

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



CAMBIO DE EQUIPOS DE PATIO EN LA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/60 kV PARA LAS NUEVAS CONDICIONES OPERATIVAS Y DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PRESENTADO POR:

MARIO QUISPE LAURA

**PROMOCIÓN
2001- II**

**LIMA – PERÚ
2012**

**CAMBIO DE EQUIPOS DE PATIO EN LA SUBESTACIÓN
SAN JUAN 220/60 kV PARA LAS NUEVAS CONDICIONES
OPERATIVAS Y DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA
ELÉCTRICO DE POTENCIA**

Dedico todo mi esfuerzo a mis queridos
padres, hermanos, a mi linda esposa
Rosa y a mi querida hija Fernanda que
son el motor de mi vida.

SUMARIO

El propósito de este informe es dar a conocer los trabajos que se realizaron en la Subestación San Juan 220/60 kV y describir la ejecución del proyecto en el patio de la Subestación como fue el montaje electromecánico y la puesta en servicio.

El presente informe detalla los criterios de diseños para los equipos que fueron utilizados en el patio de llaves en la Subestación San Juan los que fueron suministrados de acuerdo a los parámetros de diseño eléctrico.

Los equipos intervenidos son los interruptores de potencia, seccionadores de línea, seccionadores de barra, transformadores de corriente, trampa de onda, pararrayos, etc.

Además se realizaron reforzamiento de los sistemas de barras, adecuación de las estructuras y fundaciones.

Hoy en día debido al crecimiento del sistema eléctrico de potencia y del ingreso al sistema de nuevos proyectos de generación eléctrica, la Subestación San Juan requiere de su adecuación para resistir estos crecimientos.

La Subestación San Juan es una de las más grandes del país y la importancia que representa para el sistema eléctrico, obliga a dotarle de un alto índice de confiabilidad y seguridad.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 Objetivo	2
1.2 Antecedente	2
1.3 Alcance del proyecto	3
1.4 Normatividad aplicada	5
1.5 Limitaciones del trabajo	5
1.6 Tiempo de ejecución del proyecto	6
CAPÍTULO II	
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SUBESTACIÓN SAN JUAN	
2.1 Objetivo	7
2.2 Localización de la Subestación	7
2.3 Descripción física de la Subestación	8
2.4 Parámetros eléctricos de la Subestación	12
2.5 Características generales de los conductores de la Subestación	12
2.5.1 Descripción de los conductores y barras existentes de la Subestación 220 kV	12
2.5.2 Descripción de los conductores y barras existentes de la Subestación 60 kV	13
2.6 Sistema de servicios auxiliares	13
2.7 Condiciones climatológicas	16
CAPÍTULO III	
ESTUDIO DE DISEÑO DE LA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/60 kV	
3.1 Análisis de cortocircuito	17
3.2 Proyección de carga de la Subestación para 220 y 60 kV	19
3.2.1 Proyección de carga de la Subestación para 220 kV	19
3.2.2 Proyección de carga de la Subestación para 60 kV	20
3.3 Distancia de seguridad	20
3.3.1 Valor básico	20

3.3.2	Zona de seguridad	21
3.3.3	Longitud de campo	21

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS NUEVOS

INSTALADOS EN LA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/60 kV

4.1	Pararrayo 220 kV	24
4.1.1	Descripción del equipo	24
4.1.2	Uso de la puesta a tierra	24
4.1.3	Mantenimiento del equipo	24
4.1.4	Datos técnicos del equipo	25
4.2	Trampa de onda o Bobina de bloqueo	25
4.2.1	Descripción del equipo	25
4.2.2	Medición de la impedancia de la trampa de onda	26
4.2.3	Datos técnicos del equipo	27
4.2.4	Mantenimiento del equipo	27
4.3	Transformador de corriente 245 kV y 72.5 kV	28
4.3.1	Descripción del equipo	28
4.3.2	Mantenimiento del equipo	28
4.3.3	Datos técnicos del transformador de corriente 245 kV	30
4.3.4	Datos técnicos del transformador de corriente 72.5 kV	30
4.4	Seccionadores de línea, barra y cuchilla puesta a tierra	30
4.4.1	Descripción del equipo	30
4.4.2	Mecanismo de operación	31
4.4.3	Mantenimiento del equipo	31
4.4.4	Datos técnicos del seccionador 245 kV	32
4.4.5	Datos técnicos del seccionador 72.5 kV	33
4.4.6	Datos técnicos de la cuchilla de puesta a tierra 72.5 kV	34
4.5	Interruptores automáticos 245 kV y 72.5 kV	34
4.5.1	Descripción del equipo	35
4.5.2	Norma y disposiciones	35
4.5.3	Diseño del interruptor de potencia	35
4.5.4	Mantenimiento del equipo	35
4.5.5	Datos técnicos de los interruptores automáticos 245 kV	36

4.5.6	Datos técnicos de los interruptores automáticos 72.5 kV	37
4.6	Protocolos a los equipos de patio	37
4.7	Lista general de equipos de patio	38

CAPÍTULO V

ADECUACIÓN INTEGRAL Y LOS CAMBIOS DE AJUSTES DE LOS RELÉS DE LAS CELDAS EN LA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/60 kV.

5.1	Actualización del estudio de coordinación de la protección 2010 COES	40
5.2	Criterios para la revisión de ajustes de los relés	40
5.3	Adecuación integral de las celdas de la Subestación San Juan	41
5.3.1	Montaje Línea San Juan – Santa Rosa L-2010	41
5.3.2	Montaje Línea San Juan – Santa Rosa L-2011	41
5.3.3	Montaje Línea San Juan – Balnearios L-2012	42
5.3.4	Montaje Línea San Juan – Balnearios L-2013	43
5.3.5	Montaje Línea San Juan – Pomacocha L-2205	43
5.3.6	Montaje Línea San Juan – Pomacocha L-2206	44
5.3.7	Montaje Línea San Juan – Chilca L-2093	45
5.3.8	Montaje Línea San Juan – Chilca L-2094	45
5.3.9	Montaje Línea San Juan – Chilca L-2095	46
5.3.10	Montaje Nuevo Acoplamiento 220 kV	46
5.3.11	Montaje Transformador T1-261 220 kV	47
5.3.12	Montaje Transformador TR-2 (Luz del Sur)	48
5.3.13	Montaje en Banco de Capacitor BC-08	48
5.3.14	Montaje en Banco de Capacitor BC-09	49
5.3.15	Montaje en Banco de Capacitor BC-10	49
5.3.16	Montaje en Banco de Capacitor BC-11	50

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51

ANEXOS

ANEXO A	Ubicación Geográfica de la Subestación San Juan
ANEXO B	Diagrama Unifilar de la Subestación San Juan
ANEXO C	Protocolo de prueba Interruptor de Potencia
ANEXO D	Protocolo de prueba Transformador de Corriente
ANEXO E	Protocolo de prueba Seccionador
ANEXO F	Protocolo de prueba Pararrayo

BIBLIOGRAFÍA

PRÓLOGO

Una Subestación eléctrica es una parte importante del sistema eléctrico que se encarga de dirigir y transformar el flujo de la energía. Está compuesta por una serie de equipos eléctricos. El presente informe describe todo los trabajos realizados en el patio de llaves de la Subestación San Juan 220/60 kV. Estos trabajos se desarrollaron debido al incremento del nivel de cortocircuito por el crecimiento en las nuevas generaciones eléctricas en nuestro país, es por eso que se realizó el proyecto denominado “Ampliación N° 7 Adecuación Integral de la Subestación San Juan” y consiste en el cambio de la mayoría de equipos del patio de llaves de la Subestación San Juan para resistir el crecimiento eléctrico en nuestro país.

Este informe está compuesto de 5 capítulos

En el capítulo I, se realiza una introducción del proyecto desarrollado.

En el capítulo II, se describe las características generales de la Subestación San Juan existente antes de los cambios realizados.

En el capítulo III, se describe los estudios previos realizados para la ejecución del proyecto.

En el capítulo IV, se describe las características de los equipos nuevos instalados.

En el capítulo V, se describe la adecuación integral de la Subestación.

Finalmente se plantea las conclusiones y recomendaciones desarrolladas en el presente proyecto.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El presente capítulo permite describir los criterios previos para la realización del proyecto desarrollado en el patio de llaves de la Subestación San Juan. Ver Anexo A (ubicación geográfica de la Subestación San Juan).

1.2 Antecedentes

La empresa Red de Energía del Perú (REP) es una de las principales empresas privadas que asumió la concesión del sistema de transmisión eléctrica ETECEN-ETESUR desde el año 2002 cuya misión principal es de explotar, operar y efectuar el mantenimiento de la infraestructura eléctrica de los sistemas de transmisión que fue suscrita con el Estado Peruano por medio del Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

El contrato suscrito con el Estado Peruano es modificado mediante una minuta suscrita el año 2006 para la ampliación de las subestaciones en todo Perú.

La empresa concesionaria REP en el año 2008 presenta al MINEM el proyecto denominado “Plan de Expansión del Sistema de Transmisión de REP 2008 - 2016”, en cumplimiento de su Contrato de Concesión.

Mediante dicho plan se identificaron los proyectos que requiere el sistema de transmisión para los periodos 2008 - 2016.

El año 2010 fue suscrito el proyecto denominado “**Ampliación 7 Adecuación integral de la Subestación San Juan**”, el contrato de concesión entre el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y la empresa concesionaria.

Mediante Concurso Público, REP ha encargado a la empresa privada SIEMENS la ejecución de las obras necesarias para soportar los nuevos cambios de condiciones:

- Reforzamiento de barras
- Cambio de equipos de patio
- Adecuación de las estructuras
- Obras civiles

➤ Obras complementarias.

1.3 Alcance del proyecto

Para este proyecto denominado “**Ampliación 7 Adecuación integral de la Subestación San Juan**” los alcances del proyecto fueron los siguientes:

- a) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de cinco (05) interruptores de línea y transformación en 220 kV de las siguientes características:
 - Corriente nominal 2500 A
 - Poder de interrupción simétrica de 40 kA
- b) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de un (01) interruptor de acoplamiento en 220 kV de las siguientes características:
 - Corriente nominal 4000 A
 - Poder de interrupción simétrica de 40 kA.
- c) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de cuatro (04) interruptores en 60 kV para los Bancos de Capacitores de las siguientes características:
 - Corriente nominal 2000 A
 - Poder de interrupción simétrica de 40 kA.
- d) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de Veintiséis (26) Seccionadores de línea y barra en 220 kV de las siguientes características:
 - Corriente nominal de 2000 A
 - Corriente de cortocircuito simétrica de 40 kA.
- e) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de dos (02) Seccionadores de acoplamiento en 220 kV de las siguientes características:
 - Corriente nominal de 4000 A
 - Corriente de cortocircuito simétrica de 40 kA.
- f) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de cinco (05) Seccionadores en 60 kV de las siguientes características:
 - Corriente nominal de 2000 A
 - Corriente de cortocircuito simétrica de 40 kA.

- g) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de cuatro (04) cuchillas de tierra en 60 kV de las siguientes características:
- Corriente nominal de 2000 A
 - Corriente de cortocircuito simétrica de 40 kA
- h) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de veintiuno (21) transformadores de corriente en 220 Kv de las siguientes características:
- doble relación de transformación en el primario de 800/1600 a 1 A
 - corriente de cortocircuito de 40 kA.
- i) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de seis (6) transformadores de corriente en 220 Kv de las siguientes características:
- Doble relación de transformación en el primario de 1250/2500 a 1 A
 - Corriente de cortocircuito de 40 kA.
- j) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de tres (3) transformadores de corriente de acoplamiento 220 Kv de las siguientes características:
- Doble relación de transformación en el primario de 2000/4000 a 1 A
 - Corriente de cortocircuito de 40 kA.
- k) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de quince (15) transformadores de corriente en 60 kV de las siguientes características:
- Doble relación de transformación en el primario de 400/800 a 1 A
 - Corriente de cortocircuito de 40 kA.
- l) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de siete (07) trampas de onda en todas las celdas en 220 kV de las siguientes características:
- Capacidad de 2000 A
 - Corriente de cortocircuito de 40 kA.
- m) Suministro, ingeniería para integrar a la Subestación, montaje, pruebas y puesta en servicio de seis (06) pararrayos en 220 kV de las siguientes características:
- Nivel de tensión de 192 kV
 - Corriente nominal de descarga de 10 kA

- n) Otros suministros y trabajos realizados.
- Reforzamiento de los conductores de barras y acople.
 - Suministro y reemplazo de los conectores de los equipos a cambiar.
 - Diseño e implementación de las obras necesarias para evitar acercamientos entre de los conductores en las barras y en las celdas por el incremento del nivel de cortocircuito.
 - Reforzamiento de las estructuras metálicas de pórticos y equipos que sean necesarios.
 - Adecuación y reforzamiento de las fundaciones de pórticos y equipos que deban ser intervenidos previo análisis.
 - Diseño, suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio del cableado de fuerza y de control para el cambio de los equipos.

1.4 Normatividad aplicada

Los estudios, diseños y las especificaciones en el proyecto desarrollado se realizaron aplicando las normas IEC.

Para temas específicos, se aplicaron recomendaciones y/o guías de diseño elaboradas por entidades reconocidas internacionalmente tales como IEEE, CIGRE, ANSI.

En algunos casos se utilizaron recomendaciones de los fabricantes de equipos y/o prácticas de Ingenierías reconocidas.

En general se deberán tener en cuenta las siguientes normas y manuales:

- Código Eléctrico Nacional de los Estados Unidos (NEC).
- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)
- Criterios de ajuste y coordinación de los sistemas de protección del SEIN.
- Reglamento Nacional de Construcciones del Perú.
- Norma de Construcciones en Concreto Estructural ACI 318-99

1.5 Limitaciones del trabajo

Las limitaciones que se presentaron en el trabajo fue trabajar con la mayoría de equipos en servicios esto limitó la actividad de las maquinarias pesadas en los trabajos de reforzamiento de la fundación, desmontar equipos antiguos y montar los equipos nuevos con la barra energizada, la distracción de los trabajadores por los días laborados.

Se presentaron algunos daños a la Subestación como fue al retroceder un tractor se derrumbo un poste de alumbrado. Otro fue por desconocimiento de la ubicación de los cables de control y fuerza enterrado y empezar a escarbar con las máquinas y de un golpe

dejar sin señal a un seccionador y sala de mando correspondiente a Luz del Sur.

1.6 Tiempo de ejecución del trabajo

El plazo de ejecución del proyecto desarrollado tanto en obras civiles, electromecánicos y puesta en servicio fue de aproximadamente 16 meses. Las actividades que se realizaron fueron:

- Preliminares: Se necesito aproximadamente cuatro (4) meses.
- Ingeniería: Se necesito aproximadamente siete (7) meses.
- Suministro de equipos: Se necesito aproximadamente ocho (8) meses.
- Obras civiles: Se necesito aproximadamente nueve (9) meses.
- Montaje, pruebas y puesta en servicio: Se necesito ocho (8) meses.

CAPÍTULO II

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA SUBESTACIÓN SAN JUAN

2.1 Objetivo

En el presente capítulo se describe las principales características que presentaba la Subestación San Juan antes de los cambios físicos y eléctricos.

2.2 Localización de la Subestación

La Subestación San Juan se encuentra localizado en la Av. Pedro Miotta No. 421, en el Distrito San Juan de Miraflores, Provincia de Lima y Departamento de Lima. Está en la costa centro de Perú aproximadamente a una altura de 76 m.s.n.m. su Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) es 18L 8653018 Sur y 285293 Este, es de tipo Intemperie y fue puesta en servicio en el año 1973. (Véase Figura 2.1)

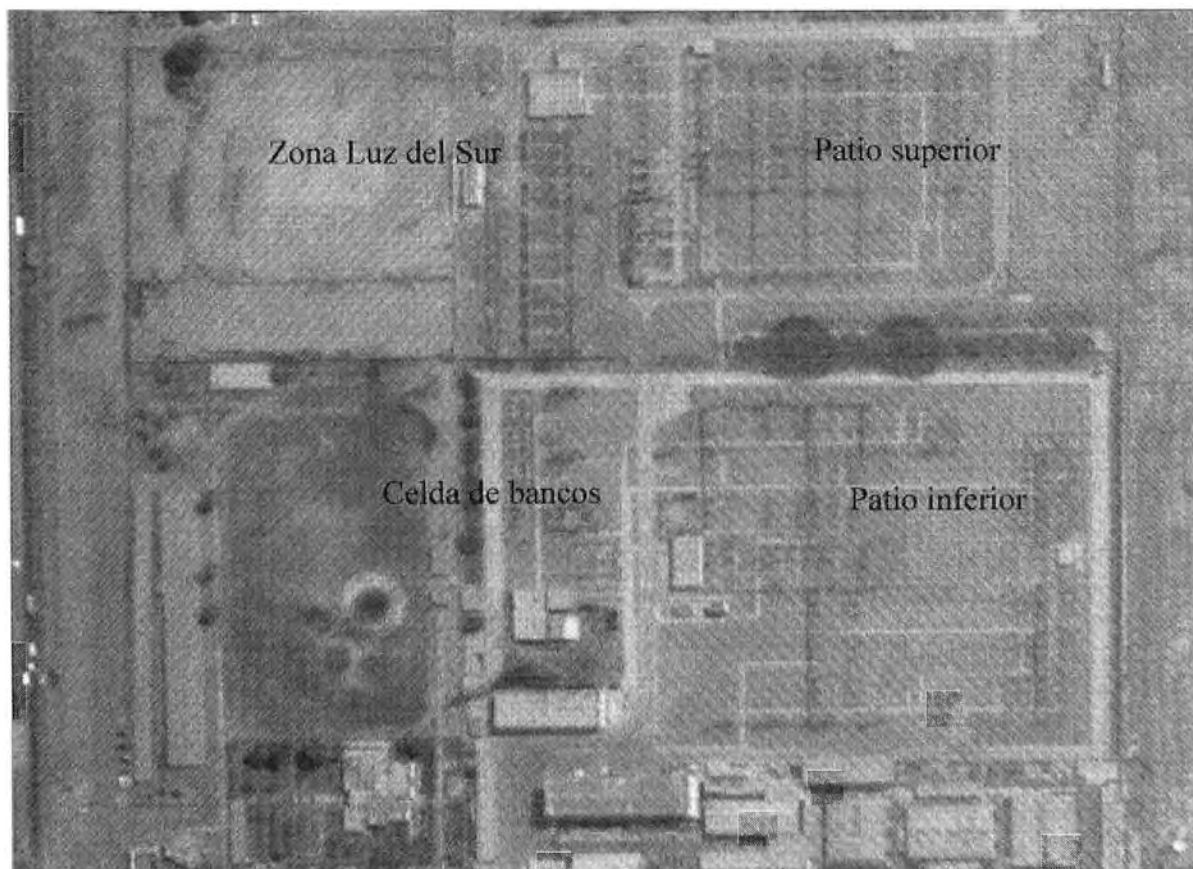


Figura 2.1 Vista aérea del patio de llaves de la S.E. SAN JUAN

CAPÍTULO II

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA SUBESTACIÓN SAN JUAN

2.1 Objetivo

En el presente capítulo se describe las principales características que presentaba la Subestación San Juan antes de los cambios físicos y eléctricos.

