CABLEADO A 0.80 m. DE PROFUNDIDAD.
- EMPALME EN TE.
- SUBIDA PARA LA CONEXION DE PUESTA A TIERRA
- PUESTA DE TIERRA SEGUN SECCION A-A -ELECTRODO COPPERWELD Cu. DE 3/4"x2.40m (ver plano SH-05)
- PUESTA DE TIERRA SEGUN SECCION B-B -ELECTRODO COPPERWELD Cu. DE 3/4"x2.40m (ver plano SH-05)
- a SUBIDA EN CANALETA.
- b SUBIDA PARA CONEXION A CERCO DE MALLA
- c SUBIDA PARA CONEXION A RIEL.
- N SUBIDA PARA CONEXION A NEUTRO DEL TRANSFORMADOR.

NOTA :

- TODOS LOS EMPALMES DEBERAN REALIZARSE CON SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD O SIMILAR.
- EN CADA PUNTO DE SUBIDA A LA SUPERFICIE SE DEJARA LIBRE UNA LONGITUD DE 2.00m. DE CONDUCTOR APROXIMADAMENTE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA				Nº PLANO:
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica				06
LÍNEA DE TRANSMISIÓN 50 KV SHELBY, SAN JOSÉ Y SUBESTACIONES				
S.E. SAN JOSÉ MALLA DE TIERRA PROFUNDA				TECNICOS EJECUTORES
DIB : A.S.F.	REV :	ESC : 1/100	FECHA :	DICIEMBRE 2003

ANEXO B:
PROTOCOLO DE PRUEBAS

**PLANILLAS DE PROTOCOLOS DE
PRUEBAS DE LA S.E. SAN JOSE**

PRUEBAS DE EQUIPOS DE LA S.E. SANJOSE

a) Equipos del patio de llaves de 50 kV

- Transformador de Tensión 72.5 kV, 50/0.1/0.1 kV
- Seccionador tripolar de línea 69 kV, 1,200 A
- Interruptor de Potencia SF6, 72.5 kV, 2,000A
- Seccionador tripolar de barra 69 kV, 1,200 A
- Pararrayos de 51 kV, 20 kA, clase 3

b) Equipos del patio de llaves de 22.9 kV

- Pararrayos de 18 kV, 10 kA, clase 3
- Seccionador tripolar de línea 34.5 kV, 600 A
- Interruptor de Potencia SF6, 36 kV, 1,250 A
- Seccionador tripolar de barra 34.5 kV, 600 A

c) Transformador de Potencia

- Transformador de Potencia de 50/22.9 kV, 5 - 6.5 MVA, ONAN-ONAF

d) Resistencia de Puesta a Tierra

- Medición de la Resistencia de puesta a tierra de la S.E.

**A) EQUIPOS DEL PATIO DE LLAVES
DE 50 kV**

PLANILLA DE PRUEBAS DE TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO

HOJA 2/3

UBICACIÓN	S.E. SAN JOSE	CELDA		FECHA	11/01/97
-----------	---------------	-------	--	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCION					
MARCA	ABB	TIPO	EMFC 72		
TENSION NOMINAL (kV)	50 / raíz (3)	No. SERIE	8175004 (R), 8175005 (S), 8173822 (T)		
NIVEL DE AISLAMIENTO (kV)	140 - 350 kV	DEVANADO	1S1 - 1S2	2S1 - 2S2	
FACTOR DE TENSION		TENSION SEC. (kV)	0.1 / raíz(3)	0.1 / raíz(3)	
FRECUENCIA (Hz)	60	CAPACIDAD (VA)	50	50	
PESO (KG)	190	CLASE	0.5	0.5	
AÑO DE FABRICACION	96	NORMAS	IEC 186		

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Resistencia de Aislamiento (MOHM)

a) Resultado de las mediciones

		R	S	T	TENSION APLICADA (kV)	TEMP. °C
Alta tensión / masa	P1 - Tierra	1,000,000	1,000,000	1,000,000	5	10
Alta tensión / Baja tensión 1	P1 - 1S1	1,000,000	1,000,000	1,000,000	5	10
Alta tensión / Baja tensión 2	P1 - 2S1	1,000,000	1,000,000	1,000,000	5	10
Baja tensión 1 / Masa	1S1 - Tierra	800,000	800,000	800,000	1	10
Baja tensión 2 / Masa	2S1 - Tierra	800,000	800,000	800,000	1	10
Baja tensión 1 / Baja tensión 2	1S1 - 2S1	500,000	500,000	500,000	1	10
Tiempo de aplicación (seg)		60	60	60		

b) Equipos de medición

Megómetro		Termómetro Patrón Digital	
Marca :	MEGABRAS	Marca :	FLUKE
Tipo :	MI 15kV	Tipo :	52 K/J

2) Verificación de la Polaridad

a) Resultados obtenidos

	R	S	T
PRIMER DEVANADO	OK	OK	OK
SEGUNDO DEVANADO	OK	OK	OK

b) Equipos de prueba utilizado

Medidor de polaridad de transformación	
Marca :	MULTI AMP
Tipo :	CTER - 83-E

3) Medición de la Relación de Transformación

a) Resultados obtenidos

	R	S	T	% DE ERROR		
Tension Aplicado primario (V)	52.60	55.20	55.45	R	S	T
1er secundario (V)	0.105	0.110	0.111	-0.19	-0.36	0.09
2do secundario (V)	0.105	0.110	0.111	-0.19	-0.36	0.09

b) Equipos de prueba utilizado

Medidor de relación de transformación	
Marca :	MULTI AMP
Tipo :	CTER - 83-E

PLANILLA DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES DE TENSION INDUCTIVO

HOJA 3/3

UBICACIÓN	S.E. SAN JOSE	CELDA	FECHA	11/01/97
-----------	---------------	-------	-------	----------

C) INSPECCION INICIAL Y VERIFICACIONES

DESIGNACION

ITEM	DESCRIPCION	RESULTADO
1	FUNDACION Y ESTRUCTURA DE SOPORTE	OK
2	CAJA DE TERMINALES	OK
3	TERMINAL DE PUESTA A TIERRA DE LA CARCASA	OK
4	LIMPIEZA	OK
5	PORCELANAS	OK
6	TERMINALES SECUNDARIOS	OK
7	CABLEADO Y BORNES SEGÚN LOS PLANOS	OK
8	IDENTIFICACION DE FASES	OK
9	CAJA DE INTERCONEXION DE LAS 3 FASES	OK
10	PINTURA	OK

OBSERVACIONES

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 2/4

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA		FECHA	09/01/97
---------	-------------	-------	--	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCIÓN :
 MARCA : ABB
 TIPO : A - 7
 No. SERIE : 66841 - 01B
 AÑO DE FABRICACIÓN :
 PESO (kg) :
 TENSIÓN NOMINAL (kV) : 69
 CORRIENTE NOMINAL (A) : 1200
 CORRIENTE CORTOCIRCUITO (kA) : 1s : 61
 NIVEL DE AISLAMIENTO (kV) : 350
 FRECUENCIA (Hz) : 60
 TIPO DE COMANDO/No. DE SERIE : 66841 - 05B
 PAR NOMINAL (Nm) : 85
 TENSIÓN AUXILIAR (Vcc) : 110
 MOTOR (RPM) : 1750
 TIPO : MO - 10
 POTENCIA MOTOR (HP) : 3/4
 TENSIÓN NOMINAL DE CALEFACCIÓN : 220 CA

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Resistencia de Aislamiento

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
TENSIÓN APLICADA (kV)	5	5	5
TIEMPO DE APLICACIÓN	60	60	60
TEMPERATURA (°C)	10	10	10
COLUMNA LADO BARRA (MOHM)	5,000,000	5,000,000	4,000,000
COLUMNA LADO EQUIPO (MOHM)	4,000,000	4,000,000	4,000,000
AISLADOR SOPORTE DE BARRA (MOHM)			

b) Equipos de Pruebas

Megohmetro
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MI 15KV

Termómetro Patrón Digital
 Marca : FLUKE
 Tipo : 52 KJ

2) Verificación del Mando

	CIERRE	APERTURA
MANDO MANUAL CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA	OK	OK
MANDO LOCAL MANUAL	OK	OK
MANDO LOCAL ELÉCTRICO	OK	OK
ALINEAMIENTO		
MANDO A DISTANCIA	OK	OK
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-LOCAL	OK	OK
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-LOCAL	OK	OK
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-DISTANCIA	OK	OK
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-DISTANCIA	OK	OK

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 3/4

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA		FECHA	09/01/97
---------	-------------	-------	--	-------	----------

3) Medición de la Resistencia de Contactos

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
SECCIONADOR (μ -Ohm)	55	68	63
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100
CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA (μ -Ohm)	290	280	290
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100

b) Equipos de Pruebas

Microhmimetro Digital
Marca : MEGABRAS
Tipo : MPK 120A

4) Verificación de la Operación del Motor

	V (Volts)	I (A)	t (seg.)
MOTOR DE ACCIONAMIENTO			

PLANILLA DE PRUEBA DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

HOJA 2/4

UBICACIÓN	SE. SAN JOSE	CELDA		FECHA	10/01/97
-----------	--------------	-------	--	-------	----------

A) DATOS DEL INTERRUPTOR

DESCRIPCIÓN :
 MARCA : ABB
 TIPO : EDF SK 1-1
 No. DE SERIE : 8265215
 AÑO DE FABRICACIÓN : 1996
 TENSIÓN NOMINAL (kV) : 72.5
 NIVEL DE AISLAMIENTO (kV) : 350
 CORRIENTE NOMINAL (A) : 2000
 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (KA) : 25
 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DINAMICA (KA) : 6.25
 TENSIÓN AUXILIAR (Vcc) : 110
 NORMA : IEC
 PRESIÓN NOMINAL DEL GAS (Mpa) : 0.62
 PESO (KG) : 873
 RANGO DE TENSIÓN BOBINA DE CIERRE (Vdc) : 79-123
 RANGO DE TENSIÓN BOBINA DE DISPARO (Vdc) : 61-123
 TENSIÓN NOM. DE MOTOR DE CARGA DE RESORTE (Vdc): 110
 TENSIÓN NOMINAL DE CALEFACCIÓN / ILUMINACIÓN :
 FRECUENCIA (Hz) : 60
 PODER DE CIERRE :
 MASA DE GAS (kg) : 7.5