2.2 Localización de la Subestación

La Subestación San Juan se encuentra localizado en la Av. Pedro Miotta No. 421, en el Distrito San Juan de Miraflores, Provincia de Lima y Departamento de Lima. Está en la costa centro de Perú aproximadamente a una altura de 76 m.s.n.m. su Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) es 18L 8653018 Sur y 285293 Este, es de tipo Intemperie y fue puesta en servicio en el año 1973. (Véase Figura 2.1)



Figura 2.1 Vista aérea del patio de llaves de la S.E. SAN JUAN

2.3 Descripción física de la Subestación

La Subestación San Juan 220/60 kV es una Subestación de maniobra y transformación. Tiene una configuración de doble barra en 220 kV, simple barra en 60 kV y en 10 kV. La configuración en 220 kV es una gran ventaja, de esta forma se puede hacer mantenimiento a cualquier barra sin sacar de servicio ni alterar el sistema de protección. Además si falla una de las barras no interrumpe el servicio en ningún circuito, presentando así un alto índice de confiabilidad y seguridad por falla en las barras.

Internamente presenta un patio superior con dos casetas de campo que tienen el control de las líneas (L-2010, L-2011, L-2012 y L-2013) y un patio inferior con una caseta de campo que tiene el control a las líneas (L-2205, L-2206, L-2093, L-2094 y L-2095) además tiene un patio de bancos. (Véase Figura 2.2, Figura 2.3 y Figura 2.4).



Figura 2.2 Equipos en patio superior



Figura 2.3 Equipos en patio inferior



Figura 2.4 Equipos en patio de bancos

En las siguientes celdas fueron los que se desarrolló el proyecto (Véase Figura 2.5)

En 220 kV:

- Línea Santa Rosa (L-2010)
- Línea Santa Rosa (L-2011)
- Línea Balnearios (L-2012)
- Línea Balnearios (L-2013)
- Línea Pomacocha (L-2205)
- Línea Pomacocha (L-2206)
- Línea Chilca (L-2093)
- Línea Chilca (L-2094)
- Línea Chilca (L-2095)
- Transformador T1-261
- Transformador 2 (TR-2) (Luz del Sur)
- Campo de acoplamiento.

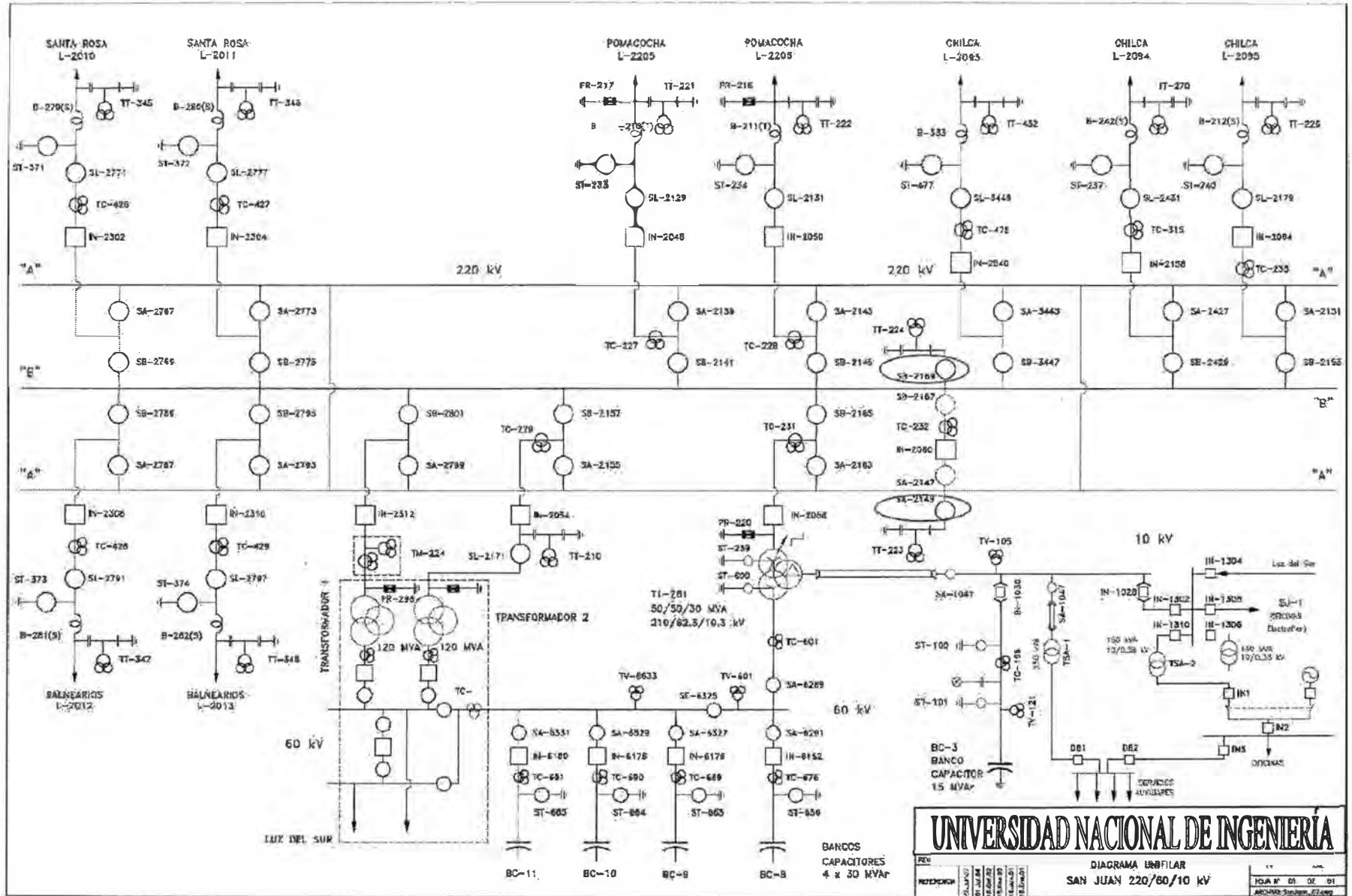
En 60 kV:

- Transformador T1-261
- Banco de condensadores (BC-8)
- Banco de condensadores (BC-9)
- Banco de condensadores (BC-10)
- Banco de condensadores (BC-11)

Además de las celdas que se realizaron en el proyecto dentro de la Subestación podemos encontrar algunas celdas pertenecientes a Luz del Sur.

- Línea Villa María (L-643).
- Línea Villa María (L-644).
- Transformador 1 (LUZ DEL SUR).
- Transformador TR-60/10 (LUZ DEL SUR).
- Línea Chorrillos (L-677) (LUZ DEL SUR).
- Línea Chorrillos (L-678) (LUZ DEL SUR).
- Línea Tren Eléctrico (L-720) (LUZ DEL SUR).
- Línea Atocongo (L-645) (LUZ DEL SUR).
- Línea Atocongo (L-646) (LUZ DEL SUR).
- Línea Pachacamac (L-620) (LUZ DEL SUR).
- Línea Villa el Salvador (L-619) (LUZ DEL SUR).

Figura 2.5 Diagrama Unifilar de la S.E. SAN JUAN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DIAGRAMA UNIFILAR
SAN JUAN 220/60/10 kV

REV	FECHA	ELABORADO	APROBADO
01	10/10/07	J. J. J. J.	J. J. J. J.
02	10/10/07	J. J. J. J.	J. J. J. J.
03	10/10/07	J. J. J. J.	J. J. J. J.
04	10/10/07	J. J. J. J.	J. J. J. J.
05	10/10/07	J. J. J. J.	J. J. J. J.

HOJA N° 01 DE 01
ARCHIVO: Sistema_072007

2.4 Parámetros eléctricos de la Subestación

En la Tabla N° 2.1 se muestra los parámetros generales para la Subestación San Juan.

Tabla N° 2.1 Parámetros Subestación San Juan 220/60 kV

PARÁMETRO	220 kV	60 kV
1) Frecuencia asignada, (Hz)	60	60
2) Puesta a tierra	Sólido	Sólido
3) Número de fases	3	3
4) Tensión asignada del equipo, (kV)	245	72,5
5) Tensión de operación del sistema (kV)	220	60
6) Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo, (kV)	1050	325
7) Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial, (kV)	460	140
8) Corriente de cortocircuito prevista, (kA)	40	40
9) Máxima duración admisible del cortocircuito, (s)	1	1
10) Distancia de fuga mínima, (mm/kV)		
* Zona con contaminación muy pesada	31	31
11) Tiempo normal de aclaración de la falla, (ms)	100	100
12) Tiempo de aclaración de la falla en respaldo, (ms)	300	300
13) Tiempo muerto del reenganche automático		
* Reenganche monopolar, (ms)	500	500
* Reenganche tripolar, (ms)	500	500
14) Identificación de fases	R, S, T	R, S, T

2.5 Características generales de los conductores de la Subestación

2.5.1 Descripción de los conductores y barras de la Subestación en 220 kV.

A continuación se indican los conductores con que actualmente cuenta la Subestación San Juan 220 kV:

- La barra A utiliza conductor Narcissus de 33,03 mm de diámetro y sección transversal de 645,3 mm². Emplea un haz de dos conductores por fase, la capacidad de cada uno de los conductores se de 1175 A.
- La barra B utiliza conductor Cowslip de 41,4 mm de diámetro y sección transversal de 1012 mm². Emplea un haz de dos conductores por fase, la capacidad de cada uno de los conductores es de 1540 A.
- En las derivaciones y conexiones de equipos, se utiliza el conductor Narcissus de 33,03 mm de diámetro y sección de 645,3 mm², el cual tiene una capacidad de 1175 A.

2.5.2 Descripción de los conductores y barras actuales en la compensación de 60 kV

A continuación se indican los conductores con que actualmente cuentan los bancos celdas de compensación BC-08, BC-09, BC-10 y BC-11 en la Subestación San Juan 60 kV:

- En las barras de conexión de la compensación de 60 kV, se utilizan dos conductores por fase AAC de sección transversal 491 mm² y 28,56 mm de diámetro, la capacidad de cada uno de los conductores se de 985 A.
- En las conexiones de equipos de compensación de 60 kV, se utiliza el conductor AAC de sección transversal 491 mm² y 28,56 mm de diámetro. Este conductor tiene una capacidad de corriente de 985 A.

En la Tabla 2.2 se indica el resumen de la barra y conductor de la Subestación.

Tabla 2.2 Resumen de los conductores

Subestación	Barraje	Conductor	Diámetro	Sección	N° de conductor/fase	Capacidad de barraje
			(mm)	(mm ²)		(A)
San Juan	Barra A	Narcissus	33.03	645.3	2	2350
	Barra B	Cowslip	41.4	1012	2	3080
	Acople	Narcissus	33.03	645.3	2	2350
	Derivaciones	Narcissus	33.03	645.3	1	1175
	Compensación	AAC	28.55	491	2	1970
	Compensación	AAC	28.55	491	1	985

2.6 Sistema de servicios auxiliares

Los servicios auxiliares comprenden los sistemas de iluminación interior y exterior, alumbrado de emergencia, extractores de aire, etc. Estos servicios auxiliares de corriente alterna cuenta con la alimentación de dos transformadores, uno de 250 kVA y otro de 150 kVA de 10/0,380-0,22 kV; adicionalmente un circuito de 10 kV propiedad de Luz del Sur, que es compartido con las empresas localizadas en San Juan, y un grupo electrógeno 380/220 Vac. Los servicios auxiliares de corriente continúa están conformados por bancos de baterías de 220 Vcc y 48 Vcc. (Véase Figura 2.6, Figura 2.7, Figura 2.8 y Figura 2.9)

Según la Subestación San Juan están distribuidas

Sistema de C.A. 380/220 V, (3 fases- cuatro hilos)

- Margen de tensión, (%) 85-110
- Frecuencia asignada, (Hz) 60

Sistema de C.C. 220 V

- Tensión asignada, (V) 220
- Margen de tensión, (%) 85-110

Sistema de C.C. 48 V (Solo para Telecomunicaciones)

- Tensión asignada, (V) 48
- Margen de tensión, (%) 85-110



Figura 2.6 Servicio auxiliar ubicado en sala de mando

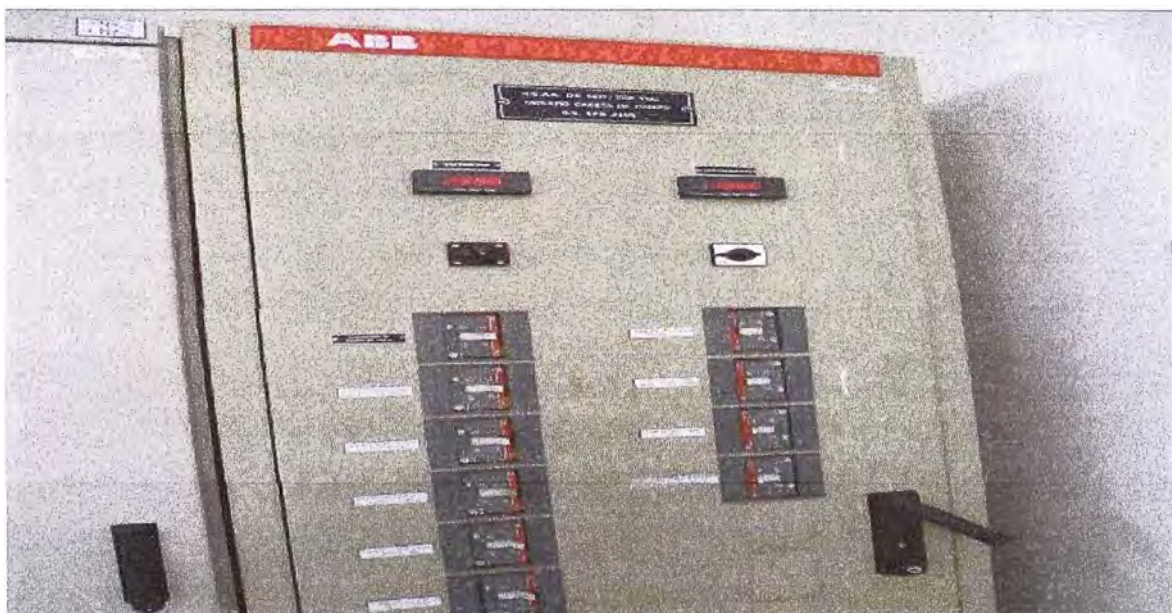


Figura 2.7 Servicio auxiliar ubicado caseta de campo en patio inferior



Figura 2.8 Servicio auxiliar ubicado caseta de campo en patio superior



Figura 2.9 Banco de baterías

2.7 Condición climatológico

En la Tabla N° 2.3 se muestra las condiciones climatológicas que son las siguientes:

Tabla N° 2.3 Condiciones climatológicas

DESCRIPCIÓN	SAN JUAN
Altura (msnm)	76
Temperatura Mínima (°C)	17,6
Temperatura Media Anual (°C)	20,2
Temperatura Máxima (°C)	30
Humedad Relativa (%)	99
Nivel Ceráunico (Descargas/km ² /año)	0-5
Mapa de niveles isoceráunicos del Perú del ingeniero J. Yanque	
Velocidad Viento Máximo (km/h)	90

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE DISEÑO DE LA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/60 kV

3.1 Análisis de cortocircuito

El análisis de cortocircuito tiene como objetivo determinar las corrientes máximas de falla en operación normal de la red.

Para el cálculo de las máximas corrientes de cortocircuito que se pueden producir en la Subestación San Juan, se han simulado fallas trifásicas, bifásicas y monofásicas en barras de esta Subestación.

Se utilizó la base de datos del plan de expansión de REP, la cual contiene escenarios de demanda optimista hasta el año 2019

Se considera como caso crítico para la determinación de las máximas corrientes de cortocircuito, la operación de las unidades de generación asociada o próxima a la Subestación San Juan, por ello se consideró lo siguiente:

El reporte de generación en la zona de Lima considerada para los años 2011, 2015 y 2019 se muestra en la siguiente Tabla 3.1 y Tabla 3.2.

Tabla N° 3.1 Generación en Lima

Área	Unidad	Potencia Despachada 2011	Potencia Despachada 2015	Potencia Despachada 2019
Ventanilla	Ventan G3	150	152	152
	Ventan G4	150	153	153
	Ventan TV	172	175	175
	SRosa G5	30	50	50
	SRosa G6	30	50	50
	SRosa G7	100	120	120
	SRosa TG8	150	180	180
	Huin G1	42	43	43
	Huin G2	42	43	43
	Huin G3	42	43	43
	Huin G4	42	43	43
	CC-Centro	---	510	510

Tabla N° 3.2 Generación en Lima

Área	Unidad	Potencia Despachada 2011	Potencia Despachada 2015	Potencia Despachada 2019
Chilca	TV1 CC ENERSUR	---	200	200
	TV1 CC KALLPA	---	200	200
	Enersur G1	175	174	174
	Enersur G2	174	174	174
	Enersur G3	194	174	174
	Kallpa G1	174	175	175
	Kallpa G2	190	177	177
	Kallpa G3	190	180	180
	Las Flores TG1	195	180	180
	Las Flores TG2	---	180	180
	Las Flores TV	---	160	160
	Plata_G1	60	86	86
	Plata_G2	60	86	86
Huanza	HUANZA G1	---	31.3	31.3
	HUANZA G2	---	31.3	31.3
Cheves	Cheves_G1	---	76	76
	Cheves_G2	---	76	76

Se consideró cerrado el acoplamiento de barras en el nivel de 220kV.

- Resistencia de falla: 0 ohm.
- Escenario: Máxima generación Lima 2019, 2015 y 2011.
- Herramienta de cálculo: DigSILENT Power Factory V.14
- Método de cálculo: IEC 60909 “Cálculo de corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos A.C.”

Con los datos planteados anteriormente se puede realizar los cálculos para determinar por etapa de acuerdo a la potencia que se despacha las máximas corrientes de cortocircuito en la barra (véase Tabla 3.3, Tabla 3.4 y Tabla 3.5)

Tabla 3.3 Máximas corrientes de cortocircuito en Barras año 2019 - SE San Juan.

SUBESTACIÓN SAN JUAN	Corrientes de cortocircuito 2019					
	3F		2F		1F	
	Sk	Ik	Sk	Ik	Sk	Ik
	MVA	kA	MVA	kA	MVA	kA
	11328.39	29.74	3237.63	25.49	4474.78	35.23

Tabla 3.4 Máximas corrientes de cortocircuito en Barras año 2015 - SE San Juan.

SUBESTACIÓN SAN JUAN	Corrientes de cortocircuito 2015					
	3F		2F		1F	
	Sk	Ik	Sk	Ik	Sk	Ik
	MVA	kA	MVA	kA	MVA	kA
	10898.36	28.60	3080.58	24.25	4292.34	33.79

Tabla 3.5 Máximas corrientes de cortocircuito en Barras año 2011 - SE San Juan.

SUBESTACIÓN SAN JUAN	Corrientes de cortocircuito 2011					
	3F		2F		1F	
	Sk	Ik	Sk	Ik	Sk	Ik
	MVA	kA	MVA	kA	MVA	kA
	9671.10	25.38	2757.34	21.71	3381.5	26.62

3.2 Proyección de carga de la Subestación para 220 y 60 kV

3.2.1 Proyección de carga de la Subestación para 220 kV

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Estudio de Flujo de Carga, en la Tabla 3.6 se muestran los valores para la carga de las barras de la Subestación San Juan 220 kV

Tabla 3.6 Corrientes para el diseño de barras

Casos	Demanda máxima 2019			
	Barra A	Barra B	Barra A	Barra B
Criterio 1: I _{max} en barra - operación con contingencia	3130 A	4190 A	133%	136%
Criterio 2: I _{max} en barra - operación normal	2300 A	3100 A	98%	101%

Con el criterio de verificación de operación en contingencia se prevé que en la Subestación San Juan la Barra A que posee en la actualidad se excederá en un 33% de su capacidad nominal.

Con el criterio de verificación de operación en contingencia, se prevé que en la Subestación San Juan, la Barra B que posee en la actualidad se excederá en un 36% de su capacidad nominal.

De acuerdo con criterios anteriores desarrollados, se repotenció las barras A y B de la Subestación San Juan 220 kV.

3.2.2 Proyección de carga de la Subestación para 60 kV

Teniendo en cuenta que el alcance del proyecto en 60 kV corresponde al cambio de equipos de las compensaciones del BC-8 a BC-11, la máxima carga a conectar a la barra de la compensación se muestra en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Corrientes para el diseño de barras de compensación

CARGA	Demanda	
	Potencia	Corriente (A)
Compensación BC-8	30 MVAR	288,7
Compensación BC-9	30 MVAR	288,7
Compensación BC-10	30 MVAR	288,7
Compensación BC-11	30 MVAR	288,7
Transformador T1-261	50 MVA	481,1

Considerando la suma algebraica de la corriente demandada por la barra de la compensación, se tiene que la corriente máxima a demandar por la barra de la compensación sería 1635,9 A.

De acuerdo con lo anterior, no se repotenció la barra de 60 kV de la compensación de la Subestación San Juan.

3.3 Distancia de seguridad

Corresponden a las separaciones mínimas que deben mantenerse en el aire entre partes energizadas de equipos y tierra, o en equipos sobre los cuales es necesario realizar un trabajo.

Las distancias de seguridad son el resultado de sumar los siguientes valores:

- Un valor básico relacionado con el nivel de aislamiento, el cual determina una “zona de guarda” alrededor de las partes energizadas.
- Un valor que es función de movimientos del personal de mantenimiento así como del tipo de trabajo y la maquinaria usada. Esto determina una zona de seguridad dentro de la cual queda eliminado cualquier peligro relacionado con acercamientos eléctricos.

3.3.1 Valor básico (VB)

El valor básico corresponde a la distancia mínima fase-tierra en el aire, adoptada para el diseño de la Subestación de acuerdo con lo establecido en las publicaciones IEC 60071-1 [1] y IEC 60071-2 [2], para garantizar el espaciamiento adecuado que prevenga el riesgo de flameo aún bajo las condiciones más desfavorables.

Para los equipos conectados al interior de la Subestación a 220 kV se debe de tener una

distancia mínima de 2100 mm correspondiente a un BIL de 1050 kV. Por otra parte para el nivel de tensión de 60 kV se debe de tener una distancia mínima de 630 mm correspondiente a un BIL de 325 kV.

El valor básico se calcula incrementando el valor de la distancia mínima fase-tierra en un porcentaje comprendido entre el 5% y el 10 % como factor de seguridad.

$$VB = 1,05 \times d_{\min}$$

Dónde:

VB: Valor básico [mm]

d_{\min} : Distancia mínima fase-tierra [mm]

$$VB_{220} = 1,05 \times d_{\min} = 1,05 \times 2100 \text{ mm} = 2205 \text{ mm}$$

$$VB_{60} = 1,05 \times d_{\min} = 1,05 \times 630 \text{ mm} = 662 \text{ mm}$$

3.3.2 Zona de seguridad

Las dimensiones de esta zona de seguridad se definen adicionando al valor básico, un valor promedio de la altura del personal de mantenimiento y la naturaleza del trabajo a realizar sobre los equipos, incluyendo los requerimientos de movimiento y acceso al lugar. Estas distancias están basadas en las dimensiones medias de una persona en condiciones de trabajo.

3.3.3 Longitud del campo

Está determinada por la configuración de la Subestación y por las distancias entre los diferentes equipos. Esta distancia se define básicamente por razones de mantenimiento, montaje y estética. Las distancias adoptadas entre los equipos de patio a 220 kV se muestran en la Tabla 3.8 y en la Tabla 3.9 se muestran los equipos de patio a 60 kV.

Tabla 3.8 Distancia típicas y existentes entre equipos de patio 220 kV

Equipos	Distancia típicas (mm)	Distancia existente (mm)
	Para $U_m = 245 \text{ kV}$	Para $U_m = 245 \text{ kV}$
Interruptor y transformador de instrumentación	3500-4500	3800
Transformador de corriente y seccionador	4000	3800
Transformador de tensión y seccionador	4000	5500
Seccionador y seccionador	6000	4360

Tabla 3.9 Distancia típicas y existentes entre equipos de patio 60 kV

Equipos	Distancia típicas (mm)	Distancia existente (mm)
	Para Um = 72.5 kV	Para Um = 72.5 kV
Interruptor y transformador de instrumentación	1500	2000
Transformador de corriente y seccionador	2000	2000
Transformador de tensión y seccionador	2000	3750
Seccionador y seccionador	2000	2500

En la Tabla 3.10 se presenta el resumen de las distancias de seguridad y el dimensionamiento adoptado para el diseño de la Subestación en 220 kV.

Tabla 3.10 Distancia seguridad para verificación en 220 kV

DESCRIPCIÓN		Distancia (mm) 220 kV	
		Calculada	Existente
Distancia mínima fase a tierra			
Conductor -estructura		1900	1900
Varilla- estructura		2100	2100
Valor Básico		2205	2205
Distancia mínima fase a fase			
Equipo a la entrada de la línea		2100	4000
Otros equipos		2100	4000
Altura entre el piso y la parte inferior de la porcelana del equipo equipo.		2300	2300
Circulación de personal		4505	4600
Movimiento de vehículos, vía mantenimiento (ancho x alto)		3000x3000	3000x3000
Movimiento de vehículos, vía perimetral (ancho x alto)		3000x3000	3000x3000
Separación entre fases en barras		3341	4000
Separación entre fases en templas		-	4000
Separación entre fases en equipos		-	4000
Ancho de barras		13200	16000
Ancho de campo	En templas	14250	1500
	En estructura adyacente a seccionador	14039	
	En estructura adyacente a trampa de onda	13200	
Alturas de campo	Primer nivel	4505	5200
	Segundo nivel	8995	12000
	Tercer nivel	16335	17000

En la Tabla 3.11 se presenta el resumen de las distancias de seguridad y el dimensionamiento adoptado para el diseño de la Subestación en 60 kV.

Tabla 3.11 Distancia seguridad para verificación en 60 kV

DESCRIPCIÓN		Distancia (mm) 220 kV	
		Calculada	Existente
Distancia mínima fase a tierra			
Conductor -estructura		630	630
Varilla- estructura		630	630
Valor Básico		662	662
Distancia mínima fase a fase			
Equipo a la entrada de la línea		630	1500
Otros equipos		630	1500
Altura entre el piso y la parte inferior de la porcelana del equipo equipo.		3000	3000
Circulación de personal		2962	3000
Movimiento de vehículos, vía mantenimiento (ancho x alto)		3000x3000	3000x3000
Movimiento de vehículos, vía perimetral (ancho x alto)		3000x3000	3000x3000
Separación entre fases en barras		1396	2000
Separación entre fases en templas		-	1500
Separación entre fases en equipos		-	1500
Ancho de barras		6074	8000
Ancho de campo	En templas	6405	8000
	En estructura adyacente a seccionador	6560	
Alturas de campo	Primer nivel	2962	3000
	Segundo nivel	4418	7850
	Tercer nivel	9268	10350

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS NUEVOS INSTALADOS EN LA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/60 kV

4.1 Pararrayos 220 kV

Estos dispositivos eléctricos protegen a la Subestación de sobretensiones originada por descargas atmosféricas y de maniobra.

4.1.1 Descripción del equipo

Los elementos activos del pararrayo son resistencia de óxidos metálicos. Dichas resistencias están dispuestas en una columna y montada en una envolvente de porcelana hermética cerrada.

Las bridas con tobera para desviación de gases se construyen de aleación de metal ligero, resistencias al medio ambiente, y se une con la cubierta de porcelana. Membrana metálica resistentes a la corrosión y cierres resistentes a los efectos del clima y al ozono garantizan hermeticidad durante muchos años.

En caso de sobrecarga, estos puntos se rompen cuando la presión corresponde al 20% de la resistencia de la cubierta de porcelana. Por la forma que tienen estas toberas, los chorros de gas se dirigen uno contra otro, de manera que el arco permanece en el exterior de la cubierta de porcelana hasta la desconexión de la línea.

Las resistencias de óxido metálico tiene una características que difieren mucho de la lineal, es decir su característica $I - V$ es muy curva, de manera que por debajo de una determinada tensión solo circula una pequeña corriente de fuga por el pararrayos.

4.1.2 Uso de la puesta a tierra

Para garantizar el buen funcionamiento del pararrayo y la protección óptima debe tener una buena puesta a tierra. La unión con tierra se establecerá teniendo en cuenta que el trazado de la línea debe ser lo más corto y recto posible, considerando la sección mínima necesaria para reducir el nivel de protección del pararrayos.

4.1.3 Mantenimiento del equipo

Estos pararrayos no requieren de mantenimiento regular salvo la limpieza exterior de la

porcelana.

La supervisión se limitará a lo siguiente:

- Lectura del contador
- Comprobación del explosor de control
- Comprobación de escape de gases.
- Comprobación del grado de ensuciamiento de las cubiertas de porcelana.

4.1.4 Datos técnicos del equipo

En la Tabla N° 4.1 se muestra las características técnicas del pararrayo instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.1 Datos técnicos del pararrayo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
1	Marca	SIEMENS
2	Modelo	3EP3-192-2PH32-2NZ1
3	Norma	IEC 60099-4
4	Tipo de ejecución	Exterior
5	Tipo	Óxido metálico
6	Altura de instalación sobre el nivel del mar	<1000 m
7	Frecuencia asignada (fr)	60 Hz
8	Tensión asignada (Ur)	192 kV
9	Tensión continua de operación (Uc)	154 kV
10	Corriente de descarga asignada (In)	10 kA
11	Corriente asignada del dispositivo de alivio de presión	65 kA
12	Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	245/460/1050 kV
13	Clase de descarga de línea	3
14	Capacidad mínima de disipación de energía	8 kJ/kV
15	Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV

4.2 Trampa de onda o Bobina de bloqueo

Estos dispositivos permiten bloquear las señales transportadas en la portadora.

4.2.1 Descripción del equipo

A continuación se detalla los componentes de la trampa de onda:

- Arañas parte superior e inferior, que viene a ser una barra de aluminio con borde

circular soldada en un centro de aluminio formando una rueda como estructura en ambos finales de la trampa de onda. Son utilizados para la terminación del devanado y para la sujeción mecánica de la trampa de onda.

- Devanados, el conductor de aluminio está aislado y enrollado helicoidalmente y separados una de otras por ductos de aire.
- Terminales, un brazo extendido de la araña completo con los barrernos perforado.
- Paquete de sintonía pueden ser fijos o ajustados en el campo
- Apartarrayo sirve para proteger los componentes de sintonía contra la exposición de sobre voltaje transitorio

4.2.2 Medición de la impedancia de la trampa de onda

Es necesario verificar las características de impedancia de una trampa de onda.

Si un puente no está disponible las mediciones en sitio pueden ser realizadas utilizando uno de los circuitos mostrados.

- **Circuito 1** esta medición de prueba se realiza antes de la instalación de la trampa de onda como indica la Figura. 4.1

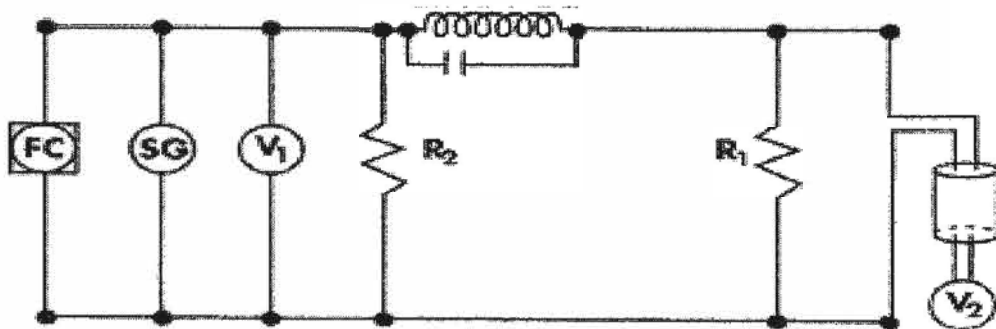


Figura 4.1 Circuito 1

- **Circuito 2** esta medición de prueba se realiza después de la instalación de la trampa de onda como indica la Figura. 4.2

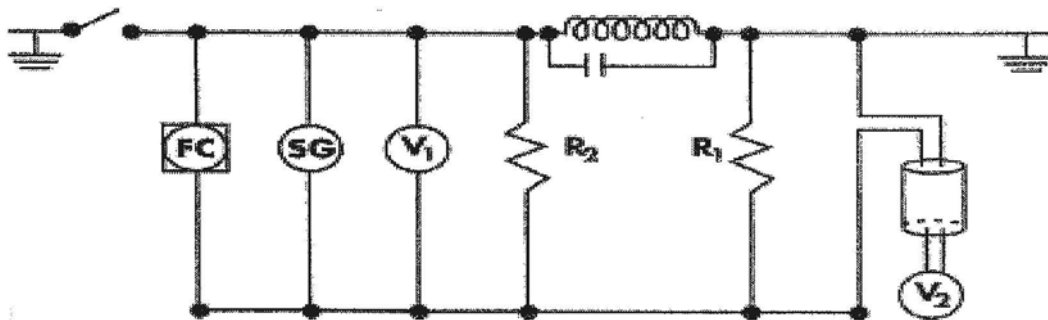


Figura 4.2 Circuito 2

Donde:

FC: contador de frecuencia

SG: generador de señal

V1: voltímetro

V2: voltímetro selectivo

R1=10 Ω (no inductivo)

R2= 50- 100 Ω

La impedancia de la trampa de onda se calcula mediante la ecuación 4. 1:

$$Z_{LT} = \left(\frac{V1}{V2} R1 \right) - R1 \quad (4.1)$$

4.2.3 Datos técnicos del equipo

En la Tabla N° 4.2 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.2 Datos técnicos de la Trampa de onda

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	TRENCH
Modelo	L2000-0500-P-040-1
Norma	IEC 60353
Frecuencia	60 Hz
Corriente nominal	2000 A
Corriente de cortocircuito trifásico	40 kA
Inductancia Nominal (Lp)	0.5 mH
Ancho de banda	115-500 kHz
Frecuencia propia de resonancia	>500 kHz
Factor Q a 100 kHz	>30 dB
Resistencia mínima de bloqueo Zb	400 Ω
Perdidas de inserción At	< 2, 6dB
Dispositivo de protección	
a) Tensión asignada del pararrayos	9 kV
b) Tensión de prueba para 5 segundos	10.8 kV
c) Corriente asignada de descarga	10 kA

4.2.4 Mantenimiento del equipo

Generalmente estas trampas de onda son consideradas libres de mantenimiento. Durante la operación normal, las trampas de onda experimentaran niveles mínimos de expansión y contracción debido a fluctuaciones en las temperaturas de operación y medio ambiente.

Lo que se deben realizadas durante los intervalos regulares de mantenimiento preventivo de la Subestación.

- Verificar la superficie final de la trampa de onda por si existe deterioro debido a la exposición prolongada a condiciones de ambientes severos.
- Verificar de que estén limpias los aisladores.
- Verificar si existen terminales de cables rotos o amarres de fibra de vidrio dañado.
- Verifique los paquetes de sintonía y el apartarrayos si en caso exista daño físico
- La limpieza se realiza con agua limpia a baja presión.

4.3 Transformador de corriente 245 kV y 72.5 kV

Los transformadores de corriente son usados para realizar mediciones de corriente en el sistema eléctrico. En la Subestación San Juan de acuerdo a la característica se han considerado transformador de corriente de 245 kV y 72.5 kV

4.3.1 Descripción del equipo

Un transformador como se describe aquí se compone de un transformador toroidal de corriente integrada en la cabeza.

Todos los transformadores están herméticamente cerrados y utilizan el aceite de papel aislante. Los cambios en el volumen de aceite debido a las variaciones de temperatura son alojados por el fuelle de acero inoxidable o de células de expansión.

➤ Terminales primarios

Las conexiones principales están situadas en la cabeza del transformador. Estos están configurados para el orden y adaptados a los requerimientos de la instalación específica. El diagrama esquemático del transformador indica cómo la relación de reducción se puede cambiar en unidades que tienen esta capacidad.

➤ Terminales secundarios

Los terminales del secundario se encuentran en el cuadro de salpicaduras terminal de prueba en la base del transformador. El dibujo esquemático indica el etiquetado de los terminales.

4.3.2 Mantenimiento del equipo

➤ Material auxiliar

Poner en contacto con grasa para terminales primarios y reconexión primaria.

➤ Mantenimiento

En virtud del diseño apropiado eléctrica y mecánica y la completa exclusión de aire, el transformador de corriente dará servicio sin problemas durante un período prolongado de tiempo sin necesidad de mantenimiento.

➤ **Recomendaciones de diagnóstico**

Recomendamos que la siguiente lista de control se emplee al inspeccionar el transformador de corriente.

El envejecimiento natural del material, sobrecarga eléctrica o fuerzas mecánicas pueden conducir a una situación que tiene que ser puesto fuera de servicio.