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Resistencia de Aislamiento

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
ENTRADA - SALIDA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
SALIDA - TIERRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
ENTRADA - TIERRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	10	10	10
TENSIÓN APLICADA (kV)	5	5	5
TIEMPO DE APLICACIÓN (seg.)	60	60	60

b) Equipos Utilizados

Megohmetro
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MI 15KV

Termómetro Patrón Digital
 Marca : FLUKE
 Tipo : 52 KU

PLANILLA DE PRUEBA DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

HOJA 3/4

UBICACIÓN		CELDA		FECHA	10/01/97
-----------	--	-------	--	-------	----------

2) Verificación y Cableado

R	S	T
OK	OK	OK

3) Verificación del Mando Eléctrico

	CIERRE	APERTURA - 1	APERTURA - 2
MANDO A DISTANCIA	OK	OK	
MANDO LOCAL	OK	OK	

4) Verificación del Antibombeario

	CIERRE
ANTIBOMBEO	

5) Verificación del Bloqueo por Baja Presión de Gas SF6

a) Resultados Obtenidos

ALARMA	
DISPARO	

6) Medición de Tiempos de Operación

a) Resultados Obtenidos

	R	S	T
TIEMPO CIERRE (CLOSING TIME) ms	86.17	83.19	85.22
TIEMPO DE APERTURA (OPENING TIME) BOBINA 1 (ms)	34.93	35.8	35.14
TIEMPO DE APERTURA (OPENING TIME) BOBINA 2 (ms)			

b) Equipos de Medición

Medidor de Tiempos de Interruptores
 Marca : DOBLE
 Tipo : F - 2252

7) Medición de la Resistencia de Contactos

a) Resultados Obtenidos

	R	S	T
RESISTENCIA DE CONTACTOS (MICRO-OHM)	34	36	33
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100

b) Equipos de medición

Microhmimetro digital
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MPK - 120A

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 2/4

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA	FECHA	09/01/97
---------	-------------	-------	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCIÓN	:	
MARCA	:	ABB
TIPO	:	A - 7
No. SERIE	:	66841 - 04A
AÑO DE FABRICACIÓN	:	
PESO (kg)	:	
TENSIÓN NOMINAL (kV)	:	69
CORRIENTE NOMINAL (A)	:	1200
CORRIENTE CORTOCIRCUITO (kA) : 1s	:	61
NIVEL DE AISLAMIENTO (kV)	:	350
FRECUENCIA (Hz)	:	60
TIPO DE COMANDO/No. DE SERIE	:	66841 - 05A
PAR NOMINAL (Nm)	:	85
TENSIÓN AUXILIAR (Vcc)	:	110
MOTOR (RPM)	:	1750
TIPO	:	MO - 10
POTENCIA MOTOR (HP)	:	3/4
TENSIÓN NOMINAL DE CALEFACCIÓN	:	220 CA

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Resistencia de Aislamiento

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
TENSIÓN APLICADA (kV)	5	5	5
TIEMPO DE APLICACIÓN (Seg)	60	60	60
TEMPERATURA (°C)	12	12	12
COLUMNA LADO BARRA (MOHM)	5,000,000	4,000,000	4,000,000
COLUMNA LADO EQUIPO (MOHM)	5,000,000	4,000,000	4,000,000

b) Equipos de Pruebas

Megohmetro
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MI 15KV

Termómetro Patrón Digital
 Marca : FLUKE
 Tipo : 52 K/J

2) Verificación del Mando

	CIERRE	APERTURA
MANDO MANUAL CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA	-	-
MANDO LOCAL MANUAL	OK	OK
MANDO LOCAL ELÉCTRICO	OK	OK
ALINEAMIENTO		
MANDO A DISTANCIA	OK	OK
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-LOCAL	OK	OK
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-LOCAL	OK	OK
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-DISTANCIA	OK	OK
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-DISTANCIA	OK	OK

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 3/4

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA		FECHA	09/01/97
---------	-------------	-------	--	-------	----------

3) Medición de la Resistencia de Contactos

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
SECCIONADOR (μ -Ohm)	53	55	66
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100
CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA (μ -Ohm)	-	-	-
CORRIENTE APLICADA (A)	-	-	-

b) Equipos de Pruebas

Microhmimetro Digital
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MPK 120A

4) Verificación de la Operación del Motor

	V (Volts)	I (A)	t (seg.)
MOTOR DE ACCIONAMIENTO			

PLANILLA DE PRUEBA DE PARARRAYOS

HOJA 2/3

UBICACIÓN	CELDA	FECHA	10/01/97
-----------	-------	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCIÓN : OXIDO METALICO
 MARCA : ABB
 TIPO : (ZNO)-51
 No. SERIE : 8252385 (R), 8285386 (S), 8285387 (T)
 CLASE :
 AÑO DE FABRICACIÓN : 1996
 PESO (KG) : 60
 TENSIÓN NOMINAL (KV) : 51
 CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (KA) : 20
 AISLAMIENTO DE LA CAPERUZA (KV) : 140 / 325
 AISLAMIENTO EXTERNO : PORCELANA
 NORMAS : IEC
 CONTADOR DE DESCARGAS
 MARCA :
 TIPO :
 No. SERIE :

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Aislamiento

a) Resultado de las mediciones

	R (MOHM)	S (MOHM)	T (MOHM)	TENSION APLICADA (kV)
ALTA TENSIÓN MASA DEL EQUIPO	1,000,000	1,000,000	1,000,000	5
ALTA TENSIÓN - TIERRA	1,000,000	1,000,000	1,000,000	5
MASA DEL EQUIPO TIERRA	200,000	200,000	200,000	1
TIEMPO DE APLICACIÓN (seg)	60	60	60	
TEMPERATURA (°C)	12	12	12	

b) Equipo de prueba utilizado

Megómetro
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MI 15KV

Termómetro patron digital
 Marca : FLUKE
 Tipo : 52 K/J

2) Contador de Maniobras

	R	S	T
OPERACIÓN DEL CONTADOR			
NUMERO DE MANIOBRAS			

**B) EQUIPOS DEL PATIO DE LLAVES DE
22.9 kV**

PLANILLA DE PRUEBA DE PARARRAYOS

HOJA 2/3

UBICACIÓN	CELDA	FECHA	14/01/97
-----------	-------	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCIÓN : OXIDO METALICO
 MARCA : ABB
 TIPO : (ZNO)-18
 No. SERIE : 8290990 (R), 8290992 (S), 8290991 (T)
 CLASE :
 AÑO DE FABRICACIÓN : 1996
 PESO (KG) : 26
 TENSIÓN NOMINAL (kV) : 18
 CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (KA) : 10
 AISLAMIENTO DE LA CAPERUZA (KV) : 115 / 210
 AISLAMIENTO EXTERNO : PORCELANA
 NORMAS : IEC
 CONTADOR DE DESCARGAS :
 MARCA :
 TIPO :

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Aislamiento

a) Resultado de las mediciones

	R (MOHM)	S (MOHM)	T (MOHM)	TENSION APLICADA (kV)
ALTA TENSIÓN MASA DEL EQUIPO	500,000	500,000	500,000	5
ALTA TENSIÓN - TIERRA	500,000	500,000	500,000	5
MASA DEL EQUIPO TIERRA	200,000	200,000	200,000	1
TIEMPO DE APLICACIÓN (seg)	60	60	60	
TEMPERATURA (°C)	12	12	12	

b) Equipo de prueba utilizado

Megómetro
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MI 15KV

Termómetro patron digital
 Marca : FLUKE
 Tipo : 52 KJ

2) Contador de Maniobras

	R	S	T
OPERACIÓN DEL CONTADOR			
NUMERO DE MANIOBRAS			

VERIFICACION Y ENSAYOS ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO
DE LA S.E. SAN JOSE

HOJA 1/4

PROTOCOLO DE PRUEBA : *DEL SECCIONADOR DE LINEA 22.9 KV*

DESIGNACIÓN DE EQUIPO :
.....