4.3.3 Datos técnicos del Transformador de corriente 245 kV

En la Tabla N° 4.3 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.3 Datos técnicos del transformador de corriente 245 kV

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	TRENCH SIEMENS
Modelo	IOSK 245
Norma	IEC 60044-1
Frecuencia	60 Hz
Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV
Corriente nominal primaria	900/1600/2500/4000 A
Corriente cortocircuito	40 kA
Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	245/460/1050 kV
Clase precisión	0,2S
Carga de precisión	10 VA
Relación de transformación de celdas de línea y transformación	300-600-900/1 800-1600/1 1250-2500/1
Relación de transformación para la cual se debe cumplir la precisión	300/1, 900/1 800/1, 1600/1 1250/1, 2500/1
Relación de transformación celda de acople	2000-4000/1
Relación de transformación para la cual se debe cumplir la precisión	2000/1 4000/1
Clase precisión	5P20
Potencia por cada núcleo	30 VA

4.3.4 Datos técnicos del Transformador de corriente 72.5 kV

En la Tabla N° 4.4 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.4 Datos técnicos del transformador de corriente 72.5 kV

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	TRENCH SIEMENS
Modelo	IOSK 72.5
Norma	IEC 60044-1
Frecuencia	60 Hz
Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV
Corriente nominal primaria	800 A
Corriente cortocircuito	40 kA
Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	72,5/140/325 kV
Clase precisión	0,2S
Carga de precisión	10 VA
Relación de transformación celdas de línea y transformación	400-800/1
Relación de transformación para la cual se debe cumplir la precisión	400/1 800/1
Factor de seguridad	≤ 10
Clase precisión	5P20
Potencia por cada núcleo	15 VA
Relación X/R del sistema	10

4.4 Seccionadores de línea, barra y cuchilla puesta a tierra

Una de las principales funciones es aislar los componentes del sistema.

4.4.1 Descripción del equipo

Este seccionador que se ha utilizado es de doble apertura que consiste de 3 polos. Cada polo está compuesto por un chasis, donde dos aisladores soporta a ambos extremos y el aislador del centro es rotatorio, en el cual está montada la cuchilla principal.

- El chasis se fabrica de un perfil cuadrado donde se instalan en el centro la carcasa de rodamiento y el plato rotativo esta soportado sobre rodamientos. La carcasa de rodamiento está sellada y llena con grasa y a fin de garantizar una larga duración. Todas las partes de acero del seccionador están galvanizadas en caliente.

La cuchilla principal consiste de dos contactos fijos, montados en los aisladores soportes, y un brazo móvil montado en el aislador rotatorio. Los contactos principales están instalados en el interior de la cuchilla principal. Los mismos están hechos de cobre y su superficie plateada. Cada dedo de contacto está provisto de resortes de acero inoxidable para asegurar una presión confiable de contacto. Los contactos son auto limpiantes, lo cual permite que los seccionadores puedan ser instalados en áreas de extremas condiciones climáticas. Dependiendo de los niveles de tensión, se proveen pantallas anti corona.

La cuchilla de puesta a tierra son equipados e instaladas al lado derecho y/o izquierdo. Consiste de un tubo de aluminio, provisto con contactos plateados a ambos extremos.

4.4.2 Mecanismo de operación

Los seccionadores y/o cuchillas de puesta a tierra pueden ser operados en forma monopolar o tripolar mediante un mecanismo con motor o manual. En caso que se utilice solo un mecanismo para la operación de los tres polos, los polos son interconectados mediante barras de acoplamiento ajustable.

El mecanismo de operación también contiene contactos auxiliares para indicar la posición.

4.4.3 Mantenimiento del equipo

Antes de comenzar el trabajo de mantenimiento todas las precauciones de seguridad. Asegurar que esté desconectado de toda fuente de energía eléctrica. Asegurar que el mecanismo de la unidad debe está cerrado y asegurada y la fuente de alimentación para la unidad de motor se interrumpe. Los cables de tierra o del equivalente deben estar unidos en ambos lados en el equipo.

Los seccionadores y cuchillas de puesta a tierra suministrados en este proyecto están diseñados de tal forma para asegurar que son virtualmente libres de mantenimiento. Sin embargo, para garantizar un período de operación prolongado y libre de fallo, se recomienda inspeccionar el equipo cada 5 años o después de por lo menos cada 20 operaciones. Dependiendo del medio ambiente atmosférico de inspección en condiciones más corto o más largo de intervalos puede ser necesaria. Durante el mantenimiento periódico las acciones que se llevarán a cabo son:

- Limpieza del pasador de contacto de arco el contacto de arco fijo.
- La inspección visual.
- El pasador de contacto de arco debe ser reemplazado cuando la superficie de

contacto muestra marcas severas de erosión de los contactos.

- Se debe comprobar que los pernos, tuercas, arandelas y conectores de terminales están en su lugar y en buenas condiciones.
- Inspeccionar y revisar todos los enclavamientos de seguridad y verificar que funcione adecuadamente.
- Accionar el interruptor de puesta a tierra de forma manual por lo menos 5 veces para un funcionamiento suave.

4.4.4 Datos técnicos del seccionador 245 kV

En la Tabla N° 4.5 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.5 Datos técnicos del seccionador 245 kV

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	HAPAM B.V.
Modelo	SSBII-245 SSBBII-AM-245
Montaje	Horizontal
Tipo	Apertura Central
Norma	IEC 62271-102
Numero de polos	3
Frecuencia asignada	60 Hz
Altura de instalación sobre el nivel del mar	<1000 m
Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV
Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	245/460/1050 kV
Tensiones sobre distancia de seccionamiento: Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	460/1050 kV
Corriente Asignada en servicio continuo	2000/4000 A
Corriente de cortocircuito soportada I_k	40 kA
Corriente pico soportada I_p	100 kA Pico
Duración de cortocircuito t_k	1 s
Tensión auxiliar de control de cierre y apertura	220 Vcc
Tensión auxiliar mecanismo de operación	220Vcc/220 Vac

Estos seccionadores de 220 kV se reemplazaron en la mayoría de las líneas.

4.4.5 Datos técnicos del seccionador 72.5 kV

En la Tabla N° 4.6 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.6 Datos técnicos del seccionador 72.5 kV

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	HAPAM B.V.
Modelo	SSBII-72.5
Montaje	Horizontal
Tipo	Apertura Central
Norma	IEC 62271-102
Numero de polos	3
Instalación	Exterior
Frecuencia asignada	60 Hz
Altura de instalación sobre el nivel del mar	<1000 m
Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV
Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	72.5/140/325 kV
Tensiones sobre distancia de seccionamiento: Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	140/325 kV
Corriente Asignada en servicio continuo	1250 A
Corriente de cortocircuito soportada I_k	40 kA
Corriente pico soportada I_p	100 kA pico
Duración de cortocircuito t_k	1 s
Maniobras Mecánicas del seccionador	Clase M2
Mecanismo de operación	Motorizado
Clase de seccionador de puesta a tierra	B
Tensión auxiliar de control de cierre y apertura	220 Vcc
Tensión auxiliar mecanismo de operación	220Vcc/220Vac

Según las indicaciones de la norma IEC 62271-102 son:

- Controlar todos los contactos para la alineación.
- Revisar todas las uniones atornilladas que estén bien apretados.
- Comprobar el mecanismo de funcionamiento para la operación apropiada.
- Examinar todos los bloqueos de conmutación para la seguridad, el correcto

funcionamiento y la facilidad de operación.

- Se debe comprobar que los aislantes, piezas móviles, etc. estén limpios y en buen estado para su correcto funcionamiento.

4.4.6 Datos técnicos de la cuchillas de puesta a tierra 72.5 kV

En la Tabla N° 4.7 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.7 Datos técnicos de la cuchilla de puesta a tierra 72.5 kV

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	HAPAM B.V.
Modelo	SSBII-72.5
Montaje	Horizontal
Tipo	Apertura Central
Norma	IEC 62271-102
Numero de polos	3
Instalación	Exterior
Frecuencia asignada	60 Hz
Altura de instalación sobre el nivel del mar	<1000 m
Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV
Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	72.5/140/325 kV
Tensiones sobre distancia de seccionamiento: Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	140/325 kV
Corriente Asignada en servicio continuo	1250 A
Corriente de cortocircuito soportada I_k	40 kA
Corriente pico soportada I_p	100 kA pico
Duración de cortocircuito t_k	1 s
Maniobras Mecánicas del seccionador	Clase M2
Clase de seccionador de puesta a tierra	B
Mecanismo de operación	Motorizado
Tensión auxiliar de control de cierre y apertura	220 Vcc
Tensión auxiliar mecanismo de operación	220Vcc/220Vac

4.5 Interruptores automáticos 245 kV y 72.5 kV

Este dispositivo realiza el cierre y apertura del circuito eléctrico y viene a ser uno de los

equipos más importantes de la Subestación.

4.5.1 Descripción del equipo

El interruptor de potencia 3AP1 FI es un interruptor tripolar de auto compresión, en versión para intemperie y emplea el gas SF₆ como medio aislante y de extinción. El interruptor de potencia se acciona mediante un accionamiento por acumulador de resorte en cada fase, de manera que es apropiado para auto reconexión unipolar y tripolar.

4.5.2 Normas y disposiciones

El interruptor de potencia, junto con los dispositivos y las herramientas especiales suministradas, cumplen con los requerimientos de las leyes, normas y disposiciones vigentes a la hora de ser suministrados.

El interruptor de potencia satisface:

- las reglamentaciones de la publicación 62271-1 de la IEC.
- las reglamentaciones de la publicación 62271-100 de la IEC

4.5.3 Diseño del interruptor de potencia

Las columnas polares del interruptor de potencia se hallan individualmente sobre un soporte al que está sujeto lateralmente un armario de accionamiento. En el polo B se halla adicionalmente el armario de mando. Cada columna polar contiene una carga de SF₆ como medio de extinción y aislante que constituye una cámara de gas cerrada.

La densidad del gas SF₆ se vigila en cada polo con un monitor de densidad y la presión se indica mediante un manómetro.

La energía requerida para la maniobra de un polo es acumulada en un resorte de cierre y un resorte de apertura. Los resortes de cierre y apertura se encuentran en el accionamiento.

El armario de mando 12 sujeto al polo B contiene todos los dispositivos para el control y la vigilancia del interruptor de potencia y las regletas de bornes requeridas para la conexión eléctrica. La vigilancia del gas SF₆ se hace de forma monopolar en el armario de la unidad motriz. Los cables de conexión sirven para el acople eléctrico del control con los mecanismos de accionamiento.

4.5.4 Mantenimiento del equipo

Para garantizar la seguridad de operación del interruptor de potencia a prueba de intemperie se le tiene que realizar el mantenimiento. Cada inspección y medida de mantenimiento tiene como fin:

- Constatar hasta qué grado están desgastados ciertos componentes y juzgar su estado.

- Asegurar que se mantengan en buen estado las piezas que todavía se encuentran en buenas condiciones.
- Sustituir preventivamente algunas piezas por otras.
- Asegurar la protección anticorrosiva.
- Los problemas pueden ser desgaste mecánicos por fricción según la cantidad de maniobras y desgastes como resultado de maniobras de corriente de operación y de cortocircuito.

4.5.5 Datos técnicos del Interruptores automáticos 245 kV

En la Tabla N° 4.8 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.8 Datos técnicos del interruptor 245 kV

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	Siemens AG
Modelo	3AP1FI 245 kV
Norma	IEC 62271-100
Instalación	Exterior
Número de fases	3
Frecuencia	60 Hz
Corriente nominal	2500/4000 A
Corriente cortocircuito	40 kA
Componente DC de la corriente de cortocircuito	48%
Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	245/460/1050 kV
Altura de instalación sobre el nivel del mar	<1000 m
Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV
Tipo	Tanque Vivo
Medio de extinción	SF6
Secuencia de operación	O-0.3s-CO-3min-CO
Maniobras Mecánicas	Clase M2
Tiempo de interrupción	48 ms
Factor de primer polo	1.3
Tensión auxiliar de control de cierre y apertura	220 Vcc
Tensión auxiliar mecanismo de operación	220 Vcc/220Vac

4.5.6 Datos técnicos del Interruptores automáticos 72.5 kV

En la Tabla N° 4.9 se muestra las características técnicas que se han instalado en la Subestación San Juan.

Tabla N° 4.9 Datos técnicos del interruptor 72.5 kV

DESCRIPCIÓN	DATOS TÉCNICOS
Marca	Siemens AG
Modelo	3AP1FI 145 kV
Norma	IEC622271-100
Instalación	Exterior
Número de fases	3
Frecuencia	60 Hz
Corriente nominal	2000 A
Corriente cortocircuito	40 kA
Componente DC de la corriente de cortocircuito	46%
Tensiones: Máxima para el equipo/Corta duración a frecuencia industrial/Soportada al impulso tipo rayo	72,5/275/650 kV
Altura de instalación sobre el nivel del mar	<1000 m
Mínima distancia de fuga nominal	31 mm/kV
Tipo	Tanque Vivo
Medio de extinción	SF6
Secuencia de operación	O-0.3s-CO-3min-CO
Maniobras Mecánicas	Clase M2
Tiempo de interrupción	55 ms
Factor de primer polo	1.3
Tensión auxiliar de control de cierre y apertura	220 Vcc
Tensión auxiliar mecanismo de operación	220 Vcc

4.6 Protocolos a los equipos de patio

Todos los equipos de patio que fueron instalados en la Subestación San Juan se le realizaron los respectivos controles de calidad, de esta forma verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y funcionamiento óptimo de todos estos equipos (véase Tabla 4.10 y 4.11) que en la mayoría fueron traídos del extranjero. Estas pruebas consistieron en lo siguiente:

- Pruebas de aceptación en fabrica (FAT).- Son las diferentes pruebas que se

realizaron en la misma sede de la fabricación de los diferentes equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformador de corriente, trampa de onda, pararrayo)

Prueba Montaje electromecánico.- Es la verificación visual de la instalación de los equipos en sus respectivos soportes.

Esta prueba de montaje electromecánico consiste:

- Verificación visual del soporte metálico
 - Verificación de los pernos
 - Verificación visual del equipo de patio
 - Verificación visual de la caja de mando
 - Verificación de la puesta a tierra
- Pruebas de aceptación in situ (SAT).- Son las diferentes pruebas que se realizaron previas a la entrega de la celda para su operación. Ver Anexo C, Anexo D, Anexo E y Anexo F

4.7 Lista general de equipos de patio

En el proyecto “Ampliación N° 7 Adecuación integral de la Subestación San Juan” se detalla la cantidad de equipos instalados en el patio de llaves de la Subestación San Juan que la mayoría fueron cambiados en su totalidad.

Según lo indicado (Véase tabla 4.10 y tabla 4.11) se menciona los equipos en 60 kV que fueron reemplazados en los bancos de capacitores y los equipos en 220 kV fueron reemplazados en las líneas y la celda de acople.

Tabla 4.10 Equipos nuevos en patio de 60 kV

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	TOTAL
Interruptores, 145/275/650 kV, 2/40 kA Con mando sincronizado (3s), 650 kV (BIL).	4
Seccionador de barra, mando motorizado, con cuchillas principales para apertura central 72.5 kV, 2000A, 40 kA (1s), 325kV (BIL). Marca Hapam SSBII-72.5	5
Cuchilla de puesta a tierra 72.5 kV, 2000A, 40 kV, 325 kV (BIL) Marca Hapam modelo ASB-72.5	12
Transformador de corriente, tipo columna, marca Trench-Siemens Tipo IOSK 72,5, 400-800/1-1-1-1A, 325 kV, 40 kA, 1 núcleo de medida 10VA - CL. 0,2S, 3 núcleos de protección 15VA – 5P20	15

Estos equipos se reemplazaron en el patio de bancos de capacitores.

Tabla 4.11 Equipos nuevos en patio de 220 kV

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	TOTAL
<p>Interruptor de potencia unitripolar, en SF6</p> <p>Mando motorizado, 245 kV, 2500 A, 40 kA (3s), 1050 kV (BIL)</p>	5
<p>Interruptor de potencia unitripolar, en SF6</p> <p>Mando motorizado, 245 kV, 4000 A, 40 kA (3s), 1050 kV (BIL)</p>	1
<p>Seccionador de barra, con cuchillas principales para apertura central</p> <p>Mando motorizado, 245 kV, 2000 A, 40 kA (1sg), 1050 kV (BIL).</p> <p>Marca HAPAM modelo SSBII-245</p>	19
<p>Seccionador de barra con cuchillas principales para apertura central</p> <p>Mando motorizado 245 kV, 4000A, 40 kA (1sg), 1050kV (BIL).</p> <p>Marca HAPAM modelo SSBII-245</p>	2
<p>Seccionador de línea, mando motorizado, con cuchillas principales para apertura central, y cuchillas de puesta a tierra, 245 kV, 2000 A, 40 kA (1sg), 1050 kV (BIL). Marca HAPAM modelo SSBII-AM-245</p>	7
<p>Transformador de corriente, tipo columna, 245, BIL= 1050 kV</p> <p>In = 800-1600/1-1-1-1 A, Ith= 40 kA. Núcleo de medida 10 VA CL 0,2S, 3</p> <p>Núcleos de protección 30 VA -5P20</p>	21
<p>Transformador de corriente, tipo columna, 245, BIL= 1050 kV</p> <p>In = 1250-2500/1-1-1-1 A, Ith= 40 kA.</p> <p>Núcleo de medida 10 VA CL 0,2S, 3 Núcleos de protección 30 VA - 5P20</p>	6
<p>Transformador de corriente, tipo columna, marca TRENCH-SIEMENS</p> <p>Tipo IOSK 245, 2000-4000/1-1-1-1A, 1050kV, 40kA, 1</p> <p>Núcleo de medida 10 VA CL 0,2S, 3 Núcleos de protección 30 VA - 5P20</p>	3
<p>Transformador de corriente, tipo columna, marca TRENCH-SIEMENS</p> <p>Tipo IOSK 245, 300-600-900/1-1-1-1A, 1050kV, 40kA, 1</p> <p>Núcleo de medida 10 VA CL 0,2S, 3 Núcleos de protección 30 VA - 5P20</p>	3
<p>Trampa de onda 220 kV, 2000 A, 40 KA. MARCA TRENCH-SIEMENS</p> <p>Modelo L-2000-0500-P-040-1</p>	7
<p>Descargador de sobretensiones de oxido metálico, con contador de descarga</p> <p>Marca SIEMENS, Tipo 3EP3-192-2PH32-2NZ1, Ur=192 kV, 10 kA, CLASE 3, 1050 kV (BIL).</p>	6

CAPÍTULO V

ADECUACIÓN INTEGRAL Y LOS CAMBIOS DE AJUSTES DE LOS RELÉS DE LAS CELDAS EN LA SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/60 kV

5.1 Actualización del estudio de coordinación de la protección 2010 COES

El Comité de Operación Económica del Sistema (COES) realizó la actualización del Estudio de Coordinación de la Protección del Sistema Interconectado Nacional para el 2010, en el cual proponen algunas recomendaciones y ajustes para los relés de protección ubicados en las redes en 220 kV y 138 kV principalmente. Teniendo como base el informe en mención, el presente documento ha tomado como referencia estos ajustes propuestos en este estudio considerando el reemplazo de los transformadores de corriente.

5.2 Criterios para la revisión de ajustes de los relés

La razón principal que hace necesario la revisión de ajustes en los diferentes relés en la Subestación San Juan es el cambio en la relación de transformación de los transformadores de corriente que la mayoría se ha cambiado. Estos ajustes en los relés fueron definitivos o temporales. Se hizo el ajuste temporal porque las líneas tenían que seguir operando con la actuación de la celda de acoplamiento.

Por lo tanto, a continuación se menciona las principales funciones del relé que ha sido necesario revisar, en los diferentes tipos instalados en las celdas que fueron cambiados los transformadores de corriente:

- Protección de distancia de fases: 21
- Protección de distancia a tierra: 21N
- Protección de sobrecorriente de fases: 50/51
- Protección de sobrecorriente de tierra: 50N/51N
- Protección de sobrecorriente direccional: 67/67N
- Protección térmica: 49
- Protección diferencial de transformador: 87T
- Oscilación de potencia: 68

Adicionalmente se ha corregido los datos del sistema, como son: parámetro de relación de transformación, umbrales de detección de mínima corriente, máxima escala de la medición

de corriente, funciones de monitoreo como son las funciones de supervisión de la medición, etc.

5.3 Adecuación integral de las celdas de la Subestación San Juan

En esta parte se detallan todo los equipos reemplazados en el patio de llaves de la Subestación San Juan. Su diagrama unifilar modificado se indica con más detalle en el Anexo B.

5.3.1 Montaje Línea San Juan – Santa Rosa L-2010

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2010

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2010.

- Seccionador barra B (SB-2769)
- Seccionador barra A (SA-2767)
- Seccionador de línea (SL-2771)
- Transformador de corriente (TC-426)
- Trampa de onda (B-279)

En esta línea no se cambio el interruptor de potencia (IN-2302)

b) Relé de protección en la línea L-2010

A continuación en la Tabla N° 5.1 se detalla los relés cuyos ajustes se cambiaron como resultados de haber reemplazado el transformador de corriente.

Tabla N° 5.1 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	ABB	EPAC3500	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la nueva celda de acoplamiento para que la línea L-2010 este en servicio. La nueva celda de acoplamiento tendrá un transformador de corriente de 4000/1, fue necesario realizar ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1600/1.

5.3.2 Montaje Línea San Juan – Santa Rosa L-2011

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2011

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2011.

- Seccionador barra B (SB-2775)
- Seccionador barra A (SA-2773)
- Seccionador de línea (SL-2777)

- Transformador de corriente (TC-427)
- Trampa de onda (B-280)

En esta línea no se cambio el interruptor de potencia (IN-2304)

b) Relé de protección en la línea L-2011

A continuación en la Tabla N° 5.2 se detalla los relés cuyos ajustes se cambiaron como resultados de haber reemplazado el transformador de corriente.

Tabla N° 5.2 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	ABB	EPAC3500	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la nueva celda de acoplamiento para que la línea L-2011 este en servicio. La nueva celda de acoplamiento tendrá un transformador de corriente de 4000/1, fue necesario realizar ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1600/1.

5.3.3 Montaje Línea San Juan – Balnearios L-2012

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2012

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2012.

- Seccionador barra B (SB-2789)
- Seccionador barra A (SA-2787)
- Seccionador de línea (SL-2791)
- Transformador de corriente (TC-428)
- Trampa de onda (B-281)

En esta línea no se cambio el interruptor de potencia (IN-2308)

b) Relé de protección en la línea L-2012

A continuación en la Tabla N° 5.3 se detalla los relés cuyos ajustes se cambiaron como resultados de haber reemplazado el transformador de corriente.

Tabla N° 5.3 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	ABB	REL561	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la celda de acoplamiento existente para que la línea L-2012 este en servicio. La celda acoplamiento existente tendrá un transformador de

corriente de 1500/1, fue necesario realizar ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1600/1.

5.3.4 Montaje Línea San Juan – Balnearios L-2013

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2013

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2013.

- Seccionador barra B (SB-2795)
- Seccionador barra A (SA-2793)
- Seccionador de línea (SL-2797)
- Transformador de corriente (TC-429)
- Trampa de onda (B-282)

En esta línea no se cambio el interruptor de potencia (IN-2310)

b) Relé de protección en la línea L-2012

A continuación en la Tabla N° 5.4 se detalla los relés cuyos ajustes se cambiaron como resultados de haber reemplazado el transformador de corriente.

Tabla N° 5.4 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	ABB	REL561	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la celda de acoplamiento existente para que la línea L-2013 este en servicio. La celda acoplamiento existente tendrá un transformador de corriente de 1500/1, fue necesario realizar ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1600/1.

5.3.5 Montaje Línea San Juan – Pomacocha L-2205

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2205

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2205.

- Seccionador barra B (SB-2141)
- Seccionador barra A (SA-2139)
- Seccionador de línea (SL-2129)
- Interruptor de potencia (IN-2048)
- Transformador de corriente (TC-227)
- Trampa de onda (B-210)

➤ Pararrayos (PR-217)

En esta línea se reemplazo en su totalidad todos los equipos y se modifico la ubicación de los equipos existentes.

b) Relé de protección en la línea L-2205

A continuación en la Tabla N° 5.5 se detalla los relés cuyos ajustes se cambiaron como resultados de haber reemplazado el transformador de corriente.

Tabla N° 5.5 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la nueva celda de acoplamiento para que la línea L-2205 este en servicio. La nueva celda de acoplamiento tendrá un transformador de corriente de 4000/1, se realizaron ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1600/1.

5.3.6 Montaje Línea San Juan – Pomacocha L-2206

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2206

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2206.

- Seccionador barra B (SB-2145)
- Seccionador barra A (SA-2143)
- Seccionador de línea (SL-2131)
- Interruptor de potencia (IN-2050)
- Transformador de corriente (TC-228)
- Trampa de onda (B-211)
- Pararrayos (PR-216)

En esta línea se reemplazo en su totalidad todos los equipos..

b) Relé de protección en la línea L-2206

A continuación en la Tabla N° 5.6 se detalla los relés cuyos ajustes se cambiaron como resultados de haber reemplazado el transformador de corriente.

Tabla N° 5.6 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	SIEMENS	7SA612	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1600/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la celda de acoplamiento existente para que la

línea L-2206 este en servicio. La celda acoplamiento existente tendrá un transformador de corriente de 1500/1, fue necesario realizar ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1600/1.

5.3.7 Montaje Línea San Juan – Chilca L-2093

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2093

A continuación se indica el equipo que se cambio en la línea L-2093.

- Trampa de onda (B-333)

Los demás equipos no se reemplazaron en esta línea.

b) Relé de protección en la línea L-2093

A continuación en la Tabla N° 5.7 se detalla los relés cuyos ajustes no se cambiaron porque no se reemplazaron el transformador de corriente.

Tabla N° 5.7 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	SIEMENS	7SA612	1250/1	1250/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1250/1	1250/1	21, 21N, 67N

Es importante mencionar que como el único equipo que se reemplazó en esta celda es la trampa de onda, entonces los trabajos duraron un día, por ello no fue necesario utilizar la celda de acoplamiento como bahía temporal de la línea. Por otro lado, como tampoco se reemplazó su transformador de corriente entonces tampoco fue necesario realizar ajustes finales

5.3.8 Montaje Línea San Juan – Chilca L-2094

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2094

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2094.

- Seccionador barra B (SB-2429)
- Seccionador barra A (SA-2427)
- Seccionador de línea (SL-2431)
- Transformador de corriente (TC-315)
- Trampa de onda (B-242)

En esta línea no se reemplazo el interruptor IN-2158

b) Relé de protección en la línea L-2094

A continuación en la Tabla N° 5.8 se detalla los relés cuyos ajustes no se cambiaron porque no se reemplazaron el transformador de corriente.

Tabla N° 5.8 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	SIEMENS	7SA612	1200/1	1250/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1250/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la celda de acoplamiento existente para que la línea L-2094 este en servicio. La celda acoplamiento existente tendrá un transformador de corriente de 1500/1, fue necesario realizar ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1250/1.

5.3.9 Montaje Línea San Juan – Chilca L-2095

a) Equipamiento a ser reemplazado en la línea L-2095

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en la línea L-2095.

- Interruptor de potencia (IN-2064)
- Transformador de corriente (TC-235)
- Trampa de onda (B-212)

b) Relé de protección en la línea L-2095

A continuación en la Tabla N° 5.9 se detalla los relés cuyos ajustes no se cambiaron porque no se reemplazaron el transformador de corriente.

Tabla N° 5.9 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Distancia	SIEMENS	7SA612	1200/1	1250/1	21, 21N, 67N
Distancia	SIEMENS	7SA522	1200/1	1250/1	21, 21N, 67N

Durante los trabajos desarrollados, se utilizó la nueva celda de acoplamiento para que la línea L-2095 este en servicio. La nueva celda de acoplamiento tendrá un transformador de corriente de 4000/1, fue necesario realizar ajustes temporales que contemplen esta relación para que luego de finalizado los trabajos el relé quede ajustado con su relación final que es 1250/1.

5.3.10 Montaje Nuevo Acoplamiento 220 kV

a) Equipamiento a ser reemplazado en el Nuevo Acoplamiento

En este caso la celda será totalmente nueva y contará con el siguiente equipamiento.

- Seccionador barra B (SB-2167)
- Seccionador barra A (SA-2147)
- Interruptor de potencia (IN-2060)

- Transformador de corriente (TC-232)
- Trampa de onda (B-212)

b) Relé de protección en el Nuevo Acoplamiento

Como la celda es nueva, y al final reemplazará al acoplamiento existente, entonces se tomó como referencia la protección de sobrecorriente del existente y se usó para redefinir los nuevos parámetros de ajustes tomando en cuenta un nuevo transformador de corriente de 4000/1.

Tabla N° 5.11 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Sobrecorriente de Fases y tierra	XX	XX	1500/1	4000/1	51, 51N

5.3.11 Montaje Transformador T1-261 220 kV y 60 kV

a) Equipamiento a ser reemplazado en el Transformador T1-261

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en el Transformador T1-261.

- Seccionador barra B (SB-2165)
- Seccionador barra A (SA-2163)
- Interruptor de potencia (IN-2058)
- Transformador de corriente lado 220 kV (TC-231)
- Transformador de corriente lado 60 kV (TC-232)

b) Relé de protección en el Transformador T1-261

A continuación en la Tabla N° 5.11 se detalla los relés cuyos ajustes es necesario revisar como resultados de haber reemplazado su transformador de corriente.

Tabla N° 5.11 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Diferencial de transformador	SIEMENS	7UT513	300/1 600/1	300/1 800/1	87T
Sobrecorriente de fases y tierra Lado 220 kV	SIEMENS	7SJ622	300/1	300/1	51/51N
Sobrecorriente de fases y tierra Lado 60 kV	SIEMENS	7SJ622	600/1	800/1	51/51N

Es importante mencionar que durante los trabajos en el transformador T1-261 dicha celda salió fuera de servicio durante todo el proyecto debido a que el transformador T1-261 fue

retirado y cambiado a otra Subestación perteneciente a REP.

5.3.12 Montaje Transformador TR-2 (Luz del Sur)

a) Equipamiento a ser reemplazado en el Transformador TR-2

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en el Transformador TR-2.

- Seccionador barra B (SB-2157)
- Seccionador barra A (SA-2155)
- Seccionador de línea (SL-2171)
- Interruptor de potencia (IN-2054)
- Transformador de corriente (TC-229)

b) Relé de protección en el Transformador TR-2

A continuación en la Tabla N° 5.12 se detalla los relés cuyos ajustes es necesario revisar como resultados de haber reemplazado su transformador de corriente.

Tabla N° 5.12 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Diferencial de transformador	ABB	TPU200R	750/1 1250/1	800/1 1250/1	87T,50,51,50N,51N

Es importante mencionar que durante los trabajos desarrollados la energización se realizo por TR-1 propiedad de Luz del Sur.

5.3.13 Montaje en Banco de Capacitor BC-08

a) Equipamiento a ser reemplazado en el Banco de Capacitor BC-08

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en el Banco de Capacitor BC-08.

- Seccionador barra (SA-6291)
- Seccionador de tierra (ST-656)
- Interruptor de potencia (IN-6152)
- Transformador de corriente (TC-676)

b) Relé de protección en el Banco de Capacitor BC-08

A continuación en la Tabla N° 5.13 se detalla los relés cuyos ajustes es necesario revisar como resultados de haber reemplazado su transformador de corriente.

Tabla N° 5.13 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Sobrecorriente de Fases y tierra	AEG	PS431	300/1	400/1	50,51,51N

En este caso se modifican los ajustes en el relé dado que la relación de transformación

cambio en 400/1.

5.3.14 Montaje en Banco de Capacitor BC-09

a) Equipamiento a ser reemplazado en el Banco de Capacitor BC-09

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en el Banco de Capacitor BC-09.

- Seccionador barra (SA-6291)
- Seccionador de tierra (ST-656)
- Interruptor de potencia (IN-6152)
- Transformador de corriente (TC-676)

b) Relé de protección en el Banco de Capacitor BC-09

A continuación en la Tabla N° 5.14 se detalla los relés cuyos ajustes es necesario revisar como resultados de haber reemplazado su transformador de corriente.

Tabla N° 5.14 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Sobrecorriente de Fases y tierra	ABB	REF541	400/1	400/1	50,51,51N

En este caso no se modifican los ajustes dado que la relación de transformación no cambiará y se mantiene en 400/1.

5.3.15 Montaje en Banco de Capacitor BC-10

a) Equipamiento a ser reemplazado en el Banco de Capacitor BC-10

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en el Banco de Capacitor BC-10.

- Seccionador barra (SA-6329)
- Seccionador de tierra (ST-664)
- Interruptor de potencia (IN-6178)
- Transformador de corriente (TC-690)

b) Relé de protección en el Banco de Capacitor BC-10

A continuación en la Tabla N° 5.15 se detalla los relés cuyos ajustes es necesario revisar como resultados de haber reemplazado su transformador de corriente.

Tabla N° 5.15 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Sobrecorriente de Fases y tierra	ABB	REF541	400/1	400/1	50,51,51N,49

En este caso no se modificó los ajustes dado que la relación de transformación no cambiará y se mantiene en 400/1.

5.3.16 Montaje en Banco de Capacitor BC-11

a) Equipamiento a ser reemplazado en el Banco de Capacitor BC-11

A continuación se indican los equipos que se cambiaron en el Banco de Capacitor BC-11.

- Seccionador barra (SA-6331)
- Seccionador de tierra (ST-665)
- Interruptor de potencia (IN-6180)
- Transformador de corriente (TC-691)

b) Relé de protección en el Banco de Capacitor BC-11

A continuación en la Tabla N° 5.16 se detalla los relés cuyos ajustes es necesario revisar como resultados de haber reemplazado su transformador de corriente.

Tabla N° 5.16 lista de relés de protección

Relé	Marca	Modelo	Transformador de corriente		Funciones activas
			Antiguo	Nuevo	
Sobrecorriente de Fases y tierra	ABB	REF541	400/1	400/1	50,51,51N,49

En este caso no se modificó los ajustes dado que la relación de transformación no se cambió y se mantiene en 400/1.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.** Los equipos de patio de llave que han sido reemplazados en el presente proyecto soportarán las exigencias eléctricas y mecánicas con un horizonte de 10 años.
- 2.** La repotenciación de la Subestación San Juan ha resultado una alternativa económica y técnica para el crecimiento eléctrico de nuestro país.
- 3.** Los cambios efectuados en la Subestación eléctrica han obligado a implementar en un nuevo estudio de coordinación de protección por los cambios en la relación de transformación de los transformadores de corriente realizando nuevos ajustes temporales y definitivos en los diferentes relés de protección.
- 4.** A través del presente estudio se recomienda como protocolo de referencia para trabajos similares en la repotenciación de subestaciones eléctricas.
- 5.** Durante el desarrollo de los trabajos es obligatorio la charla de inducción seguridad para evitar diversos tipos de accidentes que pueden ocurrir desde un simple rasguño hasta la misma muerte. Los trabajos que se ejecutaron en la repotenciación de subestaciones son de carácter civil, electromecánico, eléctrico, etc.
- 6.** El conocimiento de las “Reglas de Oro de Seguridad” que se practica en toda Subestación eléctrica implica el establecimiento de un registro de control.

ANEXOS

ANEXO A
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUBESTACIÓN SAN JUAN

ANEXO B
DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN SAN JUAN

ANEXO C

PROTOCOLO DE PRUEBAS INTERRUPTOR DE POTENCIA

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS

Protocolo de Pruebas Interruptores de Potencia de Una Cámara

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21 Octubre 2011	
Consecutivo: N.A.	No. Pedido 62OP-0500003
No. ST: N.A.	

LISTADO DE PRUEBAS Y VERIFICACIONES		
1. INSPECCION VISUAL	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
2. CHEQUEOS Y AJUSTES PARA PUESTA EN OPERACIÓN	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
3. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER)	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
4. RESISTENCIA DE CONTACTOS	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
5. FACTOR DE POTENCIA	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
6. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y CORRIENTES DE CONSUMO DE LAS BOBINAS	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
7. PRUEBA DE ANTIBOMBEO	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
8. PRUEBA DE DESPLAZAMIENTO	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>

NOTA:

- LAS PRUEBAS SE REALIZAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA IEC 62271-100.
- LAS PRUEBAS SE DESARROLLAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA INTERRUPTORES (4) G69174-PRP-Q-B3001.

DATOS GENERALES	
CLIENTE: ISA REP	No ST: N.A.
OBRA/LUGAR: SUBESTACION SAN JUAN 220 / 60 kV	No PEDIDO: 34-31-1-0058
CELDA: L-2205	= L-2205
INTERRUPTOR: IN-2048	+
DESCRIPCION GENERAL	
FABRICANTE: SIEMENS	FRECUENCIA NOMINAL: 60 Hz
TIPO: 3AP1FI	COMPONENTE DE CORRIENTE CONTINUA: 45 %
AÑO: 2011	FACTOR DE PRIMER POLO k_{pp} : 1.3
NUMERO DE SERIE: 35118543	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO: 40 kA
TENSION NOMINAL: 245 kV	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO: 1050 kV
CORRIENTE NOMINAL: 2500 A	SECUENCIA NOMINAL DE MANIOBRA: A-0.3 s-CA-3min-CA



Energy Transmission High Substation ET HS

Protocolo de Pruebas Interruptores de Potencia de Una Cámara

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21 Octubre 2011	
Consecutivo: N.A.	No. Pedido 62OP-0500003
No. ST: N.A.	