CLIENTE : **FECHA** :

PARTICIPANTES

NOMBRE

FIRMA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 2/4

CLIENTE		CELDA		FECHA	10/01/97
---------	--	-------	--	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCIÓN :
 MARCA : *ABB*
 TIPO : *A-7*
 No. SERIE : *66841-08A*
 AÑO DE FABRICACIÓN :
 PESO (kg) :
 TENSIÓN NOMINAL (kV) : *38*
 CORRIENTE NOMINAL (A) : *1200*
 CORRIENTE CORTOCIRCUITO (kA) : 1s : *61*
 NIVEL DE AISLAMIENTO (kV) : *200*
 FRECUENCIA (Hz) : *60*
 TIPO DE COMANDO/No. DE SERIE :
 PAR NOMINAL (Nm) :
 TENSIÓN DE CONTROL :
 TENSIÓN NOMINAL DE MOTOR DE ACCIONAMIENTO :
 TENSIÓN NOMINAL DE BOBINA DE BLOQUEO :
 TENSIÓN NOMINAL DE CALEFACCIÓN :

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Resistencia de Aislamiento

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
TENSIÓN APLICADA (kV)	5	5	5
TIEMPO DE APLICACIÓN	60	60	60
TEMPERATURA (°C)	12	12	12
COLUMNA LADO BARRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	800,000
COLUMNA LADO EQUIPO (MOHM)	1,000,000	1,000,000	800,000
AISLADOR SOPORTE DE BARRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000

b) Equipos de Pruebas

Megohmetro
 Marca : *MEGABRAS*
 Tipo : *MI 15KV*

Termómetro Patrón Digital
 Marca : *FLUKE*
 Tipo : *52 K/J*

2) Verificación del Mando

	CIERRE	APERTURA
MANDO MANUAL CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA	OK	OK
MANDO LOCAL MANUAL	OK	OK
MANDO LOCAL ELÉCTRICO		
ALINEAMIENTO		
MANDO A DISTANCIA		
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-LOCAL		
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-LOCAL		
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-DISTANCIA		
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-DISTANCIA		

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 3/4

CLIENTE		CELDA		FECHA	10/01/97
---------	--	-------	--	-------	----------

3) Medición de la Resistencia de Contactos

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
SECCIONADOR (μ -Ohm)	35	38	34
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100
CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA (μ -Ohm)	290	300	290
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100

b) Equipos de Pruebas

Microhmimetro Digital
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MPK 120A

4) Verificación de la Operación del Motor

	V (Volts)	I (A)	t (seg.)
MOTOR DE ACCIONAMIENTO			

VERIFICACION Y ENSAYOS ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO
DE LA S.E. SAN JOSE

HOJA 1/4

PROTOCOLO DE PRUEBA : *DEL INTERRUPTOR DE POTENCIA 22.9 KV*

DESIGNACIÓN DE EQUIPO :

CLIENTE : **FECHA** :

PARTICIPANTES

NOMBRE

FIRMA

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

PLANILLA DE PRUEBA DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

HOJA 2/4

UBICACIÓN	CELDA	FECHA	11/01/97
-----------	-------	-------	----------

A) DATOS DEL INTERRUPTOR

DESCRIPCIÓN :
 MARCA : ABB
 TIPO : SACE SFE 36-12-16
 No. DE SERIE :
 AÑO DE FABRICACIÓN : 1996
 TENSIÓN NOMINAL (kV) : 36
 NIVEL DE AISLAMIENTO (kV) : 170
 CORRIENTE NOMINAL (A) : 1250
 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (KA) : 20
 TIEMPO DE CIERRE / DE APERTURA (ms) : 45 / 70
 TENSIÓN AUXILIAR (Vcc) : 110
 NORMA :
 PRESIÓN NOMINAL DEL GAS (Mpa) : 0.34
 PESO (KG) : 780
 PODER DE CORTE (KA) : 16.50
 PODER DE CIERRE (KA) : 50
 TENSIÓN NOM. DE MOTOR DE CARGA DE RESORTE (Vdc) : 110
 TENSIÓN NOMINAL DE CALEFACCIÓN / ILUMINACIÓN :
 FRECUENCIA (Hz) : 50 / 60
 MASA DE GAS (kg) :

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Resistencia de Aislamiento

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
ENTRADA - SALIDA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
SALIDA - TIERRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
ENTRADA - TIERRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	10	10	10
TENSIÓN APLICADA (kV)	5	5	5
TIEMPO DE APLICACIÓN (seg.)	60	60	60

b) Equipos Utilizados

Megohmetro
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MI 15KV

Termómetro Patrón Digital
 Marca : FLUKE
 Tipo : 52 KJ

PLANILLA DE PRUEBA DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

HOJA 3/4

UBICACIÓN	CELDA	FECHA	11/01/97
-----------	-------	-------	----------

2) Verificación y Cableado

R	S	T
OK	OK	OK

3) Verificación del Mando Eléctrico

	CIERRE	APERTURA - 1	APERTURA - 2
MANDO A DISTANCIA	OK	OK	
MANDO LOCAL	OK	OK	
TELEMANDO			

4) Verificación del Antibombeo

	CIERRE
ANTIBOMBEO	

5) Verificación del Bloqueo por Baja Presión de Gas SF6

a) Resultados Obtenidos

ALARMA	
DISPARO	

6) Medición de Tiempos de Operación

a) Resultados Obtenidos

	R	S	T
TIEMPO CIERRE (CLOSING TIME) ms	81.78	81.16	81.16
TIEMPO DE APERTURA (OPENING TIME) BOBINA 1 (ms)	43.88	43.64	44.08
TIEMPO DE APERTURA (OPENING TIME) BOBINA 2 (ms)			

b) Equipos de Medición

Medidor de Tiempos de Interruptores
 Marca : DOBLE
 Tipo : F - 2252

7) Medición de la Resistencia de Contactos

a) Resultados Obtenidos

	R	S	T
RESISTENCIA DE CONTACTOS (MICRO-OHM)	35	30	30
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100

b) Equipos de medición

Microhmmetro digital
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MPK - 120A

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 2/4

CLIENTE	CELDA	FECHA	10/01/97
---------	-------	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCIÓN
 MARCA : ABB
 TIPO : A-7
 No. SERIE : 66841-06A
 AÑO DE FABRICACIÓN :
 PESO (kg) :
 TENSIÓN NOMINAL (kV) : 38
 CORRIENTE NOMINAL (A) : 1200
 CORRIENTE CORTOCIRCUITO (kA) : 1s : 61
 NIVEL DE AISLAMIENTO (kV) : 200
 FRECUENCIA (Hz) : 60
 TIPO DE COMANDO/No. DE SERIE :
 PAR NOMINAL (Nm) :
 TENSIÓN DE CONTROL :
 TENSIÓN NOMINAL DE MOTOR DE ACCIONAMIENTO :
 TENSIÓN NOMINAL DE BOBINA DE BLOQUEO :
 TENSIÓN NOMINAL DE CALEFACCIÓN :

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de Resistencia de Aislamiento

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
TENSIÓN APLICADA (kV)	5	5	5
TIEMPO DE APLICACIÓN	60	60	60
TEMPERATURA (°C)	12	12	12
COLUMNA LADO BARRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
COLUMNA LADO EQUIPO (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000
AISLADOR SOPORTE DE BARRA (MOHM)	1,000,000	1,000,000	1,000,000

b) Equipos de Pruebas

Megohmetro
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MI 15KV

Termómetro Patrón Digital
 Marca : FLUKE
 Tipo : 52 KUJ

2) Verificación del Mando

	CIERRE	APERTURA
MANDO MANUAL CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA		
MANDO LOCAL MANUAL	OK	OK
MANDO LOCAL ELÉCTRICO		
ALINEAMIENTO		
MANDO A DISTANCIA		
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-LOCAL		
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-LOCAL		
ENCLAVAMIENTO AL CIERRE-DISTANCIA		
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA-DISTANCIA		

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 3/4

CLIENTE	CELDA	FECHA	10/01/97
---------	-------	-------	----------

3) Medición de la Resistencia de Contactos

a) Resultado de las Pruebas

	R	S	T
SECCIONADOR (μ -Ohm)	33	36	32
CORRIENTE APLICADA (A)	100	100	100
CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA (μ -Ohm)	-	-	-
CORRIENTE APLICADA (A)	-	-	-

b) Equipos de Pruebas

Microhmmetro Digital
 Marca : MEGABRAS
 Tipo : MPK 120A

4) Verificación de la Operación del Motor

	V (Volts)	I (A)	t (seg.)
MOTOR DE ACCIONAMIENTO			

PLANILLA DE PRUEBA DE SECCIONADORES DE POTENCIA

HOJA 4/4

CLIENTE		CELDA		FECHA	10/01/97
---------	--	-------	--	-------	----------

C) INSPECCION INICIAL Y VERIFICACIONES

DESIGNACIÓN : _____

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADO
1	FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE SOPORTE	OK
2	LIMPIEZA	OK
3	NIVELACIÓN Y ALINEAMIENTO	OK
4	PORCELANA DE LAS COLUMNAS DE AISLADORES	OK
5	MANDOS Y ACCIONAMIENTOS	OK
6	PUESTA A TIERRA	OK
7	CONEXIONES ELÉCTRICAS	
8	DISTANCIAS ELÉCTRICAS	OK
9	CONECTORES Y UBICACIÓN SEGUN PLANO	
10	CABLEADO Y BORNES SEGUN LOS PLANOS	

OBSERVACIONES

C) TRANSFORMADOR DE POTENCIA



ASEA BROWN BOVERI S.A.