1. VERIFICACIÓN VISUAL		FECHA DE EJECUCION 21/10/2011		
Elemento	Fase R	Fase S	Fase T	
Estado de la base portante	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Estado de la unidad del mecanismo de accionamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Estado de la caja de mando	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Estado de la porcelana del Aislador Soporte	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado Fisura <input type="checkbox"/> Fugas <input type="checkbox"/> Quemadura <input type="checkbox"/> Requiere limpieza <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado Fisura <input type="checkbox"/> Fugas <input type="checkbox"/> Quemadura <input type="checkbox"/> Requiere limpieza <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado Fisura <input type="checkbox"/> Fugas <input type="checkbox"/> Quemadura <input type="checkbox"/> Requiere limpieza <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No aplica	
Estado de la porcelana de la Cámara del Interruptor	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado Fisura <input type="checkbox"/> Fugas <input type="checkbox"/> Quemadura <input type="checkbox"/> Requiere limpieza <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado Fisura <input type="checkbox"/> Fugas <input type="checkbox"/> Quemadura <input type="checkbox"/> Requiere limpieza <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No aplica	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado Fisura <input type="checkbox"/> Fugas <input type="checkbox"/> Quemadura <input type="checkbox"/> Requiere limpieza <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> No aplica	
Estado indicadores de presión	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Comprobar la hermeticidad de los polos	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	

2. CHEQUEOS Y AJUSTES PARA PUESTA EN OPERACIÓN		FECHA DE EJECUCION 21/10/2011					
Equipo Utilizado para la prueba							
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.			Fecha de la última calibración		
MULTIMETRO DIGITAL							
Ajuste del guardamotor a 1,1 In (Si entra dentro del suministro)		OK					
Prueba de funcionamiento de las calefacciones		Polo R	<input checked="" type="checkbox"/>	Polo S	<input checked="" type="checkbox"/>	Polo T <input checked="" type="checkbox"/>	
Carga del sistema de SF6 a la presión nominal		Polo R	<input checked="" type="checkbox"/>	Polo S	<input checked="" type="checkbox"/>	Polo T <input checked="" type="checkbox"/>	
5 maniobras "cierre-apertura" de seguridad a la presión nominal del SF6 con telemando, 60 m de distancia de seguridad		Polo R	<input checked="" type="checkbox"/>	Polo S	<input checked="" type="checkbox"/>	Polo T <input checked="" type="checkbox"/>	
2.1 Monitor de densidad de SF6							
		Polo R		Polo S		Polo T	
		Presión BAR	Temp. (°C)	Presión BAR	Temp. (°C)	Presión BAR	Temp. (°C)
Señal de perdida de SF6		5.2	25.0	5.1	23.8	5.2	24.2
Señal de bloqueo funcional 1 SF6		5.0	26.1	4.0	23.9	4.9	24.1

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS

Protocolo de Pruebas Interruptores de Potencia de Una Cámara

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21 Octubre 2011	
Consecutivo: N.A.	No. Pedido 62OP-0500003
No. ST: N.A.	

2.2 Mecanismo del accionamiento			
	Polo R	Polo S	Polo T
Motor de carga muelles: Tiempo de carga menor a 15 seg.	10.63 Seg.	10.60 Seg.	10.05 Seg.
Señal muelle de cierre destensado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2.3 Controles finales			
	Polo R	Polo S	Polo T
Fecha de las mediciones:			
Control de hermeticidad al SF6 en nuevas uniones efectuadas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Carga de SF6 (bar/°C)	6.2 27.1	6.2 23.6	6.1 25.1
Indicación del contador de maniobras una vez terminados los trabajos	12	12	12

*No es necesario cuando el llenado se hace de una botella nueva suministrada por el fabricante

3. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO			FECHA DE EJECUCION		
			21/10/2011		
Equipo Utilizado para la prueba					
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración		
MEGOMETRO DIGITAL	MEGGER	MIT1020/2-100-380/110611/2058	15/06/11		
3.1 INTERRUPTOR ABIERTO. (Medida en GΩ, Inyección de 5000 VDC*1 minuto).					
FASE	C.FIJO-TIERRA	C.MOVIL-TIERRA	C.FIJO-C.MOVIL	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
R	154.2	180	220	21	69
S	363.1	360	460	21	60
T	325	283	560	21	60
CONDICIONES DEL CLIMA: SOLEADO - ALTA HUMEDAD					

4. RESISTENCIA DE CONTACTOS			FECHA DE EJECUCION
			21/10/2011
Equipo Utilizado para la prueba			
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
ANALIZADOR DE POTENCIA - CPC 100	OMICRON	CPC100 - JH876Q (V1)	14/06/11
4.1 INTERRUPTOR CERRADO (Medida en μΩ, Inyección de 100 A. DC.)			
FASE	MEDIDA OBTENIDA		OBSERVACIONES
R	25.36		---
S	26.1		---
T	26.68		---
Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100.		APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS

Protocolo de Pruebas Interruptores de Potencia de Una Cámara

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21 Octubre 2011	
Consecutivo: N.A.	No. Pedido 62OP-0500003
No. ST: N.A.	

5: FACTOR DE POTENCIA FECHA DE EJECUCION 21/10/2011

Equipo Utilizado para la prueba

Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
ANALIZADOR DE POTENCIA - CPC 100-TD1	OMICRON	CPC100 - J876Q (V1) - DF308G	14/06/11

5.1 INTERRUPTOR ABIERTO (Medida en % factor de potencia inyección de 10 kV.)

FASE	TENSION INYECTADA (kV)	CORRIENTE (µA)	POTENCIA (mWatts)	F.P. (%) @ 20 °C	CAPACITANCIA (pF)	TEMP. (°C)	HUMED. (%)
R-C1	10	41.385	3.4		10.975	21	56
R-A1	10	115.31	17.9		27.586	21	56
R-T	10	156.71	21.1		38.563	21	56
S-C1	10	43.669	4.8		11.584	21	56
S-A1	10	136.2	14.3		33.101	21	56
S-T	10	181.34	21.1		45.086	21	56
T-C1	10	45.848	5.7		12.159	21	56
T-A1	10	133.2	12.7		32.333	21	56
T-T	10	179.05	18.6		44.49	21	56

CONDICIONES DEL CLIMA: SOLEADO

NOTA: C1=Cámara de extinción de arco, A1=Aislador de soporte, T=Total.

Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100-CP TD1. APLICA NO APLICA

6: TIEMPOS DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR FECHA DE EJECUCION 21/10/2011

Equipo Utilizado para la prueba

Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
Analizador de Interruptores SENZOL	SENZOL	CBA-32P - 280906ZEN	16/04/10 - 16/04/12

6.1 TIEMPOS DE OPERACIÓN (Medida en milisegundos)

Maniobra	FASE R	FASE S	FASE T	DISCREPANCIA
CIERRE	61.2	60.8	59.40	1.8
APERTURA 1	28.8	29.6	28.4	1.2
APERTURA 2	28.6	28.4	28.4	0.2

6.2 CORRIENTES DE CONSUMO DE LAS BOBINAS (Medida en Amperios)

Maniobra	FASE R	FASE S	FASE T
CIERRE	2.984	2.984	2.998
APERTURA 1	9.363	9.372	9.348
APERTURA 2	9.372	9.377	9.411

Ver reporte de pruebas anexo.

SIEMENS

Energy Transmission High Subestation ET HS

Protocolo de Pruebas Interruptores de Potencia de Una Cámara

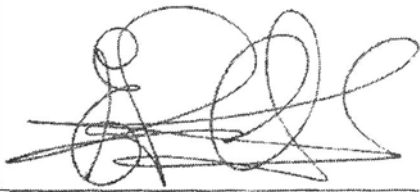

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21 Octubre 2011	
Consecutivo: N.A.	No. Pedido 62●P-0500003
No. ST: N.A.	

7 PRUEBA DE ANTIBOMBEO	FECHA DE EJECUCION 21/10/2011
Operación del Sistema de Antibombeo	MECANISMO OPERATIVO
Observaciones:	

8. PRUEBA DE DESPLAZAMIENTO	FECHA DE EJECUCION 21/10/2011		
Equipo Utilizado para la prueba			
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
Analizador de Interruptores	ZENSOL	CBA-32P - 280906ZEN	16/04/10 - 16/04/12
OBSERVACIONES: Se adjuntan reportes.			
Ver reporte de pruebas anexo.			

OBSERVACIONES:
- <input checked="" type="checkbox"/> Este signo significa la ejecución del trabajo.
- Los reportes del equipo CPC 100 se observa en el anexo 1 adjunto.
- Se concluye de las pruebas realizadas a este equipo, que las mismas son satisfactorias, por lo cual se concluye que el Interruptor IN-2048 se encuentra apto para su puesta en servicio.

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

\\SE SAN JUAN\CELDA L-2205\IN-2048\RESISTENCIA CONTACTO.xml:

Dispositivo de prueba: CPC 100

Número de serie: JH876Q (V1)

Fecha/hora: 10/21/2011 17:18:45

Evaluación final: n/a

Vista general de pruebas:

Tarjeta de prueba	Tipo	Fecha/hora	Resultado	Evaluación	Sobrecarga
DATOS DE PLACA	Comentario	09/18/2010 23:32:35	no	n/a	no
FASE R	Resistencia	10/21/2011 16:54:22	s í	n/a /a	no
FASE S	Resistencia	10/21/2011 17:10:12	sí	n/a	no
FASE T	Resistencia	10/21/2011 17:18:22	sí	n/a	no

Pruebas

DATOS DE PLACA:

Fecha/hora: 09/18/2010 23:32:35

MARCA : SIEMNS
TIPO : 3AP1FI
No SERIE : 11/35118548
TENSION : 245 kV
CORRIENTE : 2500 A
Fr : 60 Hz
Isc : 40 kA 3s
Ciclo de func: A-0,3s-CA-3min-CA
PESO : 920 kg
AÑO : 2011

FASE R:

Tipo: Resistencia

Fecha/hora: 10/21/2011 16:54:22

Sobrecarga: no

Evaluación: n/a

Rango: DC 400A

I pru.: 100.0 A

R mín: 2.0000 $\mu\Omega$

R máx: 50.000 mΩ

Automático: sí

Resultado:

I DC: 100.01 A

V DC: 2.5366 mV

R: 25.360 μΩ

FASE S:

Tipo: Resistencia

Fecha/hora: 10/21/2011 17:10:12

Sobrecarga: no

Evaluación: n/a

Rango: DC 400A

I pru.: 100.0 A

R mín: 2.0000 μΩ

R máx: 50.000 mΩ

Automático: sí

Resultado:

I DC: 100.30 A

V DC: 2.6179 mV

R: 26.100 μΩ

FASE T:

Tipo: Resistencia

Fecha/hora: 10/21/2011 17:18:22

Sobrecarga: no

Evaluación: n/a

Rango: DC 400A

I pru.: 100.0 A

R mín: 2.0000 μΩ

R máx: 50.000 mΩ

Automático: sí

Resultado:

I DC: 99.98 A

V DC: 2.6576 mV

R: 26.580 μΩ

ANEXO D
PROTOCOLO DE PRUEBAS TRANSFORMADOR DE
CORRIENTE

SIEMENS

Power Transmission and Distribution PTD SE

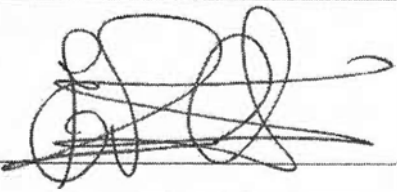

Protocolo de Pruebas Transformadores de Corriente

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido
No. ST	

LISTADO DE PRUEBAS Y VERIFICACIONES		
1. INSPECCION VISUAL	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER)	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
3. FACTOR DE POTENCIA	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
4. POLARIDAD	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
5. RELACION DE TRANSFORMACION	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
6. CURVAS DE MAGNETIZACION	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
7. RESISTENCIA DE DEVANADOS SECUNDARIOS	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
8. BURDEN.	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
9. INYECCIÓN PRIMARIA	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>

DATOS GENERALES		FECHA DE INICIO: 21-10-2011	
CLIENTE:	ISA REP	No. ST:	
OBRA/LUGAR:	SUBESTACION SAN JUAN 220 / 60 KV	No. PEDIDO:	
CELDA:	L-2205	= L-2205	
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE:	TC- 227	+	
DESCRIPCIÓN			
FABRICANTE:	TRENCH SIEMENS	lth:	40 KA / 1sg
TIPO:	IOSK 245	ldyn:	100 KA
AÑO:	2011	ALTITUD:	1000 msnm
BIL:	1050 kV	NUMERO DE SERIE	FASE R: 110454
FRECUENCIA:	60 Hz		FASE S: 110453
NORMA:	IEC 60044-1		FASE T: 110456

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

SIEMENS

Power Transmission and Distribution PTD SE

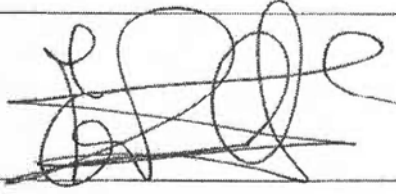
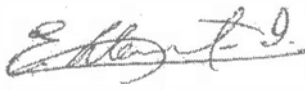
Protocolo de Pruebas Transformadores de Corriente

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido
No. ST	

CLASIFICACIÓN Y DATOS DE LOS NUCLEOS			
NUCLEO No.	RELACION	GLASE	BURDEN (VA)
1S1-1S2	2000:1	0.2 S	10
1S1-1S3	4000:1	0.2 S	10
2S1-2S2	2000:1	5P	30
2S1-2S3	4000:1	5P	30
3S1-3S2	2000:1	5P	30
3S1-3S3	4000:1	5P	30
4S1-4S2	2000:1	5P	30
4S1-4S3	4000:1	5P	30

1. VERIFICACIÓN VISUAL						
Estado de los aisladores	Buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	Buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	Buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>
	Mal estado	<input type="checkbox"/>	Mal estado	<input type="checkbox"/>	Mal estado	<input type="checkbox"/>
	No aplica	<input type="checkbox"/>	No aplica	<input type="checkbox"/>	No aplica	<input type="checkbox"/>
1.1 VERIFICACIÓN VISUAL DE LAS CONEXIONES EN EL SECUNDARIO						
	Núcleo: 1S1-1S2	Núcleo: 2S1-2S2	Núcleo: 3S1-3S2	Núcleo: 4S1-4S2	Núcleo: -	Puesta a Tierra
Estado	Buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	Buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	Buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>
	Mal estado	<input type="checkbox"/>	Mal estado	<input type="checkbox"/>	Mal estado	<input type="checkbox"/>
	No aplica	<input type="checkbox"/>	No aplica	<input type="checkbox"/>	No aplica	<input type="checkbox"/>
1.2. Orientación Correcta de P1,P2 según ingeniería <input checked="" type="checkbox"/>						
1.3. Circuitos de corriente en tablero + <input checked="" type="checkbox"/>						

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

SIEMENS

Power Transmission and Distribution PTD SE

Protocolo de Pruebas Transformadores de Corriente

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido
No. ST	

2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

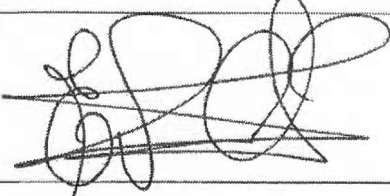

Equipo Utilizado para la prueba			
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
MEGÓHMETRO DIGITAL	MEGGER	MIT1020/2-100-380/110611/2058	15/06/11

2.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO NUCLEOS SECUNDARIOS (Medida en GΩ, Voltaje inyectado 5000 VDC*1 minuto).

ENTRE	FASE R				FASE S				FASE T			
	Medido	@ 20 °C	Temp. (°C)	Humed. (%)	Medido	@ 20 °C	Temp. (°C)	Humed. (%)	Medido	@ 20 °C	Temp. (°C)	Humed. (%)
ALTA-TIERRA	160		21	60	170.2		21	60	163.1		21	60

2.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO NUCLEOS SECUNDARIOS (Medida en GΩ, Voltaje inyectado 500 VDC*1 minuto).

ENTRE	FASE R				FASE S				FASE T			
	Medido	@ 20 °C	Temp. (°C)	Humed. (%)	Medido	@ 20 °C	Temp. (°C)	Humed. (%)	Medido	@ 20 °C	Temp. (°C)	Humed. (%)
ALTA-1S1	145	-	21	60	150	-	21	60	140	-	21	60
ALTA-2S1	145	-	21	60	126	-	21	60	163	-	21	60
ALTA-3S1	136.5	-	21	60	126	-	21	60	119	-	21	60
ALTA-4S1	130	-	21	60	135	-	21	60	143	-	21	60
1S1-TIERRA	60.5	-	21	60	60.3	-	21	60	45.1	-	21	60
2S1-TIERRA	45.5	-	21	60	60.5	-	21	60	62.3	-	21	60
3S1-TIERRA	50.6	-	21	60	60.6	-	21	60	61.4	-	21	60
4S1-TIERRA	60.2	-	21	60	55.8	-	21	60	43.2	-	21	60
1S1-2S1	90.6	-	21	60	100	-	21	60	102.1	-	21	60
1S1-3S1	82.5	-	21	60	85.3	-	21	60	88.2	-	21	60
1S1-4S1	100	-	21	60	93.2	-	21	60	85.4	-	21	60
2S1-3S1	70.8	-	21	60	87.5	-	21	60	90.1	-	21	60
2S1-4S1	85.4	-	21	60	93.1	-	21	60	99.1	-	21	60
3S1-4S1	89	-	21	60	99.9	-	21	60	88.3	-	21	60

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido
No. ST	

3. FACTOR DE POTENCIA

Equipo Utilizado para la prueba

Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
ANALIZADOR DE POTENCIA	OMICRON	CPC 100 - LJ 473 (V1)	24/11/2010

3.1 ALTA - TIERRA (Medida en % factor de potencia, tip-up, inyección de 2 - 10 kV.)

FASE	TENSION INYECTADA (kV)	CORRIENTE (mA)	POTENCIA (Watts)	F.P. (%) @ 20 °C	CAPACITANCIA (pF)	TEMP. (°C)	HUMED. (%)
R	2	0.649	-	0.1977	857.98	24	50
R	10	3.246	-	0.1975	857.99	24	50
S	2	0.655	-	0.2181	866.49	24	50
S	10	3.278	-	0.2189	866.45	24	50
T	2	0.658	-	0.1852	870.59	24	50
T	10	3.293	-	0.1878	870.64	24	50

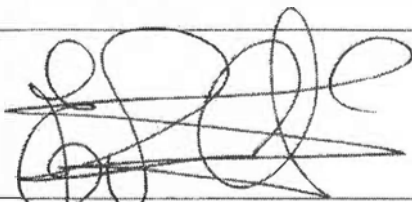

Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100-CP TD1. APLICA NO APLICA

4. POLARIDAD

Equipo Utilizado para la prueba

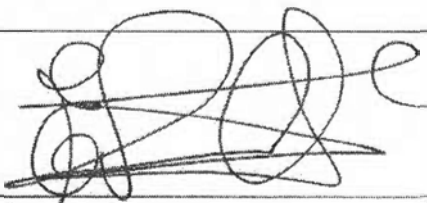
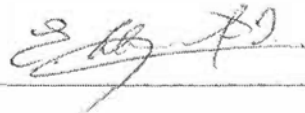
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración		
FASE	P1	1S1	2S1	3S1	4S1
R	+	+	+	+	+
S	+	+	+	+	+
T	+	+	+	+	+

Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100-CP TD1. APLICA NO APLICA

	
<p>EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI</p>	<p>ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS</p>

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido
No. ST	

5. RELACIÓN DE TRANSFORMACION														
Equipo Utilizado para la prueba														
Descripción		Fabricante			Modelo - Serie No.			Fecha de la última calibración						
I PRIMARIA	(A)	NUCLEO No. 1												
		1S1-1S2			2S1-2S2									
		OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	
		FASE R	1.005	1.0	0.052	1.005	1.0	0.048	-	-	-	-	-	-
		FASE S	1.002	1.0	0.025	1.004	1.0	0.037	-	-	-	-	-	-
FASE T	0.9991	1.0	-0.093	1.002	1.0	0.021	-	-	-	-	-	-		
I PRIMARIA	(A)	NUCLEO No. 2												
		1S1-1S3			2S1-2S3									
		OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	
		FASE R	0.9979	1.0	-0.211	0.9997	1.0	-0.028	-	-	-	-	-	-
		FASE S	0.9969	1.0	-0.31	0.9991	1.0	-0.085	-	-	-	-	-	-
FASE T	0.9977	1.0	-0.236	0.9999	1.0	-0.088	-	-	-	-	-	-		
I PRIMARIA	(A)	NUCLEO No. 3												
		3S1-3S2			3S1-3S3									
		OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	
		FASE R	0.9975	1.0	-0.252	0.9993	1.0	-0.065	-	-	-	-	-	-
		FASE S	0.9974	1.0	-0.253	0.9991	1.0	-0.036	-	-	-	-	-	-
FASE T	0.9963	1.0	-0.368	0.9988	1.0	-0.119	-	-	-	-	-	-		
I PRIMARIA	(A)	NUCLEO No. 4												
		4S1-4S2			4S1-4S3									
		OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	OBT.	ESP.	(%) ERR.	
		FASE R	0.9966	1.0	-0.336	0.9989	1.0	-0.105	-	-	-	-	-	-
		FASE S	0.9958	1.0	-0.44	0.9986	1.0	-0.151	-	-	-	-	-	-
FASE T	0.997	1.0	-0.301	0.9991	1.0	-0.091	-	-	-	-	-	-		
Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100-CP TD1.							APLICA	<input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA	<input type="checkbox"/>				

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

SIEMENS

Power Transmission and Distribution PTD SE

Protocolo de Pruebas Transformadores de Corriente

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:

21-Octubre-2011

Consecutivo: No. Pedido

No. ST

6. CURVAS DE MAGNETIZACION

Equipo Utilizado para la prueba

Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
ANALIZADOR DE POTENCIA	CPC 100	CPC 100 - LJ 473 (V1)	24/11/2010
Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100-CP TD1.		APLICA <input type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>

7. RESISTENCIA DE DEVANADOS SECUNDARIOS

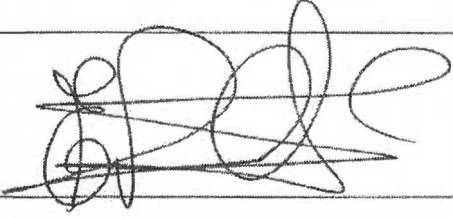

Equipo Utilizado para la prueba

Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
ANALIZADOR DE POTENCIA	CPC 100	CPC 100 - LJ 473 (V1)	24/11/2010

7.1 (Medida en mΩ).

FASE	NUCLEO No.			
	1S1-1S2	2S1-2S2	3S1-3S2	4S1-4S2
R	2.664	5.010	5.004	5.017
S	2.666	4.957	4.971	4.982
T	2.706	5.168	5.006	5.043
FASE	NUCLEO No.			
	1S1-1S3	2S1-2S3	3S1-3S3	4S1-4S3
R	5.474	10.09	10.07	10.08
S	5.4	9.851	10.09	10.09
T	5.625	10.55	10.09	10.09

Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100-CP TD1. APLICA NO APLICA

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

SIEMENS

Power Transmission and Distribution PTD SE

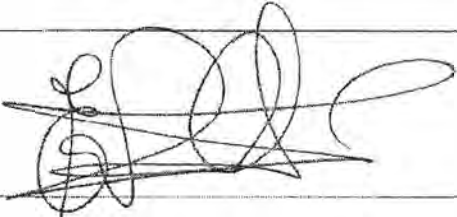

Protocolo de Pruebas Transformadores de Corriente

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido
No. ST	

OBSERVACIONES:

Este signo determina la ejecución de la labor.

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

ANEXO E
PROTOCOLO DE PRUEBAS SECCIONADOR

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS

Protocolo de Pruebas Seccionador de Apertura Central

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-October-2011	
Consecutivo: ---	No Pedido: 62OP-0500003
No. ST: N.A.	

LISTADO DE PRUEBAS Y VERIFICACIONES		
1. INSPECCION VISUAL	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
3. RESISTENCIA DE CONTACTO	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
4. TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANIEDAD	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
5. CORRIENTE DE CONSUMO DEL MOTOR	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>

NOTA:

- LAS PRUEBAS SE REALIZAN DE ACUERDO A LO INIDCADO EN LA NORMA IEC 62271-102.
- LAS PRUEBAS SE DESARROLLAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA SECCIONADORES (4) G69174-PRP-Q-B3002.

DATOS GENERALES	
CLIENTE: ISA REP	No. ST:
OBRA/LUGAR: SUBESTACION SAN JUAN 220 / 60 kV	No. PEDIDO:
CELDA: 1-2205	PL-2205
SECCIONADOR: SL-0129	+
DESCRIPCION	
FABRICANTE: HAPAM	AÑO: 2011
TIPO: 5300 - 245	Ur: 245 kV.
Nro. DE SERIE: Fase R C410581-021-002 Fase S C410581-021-001 Fase T C410581-021-003	Up: 1080 kV.
Ir: 2000A	Ud: 480 kV.
Ip: 100 kA	FRECUENCIA: 60 Hz
Ik: 40 kA	PESO: 540 kg
Ik: 10k	Fa: 1000 N
CAJA DE MANDO	
MARCA: HAPAM	NUMERO DE SERIE: 50-4845-1-38071 05
TIPO: MT 50	TORQUE: 500 N · m
TENSION DE CONTROL: 220 DC	RESIST. DE CALEF.: 220 AC
TENSION DE MOTOR: 220 DC	AÑO DE FABRIC.: 2011
TENSION DE BLOQUEO: 220 DC	PESO: 35 Kg.
FRECUENCIA: 60 Hz	
CAJA DE MANDO DE LA CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA	

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS
Protocolo de Pruebas Seccionador de Apertura Central
Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo: ---	No. Pedido: 62OP-0500003
No. ST: N.A.	

MARCA:	HAPAM	NUMERO DE SERIE:	50-4845-1-08071 05
TIPO:	MT 50	TORQUE:	500 N - m
TENSION DE CONTROL:	220 DC	RESIST. DE CALEF.:	220 AC
TENSION DE MOTOR:	220 DC	AÑO DE FABRIC.:	2011
TENSION DE BLOQUEO:	220 DC	PESO:	35 Kg.
FRECUENCIA:	60 Hz		

1. VERIFICACIÓN VISUAL		FECHA DE EJECUCION 21/10/2011		
Elemento	Fase R	Fase S	Fase T	
Estado de los aisladores	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Calibración de los contactos principales	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
Puesta a tierra	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Estado de los bastidores	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Estado del contacto móvil	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Estado de la caja de mando	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	
Estado conexiones secundarias	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	<input checked="" type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado	

2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		FECHA DE EJECUCION 21/10/2011	
Equipo Utilizado para la prueba : MEGGOMETRO			
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
MEGOMETRO DIGITAL	MEGGER	MIT1020/2-100-380/110611/2058	15/05/11
2.1 SECCIONADOR CERRADO. (Medida en GΩ, Inyección de 10000 DC*1 minuto).			
FASE	MEDIDA OBTENIDA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
R	220	24	50
S	302.6	24	50
T	270.5	24	50
CONDICIONES DEL CLIMA:		NUBLADO	

3. RESISTENCIA DE CONTACTOS		FECHA DE EJECUCION 21/10/2011	
Equipo Utilizado para la prueba :			
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
ANALIZADOR DE POTENCIA	OMICRON	CPC100 - J876Q (V1)	

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS

Protocolo de Pruebas Seccionador de Apertura Central

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-October-2011	
Consecutivo: ---	No. Pedido: 62OP-0500003
No. ST: N.A.	

3.1 SECCIONADOR CERRADO (Medida en $\mu\Omega$, Inyección de 100 A. DC.)		
FASE	MEDIDA OBTENIDA	OBSERVACIONES
R	86.35 $\mu\Omega$	---
S	87.87 $\mu\Omega$	---
T	92.58 $\mu\Omega$	---

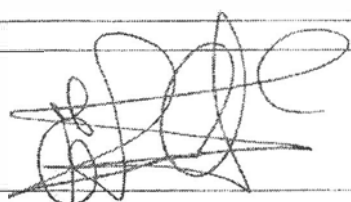

4.A TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD DEL SECCIONADOR		FECHA DE EJECUCION	21/10/2011
TIEMPO DE APERTURA:		5.49 seg.	
TIEMPO DE CIERRE:		5.67 seg.	
SIMULTANEIDAD:		CORRECTA	

4.B TIEMPOS DE OPERACIÓN Y SIMULTANEIDAD DE LA CUCHILLA DE TIERRA		FECHA DE EJECUCION	21/10/2011
TIEMPO DE APERTURA:		6.09 seg.	
TIEMPO DE CIERRE:		6.16 seg.	
SIMULTANEIDAD:		CORRECTA	

5. CORRIENTES DE CONSUMO DEL MOTOR DEL SECCIONADOR		FECHA DE EJECUCION	21/10/2011
CORRIENTE MAXIMA EN EL CIERRE:		1.97 A	
CORRIENTE MAXIMA EN LA APERTURA:		2.7 A	

5. CORRIENTES DE CONSUMO DEL MOTOR DE LA CUCHILLA DE TIERRA		FECHA DE EJECUCION	21/10/2011
CORRIENTE MAXIMA EN EL CIERRE:		4.3 A	
CORRIENTE MAXIMA EN LA APERTURA:		2.1 A	

OBSERVACIONES
- <input checked="" type="checkbox"/> Este signo significa la ejecución del trabajo.

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

\\SE SAN JUAN\CELDA L-2205\SL-2129\RESISTENCIA CONTACTO.xml:

Dispositivo de prueba: CPC 100
Número de serie: JH876Q (V1)
Fecha/hora: 10/21/2011 12:51:01
Evaluación final: n/a

Vista general de pruebas:

Tarjeta de prueba	Tipo	Fecha/hora	Resultado	Evaluación	Sobrecarga
DATOS DE PALACA	Comentario	09/03/2011 16:28:46	no	n/a	no
FASE R	Resistencia	10/21/2011 12:16:55	sí	n/a	no
FASE S	Resistencia	10/21/2011 12:37:38	sí	n/a	no
FASE T	Resistencia	10/21/2011 12:49:40	sí	n/a	no

Pruebas

DATOS DE PALACA:

Fecha/hora: 09/03/2011 16:28:46

MARCA : HAFAM
TIPO : SSBIIAM-245
NoSERIE : C410581-021-2/1/3
Ur : 245 kV
Up : 1050 kV
Ip : 100 kA
Ik : 40 kA
tk : 1 s
fr : 60 Hz
MASA : 540 kg
AÑO : 2011

FASE R:

Tipo: Resistencia
Fecha/hora: 10/21/2011 12:16:55
Sobrecarga: no
Evaluación: n/a
Rango: DC 400A
I pru.: 100.0 A

R mín: 2.0000 $\mu\Omega$
R máx: 50.000 m Ω
Automático: sí
Resultado:
I DC: 99.52 A
V DC: 8.5966 mV
R: 86.380 $\mu\Omega$

FASE S:

Tipo: Resistencia
Fecha/hora: 10/21/2011 12:37:38
Sobrecarga: no
Evaluación: n/a
Rango: DC 400A
I pru.: 100.0 A
R mín: 2.0000 $\mu\Omega$
R máx: 50.000 m Ω
Automático: sí
Resultado:
I DC: 100.23 A
V DC: 8.8073 mV
R: 87.870 $\mu\Omega$

FASE T:

Tipo: Resistencia
Fecha/hora: 10/21/2011 12:49:40
Sobrecarga: no
Evaluación: n/a
Rango: DC 400A
I pru.: 100.0 A
R mín: 2.0000 $\mu\Omega$
R máx: 50.000 m Ω
Automático: sí
Resultado:
I DC: 100.00 A
V DC: 9.2583 mV
R: 92.580 $\mu\Omega$

\\SE SAN JUAN\CELDA L-2205\ST-233\RESISTENCIA CONTACTO.xml:

Dispositivo de prueba: CPC 100
Número de serie: JH876Q (V1)
Fecha/hora: 10/21/2011 13:16:34
Evaluación final: n/a

Vista general de pruebas:

Tarjeta de prueba	Tipo	Fecha/hora	Resultado	Evaluación	Sobrecarga
DATOS DE PALACA	Comentario	09/03/2011 16:28:46	no	n/a	no
FASE R	Resistencia	10/21/2011 13:02:28	sí í	n/a /a	no
FASE S	Resistencia	10/21/2011 13:08:21	sí	n/a	no
FASE T	Resistencia	10/21/2011 13:14:47	sí	n/a	no

Pruebas

DATOS DE PALACA:

Fecha/hora: 09/03/2011 16:28:46

MARCA : HAPAM
 TIPO : ASB-72.5
 NoSERIE : C410581-070/001
 Ur : 72.5 kV
 Up : 325 kV
 Ip : 100 kA
 Ik : 40 kA
 tk : 1 s
 fr : 60 Hz
 MASA : 80 kg
 AÑO : 2011

FASE R:

Tipo: Resistencia
Fecha/hora: 10/21/2011 13:02:28
Sobrecarga: no
Evaluación: n/a
Rango: DC 400A
I pru.: 100.0 A

R mín: 2.0000 $\mu\Omega$
R máx: 50.000 m Ω
Automático: sí
Resultado:
I DC: 100.69 A
V DC: 3.0574 mV
R: 30.360 $\mu\Omega$

FASE S:

Tipo: Resistencia
Fecha/hora: 10/21/2011 13:08:21
Sobrecarga: no
Evaluación: n/a
Rango: DC 400A
I pru.: 100.0 A
R mín: 2.0000 $\mu\Omega$
R máx: 50.000 m Ω
Automático: sí
Resultado:
I DC: 100.03 A
V DC: 3.4814 mV
R: 34.800 $\mu\Omega$

FASE T:

Tipo: Resistencia
Fecha/hora: 10/21/2011 13:14:47
Sobrecarga: no
Evaluación: n/a
Rango: DC 400A
I pru.: 100.0 A
R mín: 2.0000 $\mu\Omega$
R máx: 50.000 m Ω
Automático: sí
Resultado:
I DC: 100.26 A
V DC: 2.7187 mV
R: 271.20 $\mu\Omega$

ANEXO F
PROTOCOLO DE PRUEBAS PARARRAYO

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS

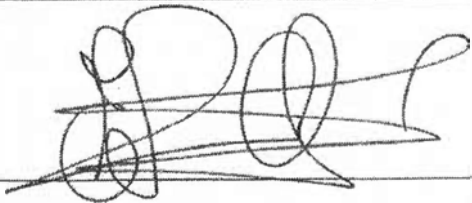

Protocolo de Pruebas Pararrayos

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido:
No. ST:	

LISTADO DE PRUEBAS		
1. INSPECCION VISUAL	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER)	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
3. OPERACIÓN DEL CONTADOR DE DESCARGAS	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
4. FACTOR DE PÓTENCIA	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>
5. CORRIENTE DE FUGA	APLICA <input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>

DATOS GENERALES	
CLIENTE: ISA - REP	No. ST:
OBRA/LUGAR: SUBESTACION SAN JUAN 220 / 60 KV	No. PEDIDO:
CELDA: L-2205	= L-2205
PARARRAYOS: PR-217	+
DESCRIPCION GENERAL	
FABRICANTE: SIEMENS	NUMERO DE SERIE
TIPO: 3EP3-192-2PG32-2NZ1	FASE R: 35184131
AÑO: 2011	FASE S: 35184132
	FASE T: 35184133
CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO: 0.2 S	FRECUENCIA NOMINAL: 60 Hz

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

SIEMENS

Energy Transmission High Substation ET HS


Protocolo de Pruebas Pararrayos

Subestación San Juan 220 / 60 kV

Fecha:	
21-October-2011	
Consecutivo:	No. Pedido:
No. ST:	

3. OPERACIÓN DEL CONTADOR DE DESCARGAS			
Equipo Utilizado para la prueba			
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
NO APLICA			
FASE	VERIFICACION		No. DE OPERACIONES
R	<input type="checkbox"/> Conteo exitoso <input type="checkbox"/> Conteo no exitoso <input type="checkbox"/> No aplica		Antes de prueba # _____ Después de prueba # _____
S	<input type="checkbox"/> Conteo exitoso <input type="checkbox"/> Conteo no exitoso <input type="checkbox"/> No aplica		Antes de prueba # _____ Después de prueba # _____
T	<input type="checkbox"/> Conteo exitoso <input type="checkbox"/> Conteo no exitoso <input type="checkbox"/> No aplica		Antes de prueba # _____ Después de prueba # _____

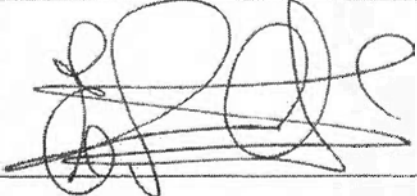
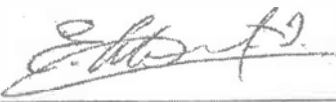
4. FACTOR DE POTENCIA							
Equipo Utilizado para la prueba							
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración				
3.1 ALTA - TIERRA (Medida en % factor de potencia, inyección de 10 kV.)							
FASE	TENSION INYECTADA (kV)	CORRIENTE (mA)	POTENCIA (Watts)	F.P. (%) @ 20 °C	CAPACITANCIA (pF)	TEMP. (°C)	HUMED. (%)
R	10	0.2841	0.028		73.392		
S	10	0.2820	0.0271		72.066		
T	10	0.2887	0.0274		73.597		
Reporte de pruebas emitido por equipo digital OMICRON-CPC 100-CP TD1.				APLICA <input type="checkbox"/>	NO APLICA <input type="checkbox"/>		