SELO DE CALIDAD

TRANSFORMADOR	
Nr.	L 30484
KVA	5000(Fut.6250)
Volt	50000 +/- 2 x 2.5 22900
Armp.	57,7(Fut.72.2) 126,1(Fut.157,6)

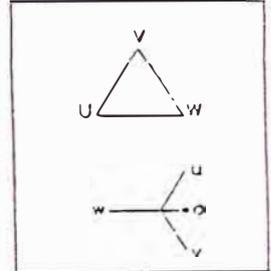
Fases	3	Frec.	60 Hz.
Tipo	TD2AN		
Enfriamiento	ONAN (Fut.ONAF)		
Calentamiento	60 / 65 °C		
Arroll/Borne	A.T	250/450	BIL
Arroll/Borne	B.T	125/170	BIL
Neutro	B.T	125/170	BIL

Año de Fab.	1996
T.c.c.	7,15 %
Norma	CEI Pub.76
Altitud	4700 m.s.n.m.
Acero	SIEMENS DIALA A
Peso Acero	3950 Kg
Peso Total	14500 Kg

ALTA TENSION					
Bornes	Pos.	Conmutador	Volt.		
U	1	X1-U1	Y1-V1	Z1-W1	52500
	2	U1-X2	V1-Y2	W1-Z2	51250
V	3	X2-U2	Y2-V2	Z2-W2	50000
	4	U2-X3	V2-Y3	W2-Z3	48750
W	5	X3-U3	Y3-V3	Z3-W3	47500

BAJA TENSION	
Bornes	Volt.
O	
U	22900
V	
W	

Conexión (Dyn5)

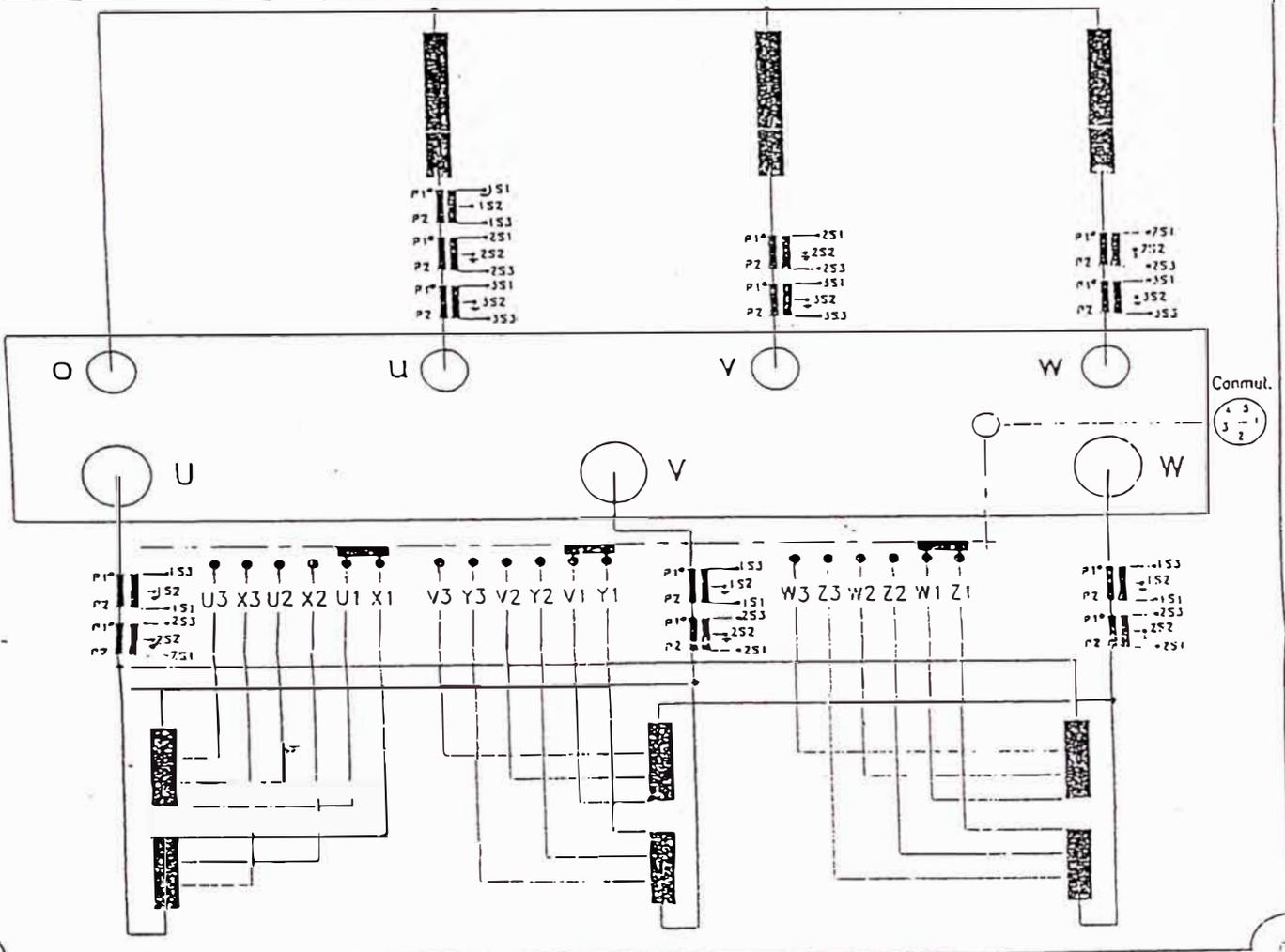


TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN A.T				
Bornes	Terminales	Relación VA	Clase	Norma
U V W	1S1-1S3	100/1A	20	5P20
	1S2-1S3	50/1A		
	2S1-2S3	100/1A	20	0.5
	2S2-2S3	50/1A		

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN B.T				
Bornes	Terminales	Relación VA	Clase	Norma
u v w	2S1-2S3	150/1A		
	2S1-2S2	100/1A	20	5P20
	3S1-3S3	150/1A		
	3S1-3S2	100/1A		
u	1S1-1S3	170/5A	15	3
	1S1-1S2	130/5A		

R.N.M.57 06 13

Producto Peruano R.L.15-23312-03



OF: DM-6-002

YPCT250340a

Fecha: 19-08-96

Dibujó *[Signature]*

Revisó *[Signature]*

V'B' *[Signature]*

PLANILLA DE PRUEBA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA	FECHA	20/01/97
---------	-------------	-------	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

MARCA	:	ABB
TIPO	:	TD2AN
NUMERO	:	
No. SERIE	:	L-30484
AÑO DE FABRICACIÓN	:	1996
NORMA DE FABRICACIÓN	:	CEI Pub.76
NIVEL BOBINA DE IMPULSO	:	
Arroll / Borne (A.T.)	:	250 / 450 BIL
Arroll / Borne (B.T.)	:	125 / 170 BIL
Neutro (B.T.)	:	125 / 170 BIL
SOBRETENPERATURA DEL DEVANADO	:	65 °C
SOBRETENPERATURA DEL ACEITE	:	60 °C
GRUPO DE CONEXIÓN	:	Dyn5
FRECUENCIA	:	60 Hz
REFRIGERACIÓN	:	ONAN (ONAF)
POTENCIA	:	5000 KVA (ONAN) 6250 KVA (ONAF) FUTURO
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN	:	50 KV ± 2 x 2.5 % / 22.9 KV
TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO	:	7.15
ALTURA DE INSTALACIÓN	:	4700 m.s.n.m.
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	:	
PESO DEL ACEITE	:	3950 Kg.
PESO TOTAL	:	14500 Kg.

PLANILLA DE PRUEBA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA		FECHA	20/01/97
---------	-------------	-------	--	-------	----------

DEVANADO PRIMARIO

TERMINALES	CONMUTADOR BAJO CARGA	VOLTIOS	AMPERIOS		
			ONAN	ONAF	
U		1	52500	54.99	68.73
		2	51250	56.33	70.41
V		3	50000	57.74	72.17
W		4	48750	59.22	74.02
		5	47500	60.77	75.97

DEVANADO SECUNDARIO

TERMINALES	VOLTIOS	AMPERIOS	
		ONAN	ONAF
u - v - w - o	22900	126.06	157.57

PLANILLA DE PRUEBA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA

CLIENTE	CELDA	FECHA
---------	-------	-------

B) COMPROBACIONES

B.1.- Control Mecánico

- Verificación de las características de placa según protocolo de fábrica. _____
- Identificación según planos y diagramas unifilares. Correcta conexión e identificación de los conductores. _____
- Inspección de fugas de aceite alrededor del tanque, radiadores y accesorios. _____
- Verificación de montaje y fijación del trafo, conexionados, conectores y acometidas. (verificar que los terminales no ejerzan esfuerzos mecánicos sobre los aisladores pasantes - Bushings). _____
- Neutro lado secundario: Conexionado, calibre del cable, aislamiento y color según diseño. _____
- Puesta a tierra del tanque: Conexionado, calibre del cable, aislamiento y color según diseño. _____
- Control de accesorios:
 - Tanque conservador de aceite _____
 - Válvulas de drenaje _____
 - Caja terminal de menor tensión y de servicios auxiliares _____
 - Elementos de entrada de aire seco al tanque del conservador: Hermeticidad y limpieza del filtro, estado de la Silicagel (Azúl, si está en buen estado) _____
- Verificación de la lubricación y libertad de movimiento del cambiador de Taps, operarlo en todas las posiciones comprobando sus bloqueos en caso de operación inadecuada. _____
- Verificación del estado de los relés Buchholz del transformador y del conmutador. _____
- Verificación del nivel de aceite y posición de las válvulas de cierre en los ductos de aceite y radiadores de refrigeración. _____

PLANILLA DE PRUEBA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA

CLIENTE	CELDA	FECHA
---------	-------	-------

B.2.- Control Eléctrico

- Medición de la resistencia de aislamiento. Protocolo correspondiente
OK
- Continuidad de devanados. Aplicar 380/220V, 60 Hz en el lado primario y conmutar todas las posiciones, verificando :
- Continuidad de la corriente de magnetización al cambiar de taps (con instrumentos analógicos).
OK
- La relación de transformación
OK
- Grupo de conexionado (trifásico)
OK
- Prueba de los transformadores de corriente de los aisladores pasantes (Bushings) Véase protocolo correspondiente.
OK
- Prueba de relé Buchholz. Verificación de funcionamiento, disparos y alarmas.
OK
- Prueba de los relés de imagen térmica. Verificación de su funcionamiento, disparos y alarmas.
OK
- Prueba del correcto conexionado de los circuitos de baja tensión mediante inyección primaria. Aplicar 380/220 V, 60 Hz en el lado primario teniendo en cortocircuito el lado secundario, verificando las corrientes en los paneles de control y medición.
OK
- Cambiador de tomas (taps) bajo carga. Verificación de su funcionamiento.
OK
- Verificación del sistema de control y sentido de rotación de los aerotermos.
- Verificación de la operación de los contactos de alarma, disparo y arranque de los aerotermos por alta temperatura de los devanados y/o aceite.
- Prueba de los Sistemas de protección del Transformador
OK

**PLANILLA DE MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE
TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA	FECHA	20/01/97
---------	-------------	-------	-------	----------

C) MEDICIONES

1.- Medición de la Resistencia de Aislamiento

a) Resultado de las Mediciones

	RESISTENCIA (MOHM)	TENSION APLICADA (kV)	TIEMPO APLICADO	TEMP. (°C)	Notas (MOhm)
PRIMARIO A TIERRA	11,000	5	60	10	min. >= 1500
SECUNDARIO A TIERRA	12,000	5	60	10	min. >= 1500
PRIMARIO - SECUNDARIO	10,000	5	60	11	min. >= 1500

b) Equipos de Pruebas Usados

- Megohmetro
 Marca *MEGABRAS*
 Tipo *MI 15KV*

- Termómetro Patrón Digital
 Marca *FLUKE*
 Tipo *52 K/S*

PLANILLA DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN BUSHINGS

CLIENTE	C.M HUARON	CELDA		FECHA	20/01/97
---------	------------	-------	--	-------	----------

A) DATOS DEL EQUIPO

DESCRIPCION

TC	RELACION	CLASE	APLICACION	TC	RELACION	CLASE	APLICACION
A/B (Lado A.T.)							
A/B/C (Lado B.T.)							

B) MEDICIONES Y COMPROBACIONES

1) Medición de la Resistencia de Aislamiento (Mega-Ohms)

a) Resultados Obtenidos

UBICACION TC	TENSION APLICADA ENTRE	TC	U	V	W	Temp (°C)
LADO ALTA TENSION	Primario - Secundario 5kV	TC-A	10,000	15,000	8,000	12
		TC-B	10,000	15,000	8,000	12
LADO BAJA TENSION	Primario - Secundario 5kV	TC-A	10,000	10,000	10,000	11
		TC-B	15,000	12,000	11,000	11
		TC-C	10,000			11
LADO ALTA TENSION	Secundario - Tierra 1kV	TC-A	20,000	16,000	16,000	12
		TC-B	28,000	18,000	20,000	12
LADO BAJA TENSION	Secundario - Tierra 1kV	TC-A	20,000	20,000	20,000	11
		TC-B	20,000	28,000	18,000	11
		TC-C	20,000			11

b) Equipos de Pruebas Usados

Megohmetro		Patron Digital	
Marca	MEGABRAS	Marca	FLUKE
Tipo	MI 15KV	Tipo	52 K/S

2) Medición de la resistencia de los arrollamientos secundarios (Ohms)

a) Resultados Obtenidos

		TC	U	V	W	Temp (°C)
Lado A.T.	1S1-1S3	100 / 1 A	0.4	0.4	0.4	10
	1S2-1S3	50 / 1 A	0.2	0.2	0.2	10
	2S1-2S3	100 / 1 A	0.4	0.4	0.4	11
	2S2-2S3	50 / 1 A	0.2	0.2	0.2	11
Lado B.T.	2S1-2S3	150 / 1 A	0.3	0.3	0.3	11
	2S1-2S2	100 / 1 A	0.2	0.2	0.2	11
	3S1-3S3	150 / 1 A	0.3	0.3	0.3	10.5
	3S1-3S2	100 / 1 A	0.2	0.2	0.2	10.5
	1S1-1S3	170 / 5 A	0.3			10
	1S1-1S2	130 / 5 A	0.2			10

b) Equipos de Pruebas Usados

Ohmimetro	
Marca	FLUKE
Tipo	56

PLANILLA DE PRUEBAS DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EN BUSHING

CLIENTE C.M. HUARON	CELDA	FECHA	21/01/97
-----------------------	-------	-------	----------

3) Verificación de la polaridad

a) Resultado de las mediciones

		U	V	W
Lado A.T.	TC-A			
	TC-B			
Lado B.T.	TC-A			
	TC-B			
	TC-C			

b) Equipos de Pruebas Utilizados

4) Relación de transformación. Valores medidos directamente

a) Resultado de las Mediciones

		FASE R		FASE S		FASE T		% ERROR FASE R	% ERROR FASE S	% ERROR FASE T
		Ip (A)	Is (A)	Ip (A)	Is (A)	Ip (A)	Is (A)			
LADO PRIMARIO	1S1-1S3	66.2	0.66	66.4	0.66	68.1	0.68	-0.3	-0.6	-0.14
	1S2-1S3	33.2	0.66	33.8	0.68	33.9	0.68	-0.6	0.58	0.29
	2S1-2S3									
	2S2-2S3									
LADO SECUND.	2S1-2S3	102.2	0.68	100.9	0.67	100.3	0.67	-0.19	-0.39	0.19
	2S1-2S2	68.8	0.69	66.2	0.66	67.3	0.67	0.28	-0.3	-0.44
	3S1-3S3									
	3S1-3S2									
	1S1-1S3									
	1S1-1S2									

Donde : Ip Corriente aplicada en lado primario
Is Corriente medida en el lado secundario

b) Equipos de Pruebas Utilizados

Amperimetro Lado Primario
Marca
Tipo

Amperimetro Lado Secundario
Marca
Tipo

**PLANILLA DE MEDICION DE LA RELACION DE TRANSFORMACION
DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA		FECHA	21/01/97
---------	-------------	-------	--	-------	----------

RELACION DE TRANSFORMACION

TAP	RELACION MEDIDA			RELACION TEORICA	% ERROR		
	UV / uv	VW / vw	WU / wu		UV / uv	VW / vw	WU / wu
1	2.29	2.28	2.28	2.293	0.11	0.55	0.55
2	2.24	2.23	2.24	2.238	-0.09	0.36	-0.09
3	2.17	2.17	2.18	2.183	0.61	0.61	0.16
4	2.13	2.13	2.12	2.129	-0.06	-0.06	0.41
5	2.08	2.07	2.07	2.074	-0.28	0.20	0.20

Equipos de Prueba Usado

Medidor de Relación de Transformación

Marca : *MULTI AMP*

Tipo : *CTER-83E*

**PLANILLA DE COMPROBACION DE ELEMENTOS DE
TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

CLIENTE	C.M. HUARON	CELDA	FECHA
---------	-------------	-------	-------

A. PRUEBA DE AEROTERMOS

a) Medición de Consumo de Corriente por Fase

Corriente de motor (Amps.)				
	M1	M2	M3	M4
R				
S				
T				

b) Verificación de Protecciones

Apertura por relé térmico por falta de fase				
	M1	M2	M3	M4
I _r (Amps.)				
Tiempo (s)				
Acceptable				

B. VERIFICACION DE TERMOMETROS

1) Contraste de Temperatura (°C)

No. De medición	Termómetro Patrón (1)	Aceite	Devanado Primario	Devanado Secundario
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

2) Equipo de Prueba Usado

Termómetro Patrón Digital

Marca :

Tipo :

3) Calibración para Ventilación, Alarma y Disparo

	Ventilac.	Alarma	Disparo
Temperatura del aceite			
Temperatura del Devanado Primario			
Temperatura del Devanado Secundario			

**PLANILLA DE COMPROBACION DE ELEMENTOS DE
TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

CLIENTE	CELDA	FECHA
---------	-------	-------

C.- CONMUTADOR DE TOMAS BAJO CARGA

VERIFICACION DEL TABLERO DE CONTROL

Corriente de motor	:	
Secuencia de fase de alimentación al motor	:	
Operación de relé térmico	:	
Operación del indicador de posiciones	:	
Mando local / remoto	:	
Alimentación	:	
Operación manual	:	
Operación eléctrica	:	
Operación de interruptor de fin de carrera	:	
Operación del circuito paso a paso (local)	:	
Tiempo para un cambio de tomas (s)	:	

PLANILLA DE CONTROL Y MANDO DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Ubicación :
Celda :

Equipo Protegido :

Fecha :

A) MANDO DE INTERRUPTORES

INTERRUPTOR DE 50 KV
INTERRUPTOR DE 22.9 KV

APERTURA		CIERRE		ALARMA	
LOCAL	REMOTO	LOCAL	REMOTO	ACUSTICA	VISUAL
OK	OK	OK	OK	-	-
OK	OK	OK	OK	-	-

B) MANDO DE SECCIONADORES

SECCIONADOR DE LINEA 50 KV
SECCIONADOR DE BARRA 50 KV
SECCIONADOR DE LINEA 22.9 KV
SECCIONADOR DE BARRA 22.9 KV

APERTURA		CIERRE	
LOCAL	REMOTO	LOCAL	REMOTO
OK	OK	OK	OK
OK	OK	OK	OK
OK	-	OK	-
OK	-	OK	-

C) INTERBLOQUEOS

INTER. 50 KV - SECC. BARRA 50 KV
INTER. 50 KV - SECC. LINEA 50 KV
INTER. 22.9 KV - SECC. DE BARRA 22.9 KV
INTER. 22.9 KV - SECC. DE LINEA 22.9 KV

APERTURA		CIERRE	
LOCAL	REMOTO	LOCAL	REMOTO
OK	OK	OK	OK
OK	OK	OK	OK
OK	-	OK	-
OK	-	OK	-

D) VERIFICACION DE OPERACION DE PROTECCIONES

	DISPARO INT. 50 KV	DISPARO INT. 22.9 KV	ALARMA	SEÑALIZACION	OBSERV.
BUCHHOLZ TRANSF ALARMA					
BUCHHOLZ TRANSF DISPARO	OK	OK	OK	OK	
BUCHHOLZ CONMUT ALARMA	-	-	-	-	
BUCHHOLZ CONMUT DISPARO	-	-	-	-	
SOBRE PRESION TRAF0 TANQUE	-	-	-	-	
SOBRE PRESION CONMUT TANQUE	-	-	-	-	
TERMOMETRO DE ACEITE - ALARMA	-	-	-	-	
TERMOMETRO DE ACEITE - DISPARO	OK	OK	OK	OK	
IMAGEN TERMICA 50 KV - ALARMA	OK	OK	OK	OK	
IMAGEN TERMICA 50 KV - DISPARO	OK	OK	OK	OK	
IMAGEN TERMICA 22.9 KV - ALARMA	OK	OK	OK	OK	
IMAGEN TERMICA 22.9 KV - DISPARO	OK	OK	OK	OK	
NIVEL DE ACEITE TRAF0 MINIMO					
NIVEL DE ACEITE TRAF0 MAXIMO					
NIVEL DE ACEITE CONMU MINIMO					
NIVEL DE ACEITE CONMU MAXIMO					
VENTILADORES					
PROTECC. DIFERENCIAL	OK	OK	OK	OK	
SOBREC0RR. LADO 50 KV	OK	OK	OK	OK	
SOBREC0RR. LADO 22.9 KV	OK	OK	OK	OK	

D) RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

PLANILLA DE PRUEBA DE LA RESISTENCIA DE PUESTA ATIERRA DE LA S.E.