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

Fecha:	
21-Octubre-2011	
Consecutivo:	No. Pedido :
No. ST:	

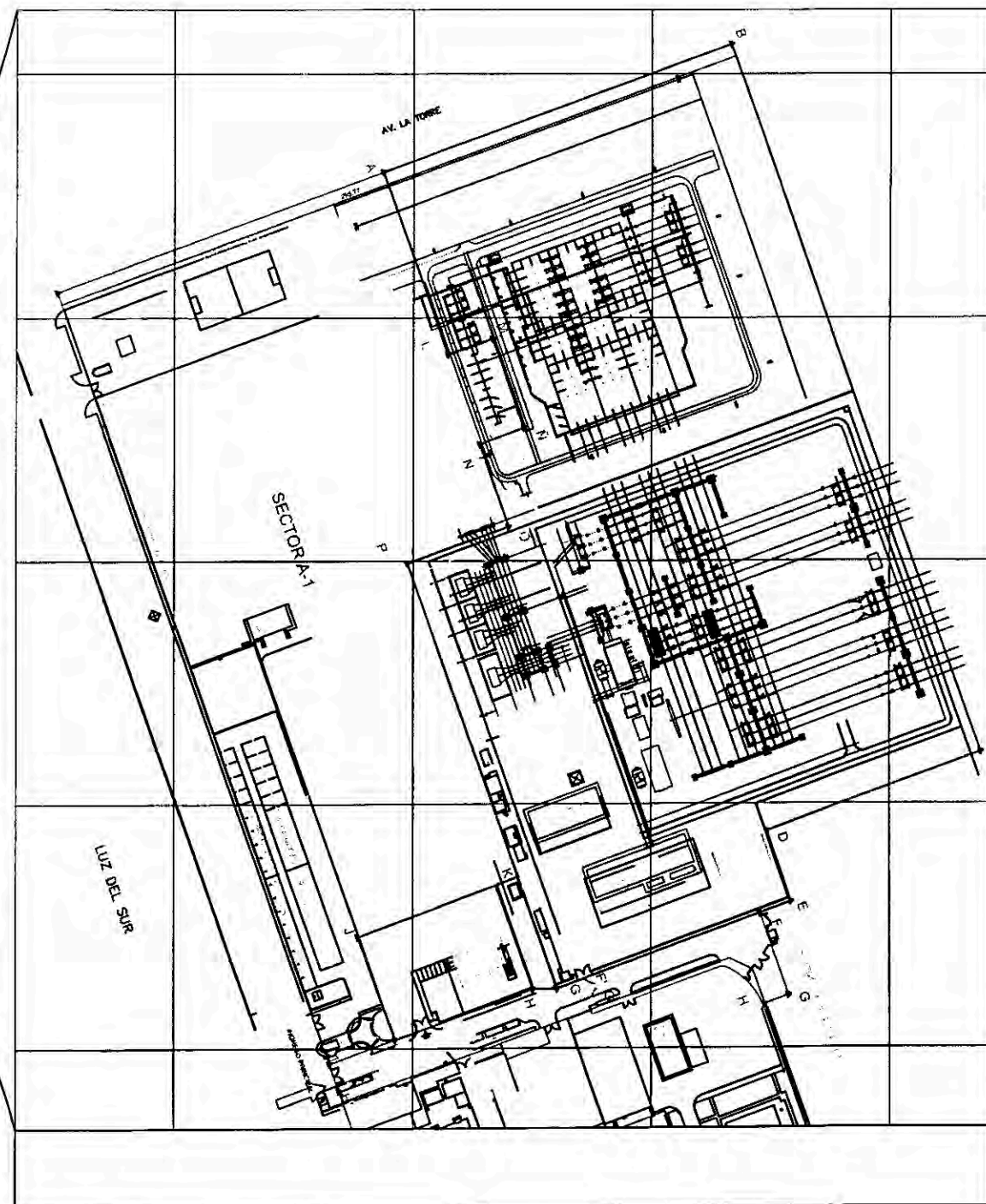
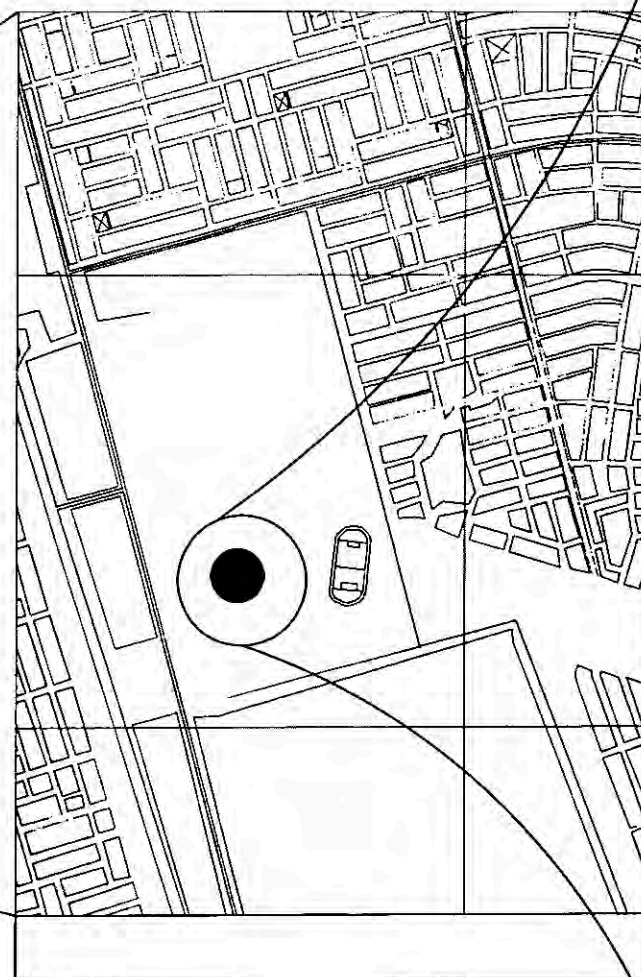
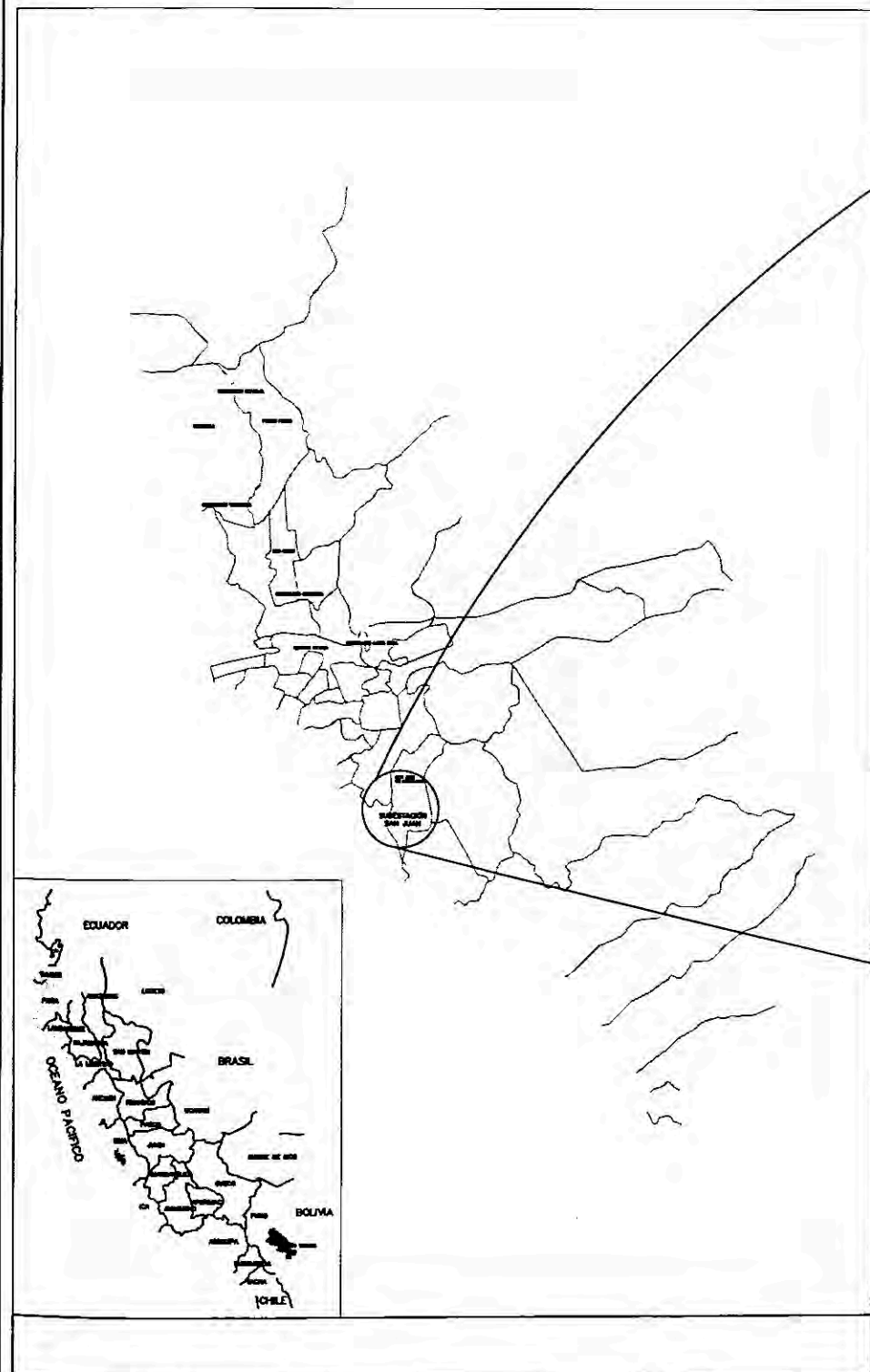
1. VERIFICACIÓN VISUAL			
Elemento	Fase R	Fase S	Fase T
Estado de la porcelana	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica
Estado de las conexiones.	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica
Estado de los aisladores de soporte	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica
Estado de la puesta a tierra	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica	<input type="checkbox"/> Buen estado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/> No aplica

2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO			
Equipo Utilizado para la prueba			
Descripción	Fabricante	Modelo - Serie No.	Fecha de la última calibración
2.1 ALTA - TIERRA (Medida en GΩ, Inyección de 5000 VDC*1 minuto).			
FASE	MEDIDA OBTENIDA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
R	444	24	49
S	287	24	49
T	174	24	49
CONDICIONES DEL CLIMA:			

	
EDISON VILLALOBOS DIAZ SUPERVISOR DE OBRA - ISA PDI	ENRIQUE ALCANTARA QUINTO RESIDENTE DE OBRA - SIEMENS

BIBLIOGRAFIA

- [1] Carlos Felipe Ramírez “Subestaciones de Alta y extra alta tensión”, Mejía Villegas S.A. Colombia 2003 segunda edición.
- [2] Recomendación de operación y mantenimiento de los fabricantes de equipos.
- [3] Plan de expansión del sistema de transmisión de REP 2010-2019. Dirección de gestión de la operación de ISA. Gerencia de operación del sistema – REP. Lima, mayo 2010.
- [4] IEC 60071-1, International Electrotechnical Commission, “Insulation Coordination part 1: Definitions, principles and rules”
- [5] IEC 60071-2, International Electrotechnical Commission, “Insulation Coordination part 2: Application guide 1996”
- [6] Documento PE-AMP7GT110-SNJ-D031 Estudio de flujo de carga y cortocircuito Siemens 2011.
- [7] Documento PE-AMP7GT110-SNJ-D034 Memoria de cálculo de conductores Siemens 2011.
- [8] Documento PE-AMP7GT110-SNJ-D033 Memoria de distancia eléctrica y de seguridad Siemens 2011.

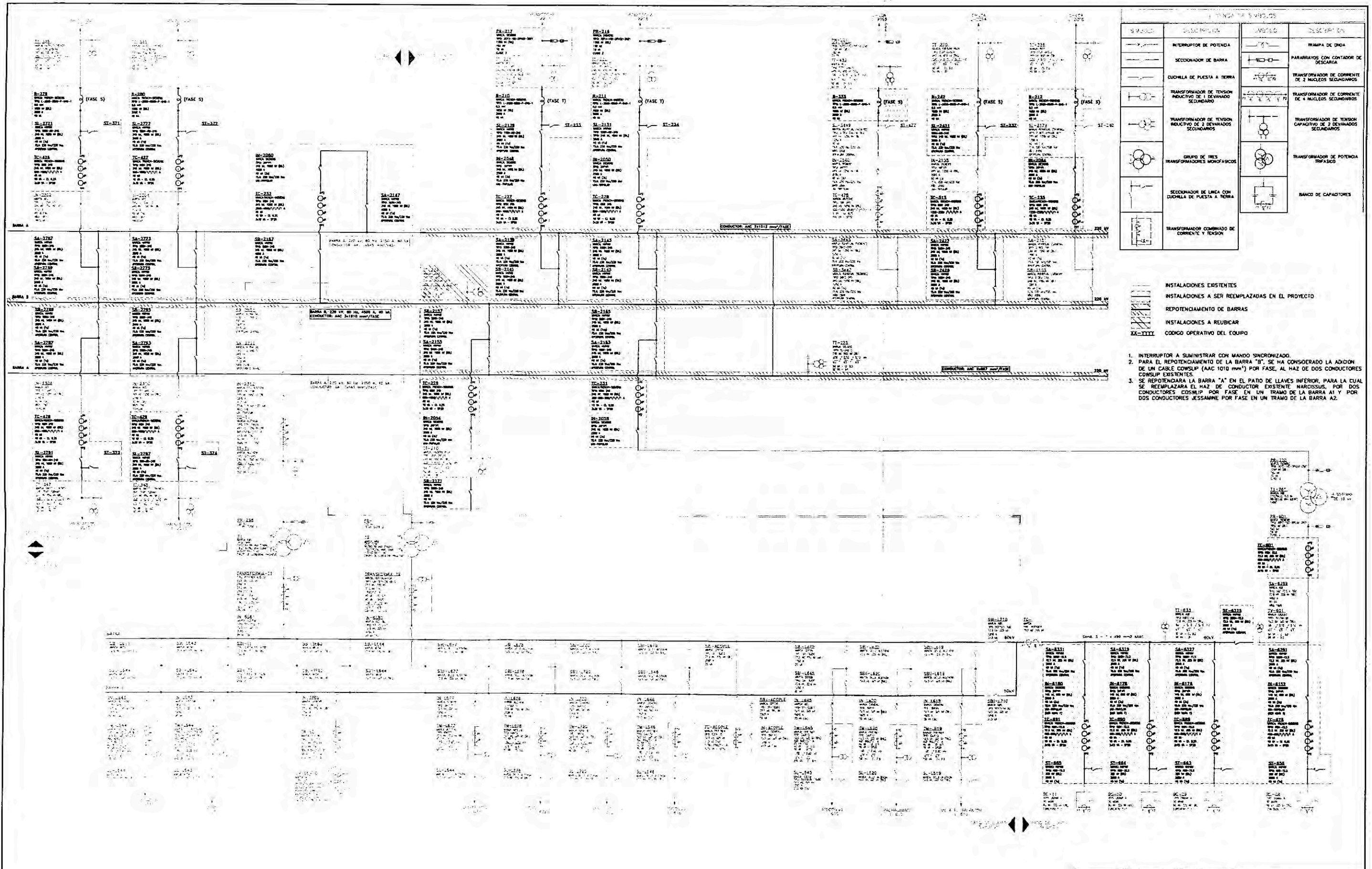


A	285387.60	8653559.68
B	285533.17	8653612.17
C	285638.16	8653321.06
D	285548.37	8653288.89
E	285558.55	8653259.78
F	285545.50	8653255.01
G	285460.44	8653224.41
H	285450.16	8653224.10
I	285392.71	8653203.59
J	285377.15	8653245.63
K	285443.98	8653270.14
L	285397.58	8653399.09
M	285440.07	8653414.12
N	285427.81	8653448.12
R	285446.35	8653454.80
O	285433.15	8653481.53
P	285414.57	8653484.86

DEPARTAMENTO : LIMA
 PROVINCIA : LIMA
 DISTRITO : SAN JUAN DE MIRAFLORES
 DIRECCION : PROLONGACION PEDRO MIOTTA N° 421

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO:	LAMINA N°:	FOLIO:
AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN SAN JUAN 220/80 kV	D-001	1
TÍTULO:	ESCALA:	REV:
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	S/E	0
ARCHIVO:	FECHA:	
Ubicación geográfica San Juan	MARZO 2012	



SEÑAL	DESCRIPCIÓN	SEÑAL	DESCRIPCIÓN
	INTERRUPTOR DE POTENCIA		TRAMPA DE CHOYA
	SECCIONADOR DE BARRA		PARARRAYOS CON CONTADOR DE DESCARGA
	CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE 2 NUCLEOS SECUNDARIOS
	TRANSFORMADOR DE TENSION REDUCTIVA DE 1 DEVANADO SECUNDARIO		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE 4 NUCLEOS SECUNDARIOS
	TRANSFORMADOR DE TENSION REDUCTIVA DE 2 DEVANADOS SECUNDARIOS		TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO DE 2 DEVANADOS SECUNDARIOS
	GRUPO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFASICOS		TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO
	SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA		BANCO DE CAPACITORES
	TRANSFORMADOR CONTROLADO DE CORRIENTE Y TENSION		

- INSTALACIONES EXISTENTES
- INSTALACIONES A SER REEMPLAZADAS EN EL PROYECTO
- REPOTECIAMIENTO DE BARRAS
- INSTALACIONES A REUBICAR
- CODIGO OPERATIVO DEL EQUIPO

1. INTERRUPTOR A SUMINISTRAR CON MANDO SINCRONIZADO.
2. PARA EL REPOTECIAMIENTO DE LA BARRA "B", SE HA CONSIDERADO LA ADICION DE UN CABLE COWSLIP (AAC 1010 mm²) POR FASE, AL HAZ DE DOS CONDUCTORES COWSLIP EXISTENTES.
3. SE REPOTECIARA LA BARRA "A" EN EL PATIO DE LLAVES INFERIOR, PARA LA CUAL SE REEMPLAZARA EL HAZ DE CONDUCTOR EXISTENTE NARCISSUS, POR DOS CONDUCTORES COWSLIP POR FASE EN UN TRAMO DE LA BARRA A1 Y POR DOS CONDUCTORES JESSAMINE POR FASE EN UN TRAMO DE LA BARRA A2.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:	AMPLIACION SUBSTACION SAN JUAN VIGÓN V.	FECHA:	01-2022	HOJA:	06
DESG:	DIAGRAMA DE BARRAS DE 69KV	ESCALA:	50%	FECHA:	01/02/2022