CLIENTE

FECHA

15/01/97

1.- DESCRIPCION DEL ATERRAMIENTO

MALLA CON POZOS DE TIERRA
REF. PLANO N° 04, MALLA DE TIERRA PROFUNDA

2.- MEDICION

R = 2.2 Ohm
T = 9 °C

3.- EQUIPO UTILIZADO

Telurómetro

Marca : MEGABRAS
Tipo : MTA 10KW

Termómetro Patrón Digital

Marca : FLUKE
Tipo : 52 KJ

OBSERVACIONES

MEDICIONES EFECTUADAS CON ELECTRODOS A LAS DISTANCIAS SGTES.:

1) 18 y 30 mts. —————> R = 1.6 Ohm
2) 12 y 20 mts. —————> R = 3.4 Ohm
3) 15 y 25 mts. —————> R = 1.6 Ohm

ANEXO C:
FOTOS



Foto 1.- Lugar donde se construirá la Subestación San José, se están haciendo las excavaciones y las mediciones respectivas.

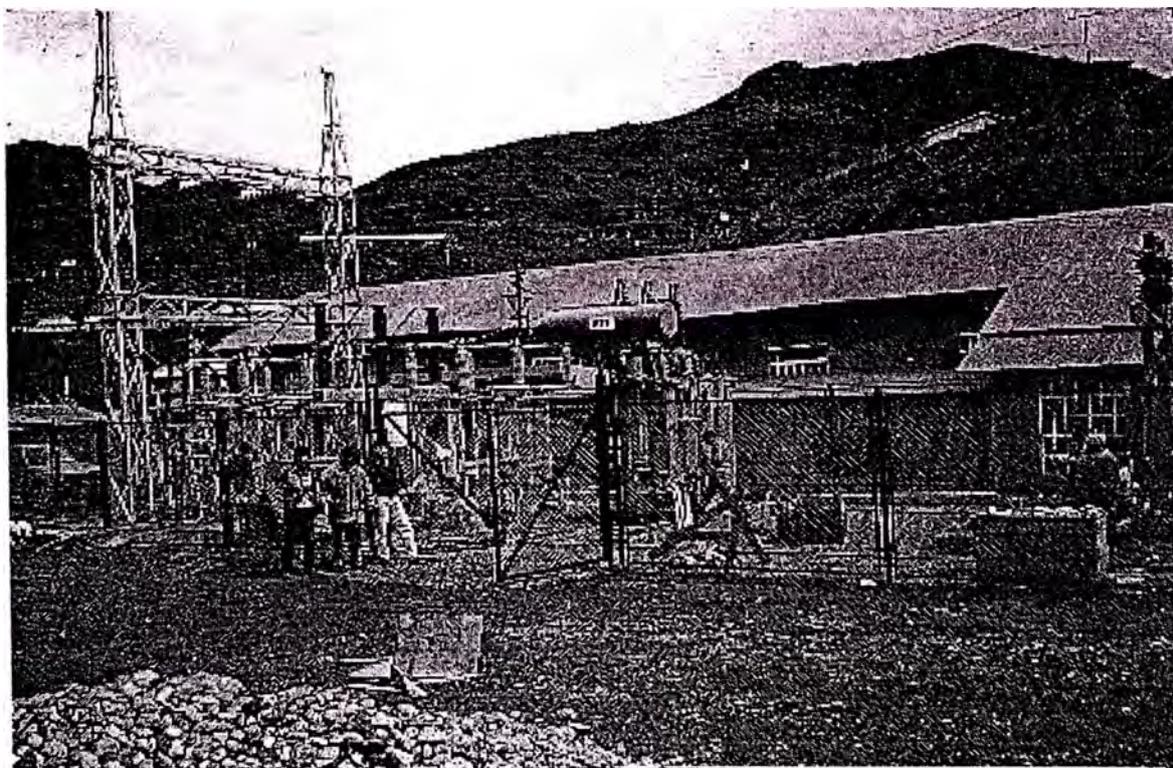


Foto 2.- Subestación San José, vista lateral en plena construcción.

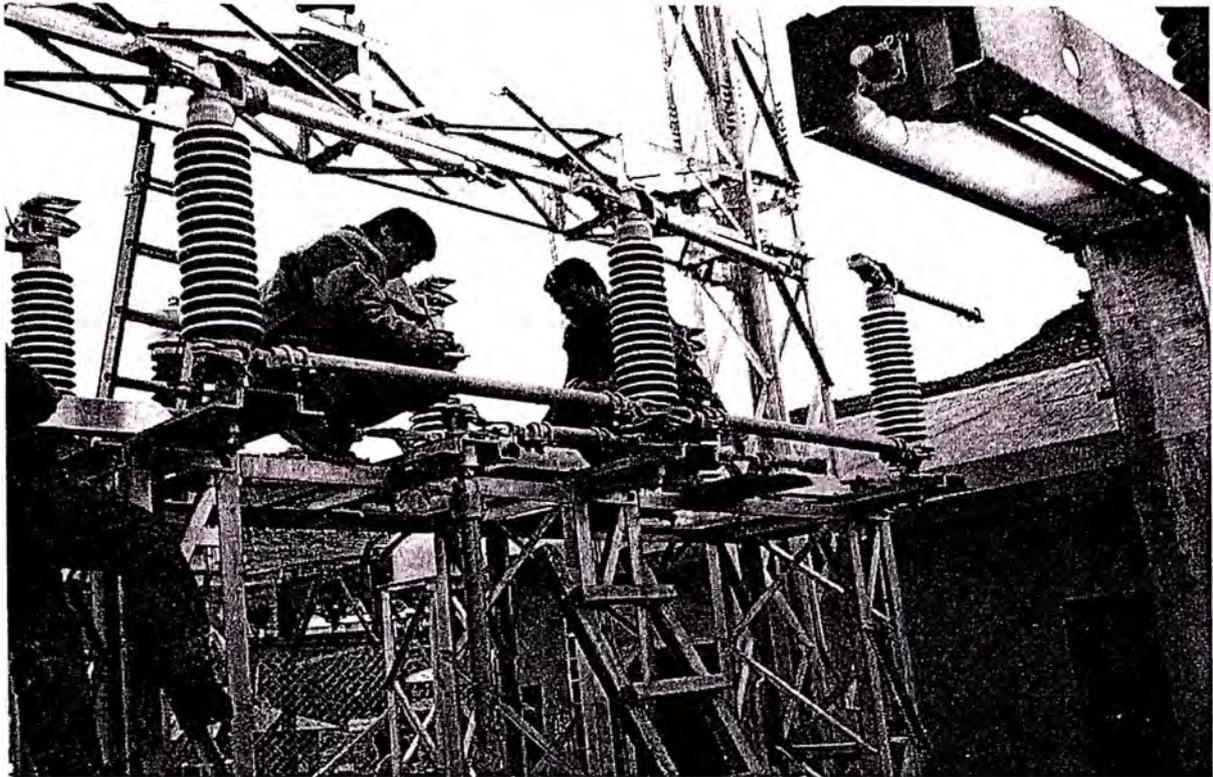


Foto 3.- Se están haciendo las pruebas al seccionador de línea.

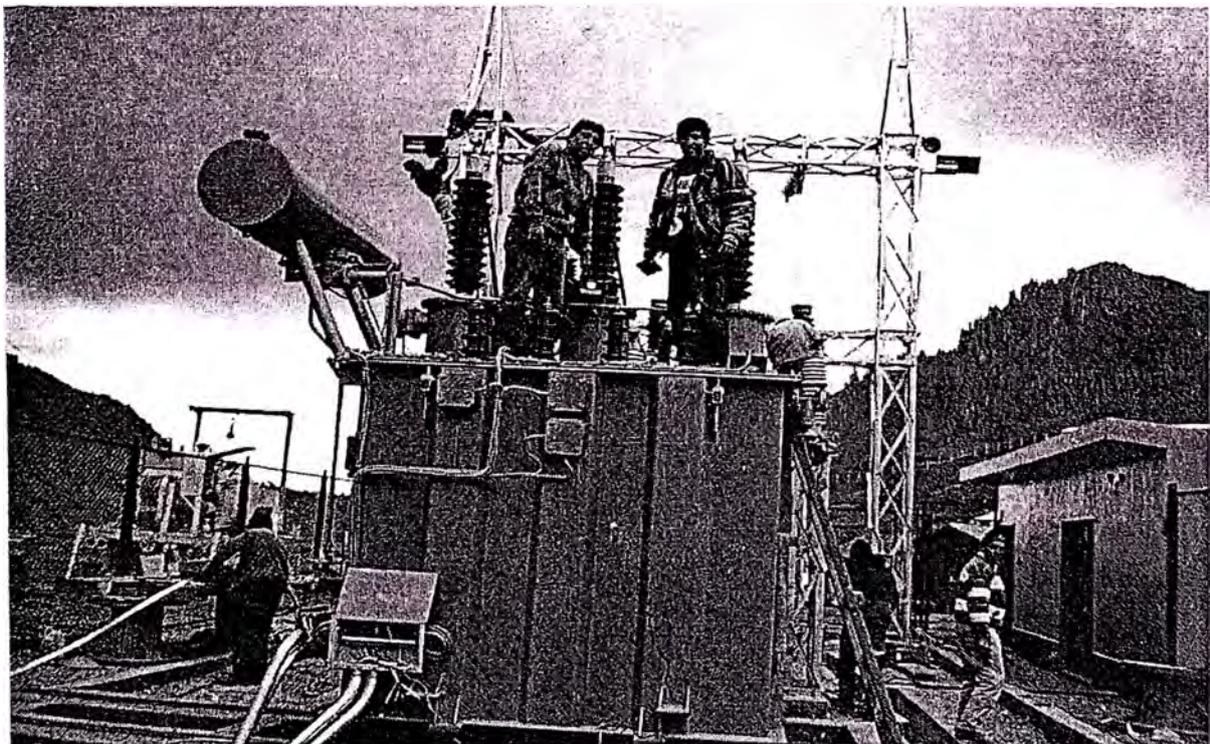


Foto 4.- Se están haciendo pruebas en el transformador de potencia.

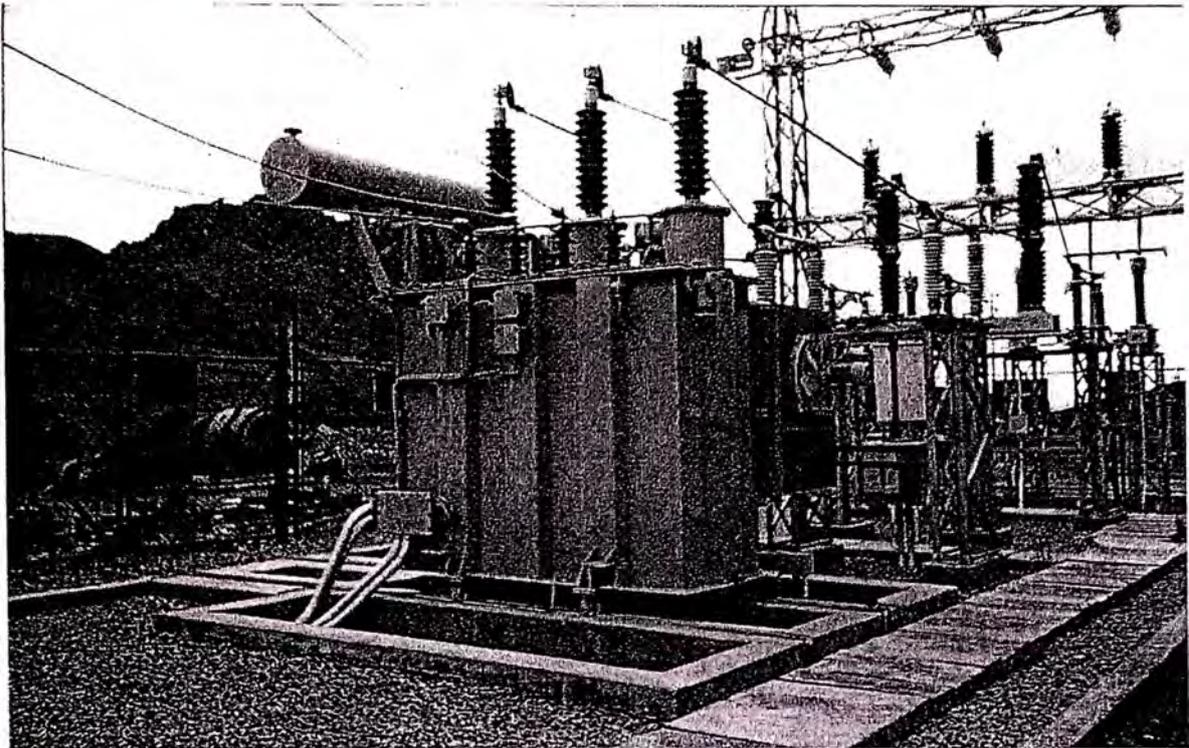


Foto 5.- El transformador de potencia instalado completamente

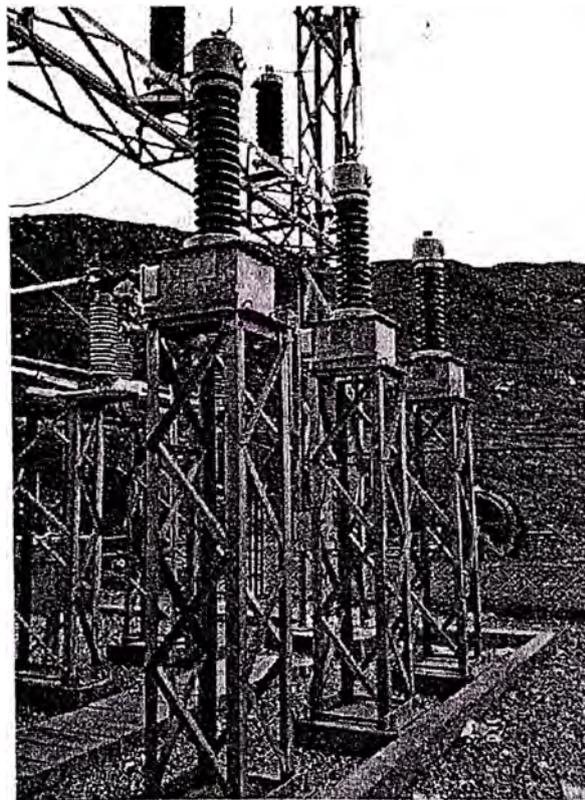


Foto 6.- Transformador de tensión

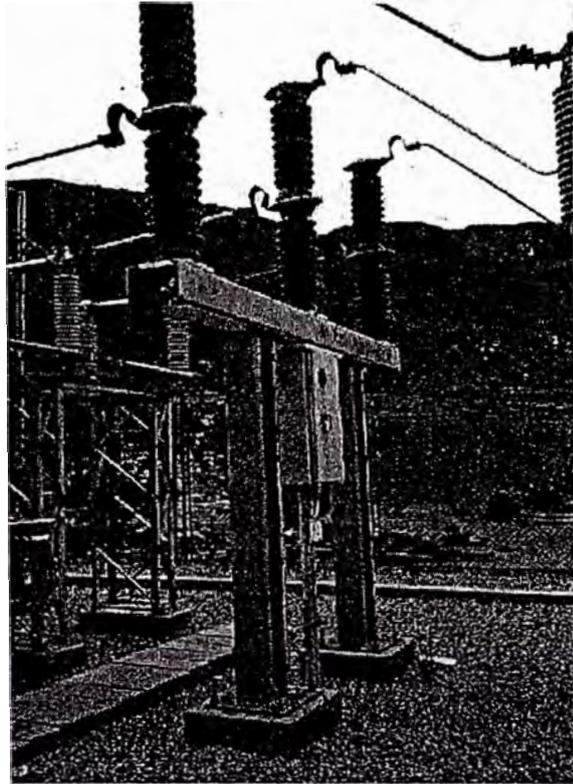


Foto 7.- Interruptor de potencia 50 kV

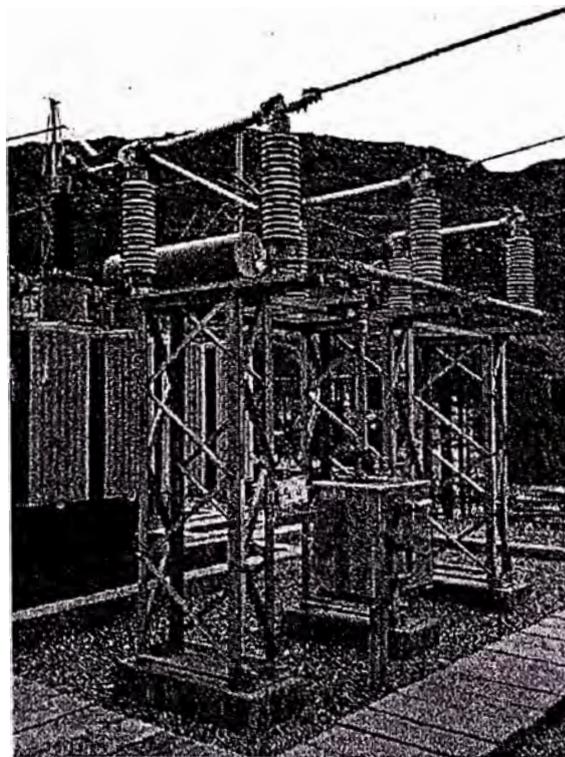
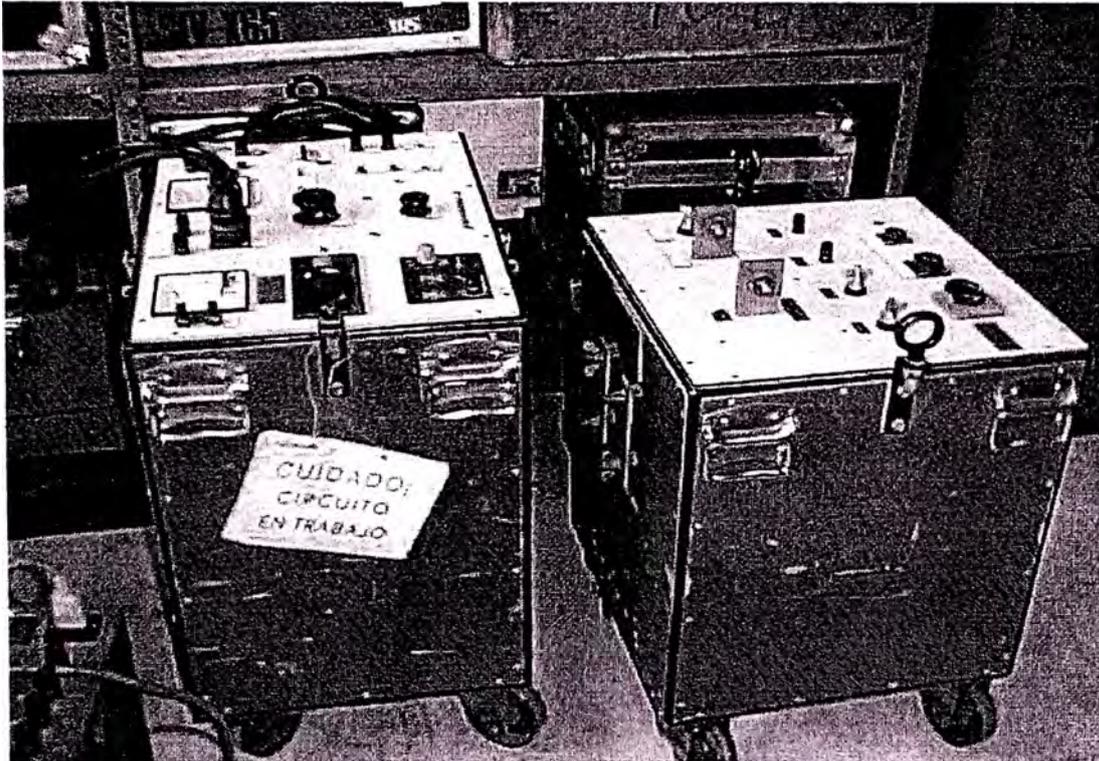
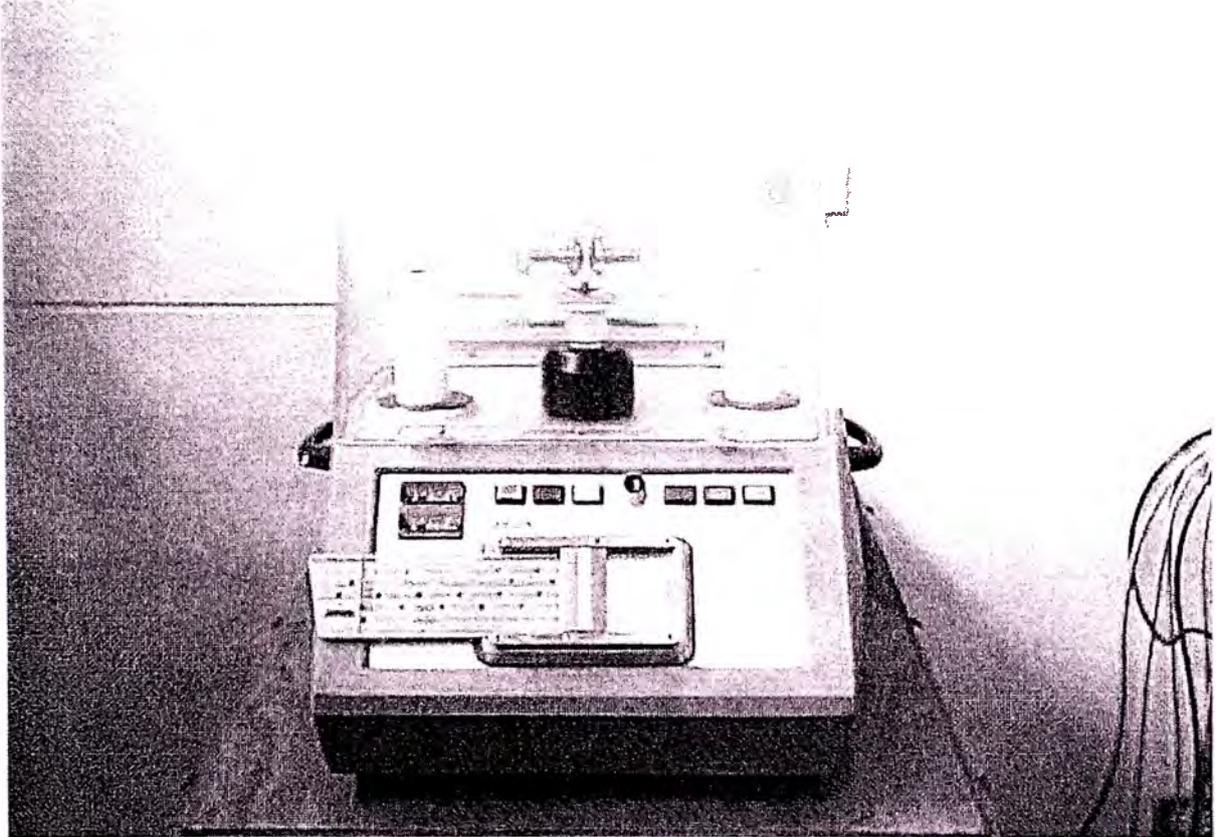


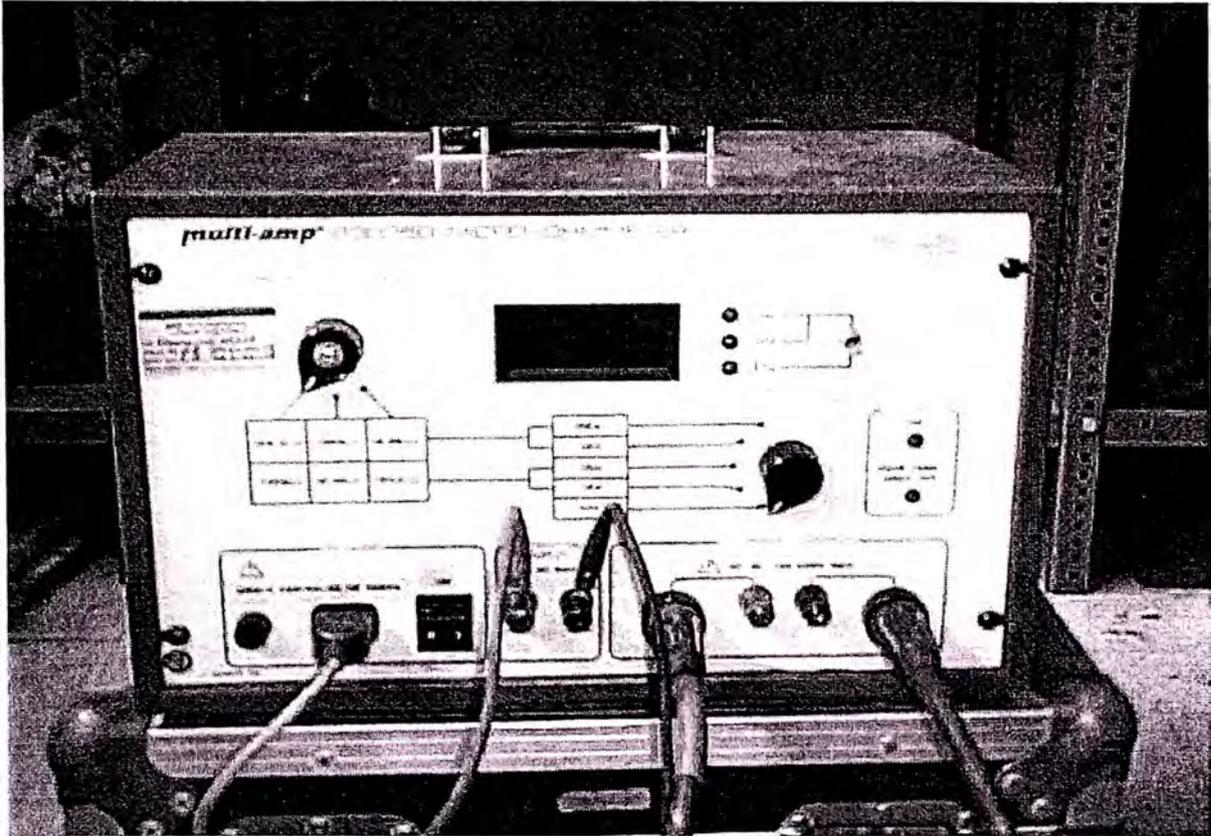
Foto 8.- Seccionador de barra 50 kV



Fuente de tensión y corriente para las pruebas del transformador de tensión y corriente.



Espinterometro para la medición de la rigidez dieléctrica del aceite del transformador de potencia.



Microhmimetro para la medición de la resistencia de contactos



Medidor de tiempos del interruptor de potencia



TTR equipo para la medición de la relación de transformación del transformador de potencia

BIBLIOGRAFÍA

1. José Raúl Martín - Diseño de Subestaciones Eléctricas
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MÉXICO S.A. - 1992
2. Jorge Linares Olguín – Curso Corto de Diseño de Subestaciones
Eléctricas de Alta Tensión – Asociación Electrotécnica Peruana - 1984
3. Carlos Felipe Ramírez - Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión
Editorial Cadena S.A. – 1991